

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA
ANABİLİM DALI

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TÜRKİYE'DEKİ ZEYTİN TARIMINA
ETKİSİ: KIRILGANLIK VE UYUM STRATEJİLERİNİN
BELİRLENMESİ

DOKTORA TEZİ

MUHAMMED MUSTAFA ÖZDEL

BALIKESİR, 2025

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TÜRKİYE'DEKİ ZEYTİN TARIMINA
ETKİSİ: KIRILGANLIK VE UYUM STRATEJİLERİNİN
BELİRLENMESİ

DOKTORA TEZİ

MUHAMMED MUSTAFA ÖZDEL

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. İSA CÜREBAL

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. BEYZA USTAOĞLU

BALIKESİR, 2025

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün Coğrafya Anabilim Dalı'nda 202012516002 numaralı Muhammed Mustafa ÖZDEL'in hazırladığı İklim Değişikliğinin Türkiye'deki Zeytin Tarımına Etkisi: Kırılganlık ve Uyum Stratejilerinin Belirlenmesi konulu DOKTORA tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 06/02/2025 tarihinde yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda tezin onayına OY BİRLİĞİ ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Hakan ÖNAL

(Başkan)

Prof. Dr. İsa CÜREBAL

(Danışman)

Prof. Dr. Alaattin KIZILÇAOĞLU

(Üye)

Doç. Dr. Abdullah AKBAŞ

(Üye)

Doç. Dr. Dilek AYKIR AKDAĞ

(Üye)

Enstitü Onayı

...../...../2025

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

26/02/2025

Muhammed Mustafa ÖZDEL

ÖNSÖZ

Akdeniz ikliminin kadim bir mirası olan zeytin, Türkiye'nin ekonomisinde yalnızca tarımsal bir ürün değil, aynı zamanda kültürel bir değer olarak yer edinmiştir. Sofralık ve yağlık üretiminin ötesinde, kozmetik ve ilaç sektörlerinden mobilya ve el sanatlarına kadar geniş bir kullanım alanına sahip olan zeytin, yüzyıllardır toplumların sofrasında, şifasında, kültürlerinde ve dininde varlığını hissettirmiştir. Bu nedenle iklim değişikliği karşısında zeytin bitkisinin gelecekteki yayılış alanlarının belirlenmesi, tarım politikalarının geliştirilmesi açısından büyük bir önem arz etmektedir. Bu doktora tezi, önceki araştırmalardan farklı olarak, Türkiye genelinde zeytin bitkisinin yayılış alanlarını farklı iklim değişikliği senaryoları kullanarak zamansal ve mekânsal olarak incelemektedir. Yerel ölçeklerdeki sınırlı araştırmaların ötesine geçerek, iklim değişikliğinin zeytin yetiştiriciliği üzerindeki etkilerini ulusal ve bölgesel düzeyde derinlemesine incelemeyi ve böylece daha geniş bir bakış açısı sunmayı hedeflemektedir. Multidisipliner bir anlayışı benimseyen bu tezin, bilim dünyasında ve pratikte zeytin tarımının sürdürülebilir yönetimi ve korunmasına dair tartışmalara katkı sağlaması beklenmektedir. Bu bağlamda, çalışmanın yalnızca akademik literatüre değil, aynı zamanda tarımsal uygulamalara da ışık tutması hedeflenmektedir.

Bu çalışmanın başlangıcından nihayete kadar geçen tüm süreçlerde bana bir telefon kadar yakın olan, maddi ve manevi desteklerini her zaman üzerimden eksik etmeyen değerli danışmanlarım Prof. Dr. İsa Cürebal ve Prof. Dr. Beyza Ustaoglu'na

Tezi maddi olarak destekleyen Marmara Belediyeler Birliği'ne

Bilgi ve tecrübelerini benden eksik etmeyen, akademik yolculuğumda sağladığı ilham ve destekleri için değerli hocam Doç. Dr. Dilek Aykır'a,

Tezin her aşamasında fikir ve önerileriyle tezin geliştirilmesine katkı sağlayan Tez İzleme Komitesi'nin kıymetli hocaları Prof. Dr. Alaattin Kızılcıaoğlu'na ve Doç. Dr. Abdullah Akbaş'a

Teze sağladığı değerli katkılarından dolayı Prof. Dr. Hakan Önal'a

Tezin yöntem kısmında değerli bilgilerini esirgmeden paylaşan Prof. Dr. Ahmet Mert ve Doç. Dr. Özdemir Şentürk'e

Tezin materyal ve yöntem kısmında verdikleri destekler için Doç. Dr. Derya Evrim Koç'a ve Doç. Dr. Demet Biltekin'e,

Lisans hayatımdan doktora sürecime kadar her daim desteklerini hissettiğim Prof. Dr. Muhammed Zeynel Öztürk'e,

Üzerimde büyük emekleri bulunan değerli hocam Prof. Dr. Ali Meydan'a

TÜBİTAK 2237 BİDEB, Analitik Doğa Kümeleme ve Ordinasyon Teknikleri (Proje No: 1129B371801420); TÜBİTAK 2237 BİDEB, Doğa Bilimlerinde İstatistiksel Modelleme Teknikleri ve Uygulamaları (Etkinlik No: 1129B372000706); TÜBİTAK 2237 BİDEB, Arazi Çeşitliliğinin Entropi Temelli Algoritmalar ile Hesaplanması ve Haritalanması (Etkinlik No: 1129B372201166) etkinliklerinde yer alan koordinatör ve tüm eğitmenlere,

Bugünlere gelmemde emeği geçen tüm öğretmenlerime ve bana ilham veren ve yolumu aydınlatan tüm akademik rehberlerime,

Verdikleri sevgi, cesaret ve moral sayesinde bu yolda ilerlememi sağlayan, inançları ve destekleriyle her zaman yanımda duran sevgili aileme,

Sevgisi ve desteğiyle bana güç kaynağı olan, her anımda yanımda duran, hayallerime inanan, bana cesaret veren sevgili eşim Bilim Uzmanı Gamze Acak Özdel'e,

TÜM KALBİMLE TEŞEKKÜRLERİMİ SUNARIM.

BALIKESİR, 2025

MUHAMMED MUSTAFA ÖZDEL

ÖZET

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TÜRKİYE'DEKİ ZEYTİN TARIMINA ETKİSİ: KIRILGANLIK VE UYUM STRATEJİLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZDEL, Muhammed Mustafa

Doktora, Coğrafya Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsa CÜREBAL

2025, 240 Sayfa

Türkiye, zeytinin (*Olea europaea* L.) ilk kültüre alındığı alanlardan biridir ve bu ürünün yayılımı ve gelişimi üzerinde tarihsel bir rol oynamıştır. Türkiye'de uzun yıllardır yetiştirilen zeytin, ekonomik ve kültürel açıdan büyük bir değer taşır ve beslenme alışkanlıklarında önemli bir yere sahiptir. Bu çalışma, iklim değişikliğinin zeytin tarım alanlarını nasıl etkileyeceğini ve olası uyum stratejilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda hem günümüz hem de gelecekteki iklim koşullarını simüle etmek amacıyla biyoiklim değişkenlerinden faydalanılmıştır. Günümüzdeki yayılış alanlarını belirlemek amacıyla 1960-1990 ve 1970-2000 referans periyotlarına ait biyoiklim değişkenleri kullanılmıştır. Gelecekteki olası dağılım alanlarını belirlemek için ise RCP (CCSM4) ve SSP (MRI-ESM2-0 ve MIROC6) emisyon senaryoları kullanılarak projeksiyonlar oluşturulmuştur. Projeksiyonlar, MaxEnt modelleme aracı kullanılarak elde edilmiştir. RCP ve SSP senaryoları kapsamında yapılan gelecek tahminleri, zeytin tarım alanlarında önemli değişimlerin yaşanacağını öngörmektedir. Tahminlere göre, gelecek yıllarda Türkiye'de zeytin yetiştiriciliği için "çok az uygun" ve "uygun" sınıflarındaki alanların artacağı, ancak "uygun olmayan" ve "son derece uygun" alanların azalacağı tahmin edilmektedir. Ege ve Akdeniz kıyılarının zeytin tarımı için potansiyelini sürdürebileceği, ancak bu bölgelerin değişen iklim koşullarından etkilenerek kırılğan hale gelebileceği öngörülmektedir. Marmara Bölgesi'ndeki zeytin yetiştirme alanlarının ise iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenmeyeceği beklenmektedir. Gelecekte, günümüzde zeytin tarımı için uygun olmayan bazı alanların zeytin yetiştiriciliği için uygun hale gelebileceği, zeytin tarımının ülkenin kuzeyine ve daha yüksek rakımlara doğru yayılabileceği tahmin edilmektedir. Her ne kadar gelecekte

“uygun” ve “çok az uygun” sınıflarda yer alan zeytin tarım alanlarının artması öngörülse de bu alanlardan elde edilebilecek verim ve kalite konusunda belirsizlikler vardır. Mevcut zeytin alanlarının korunmasında ve yeni plantasyon alanlarının oluşturulmasında uyum stratejileri önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda sulama ve toprak yönetimi, gübreleme, aşırı hava olaylarına karşı koruma, hastalık ve zararlılarla mücadele, çeşit seçimi, dikim, budama, hasat, teknoloji kullanımı ve çiftçilerin eğitimi gibi faktörler, iklim değişikliğine karşı kritik uyum stratejileridir.

Anahtar Kelimeler: Zeytin, İklim Değişikliği, Sürdürülebilirlik, Tür Dağılım Modeli, Uyum Stratejisi

ABSTRACT

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON OLIVE AGRICULTURE IN TÜRKİYE: DETERMINATION OF VULNERABILITY AND ADAPTATION STRATEGIES

ÖZDEL, Muhammed Mustafa

Phd Thesis, Department of Geography

Thesis Advisor: Prof. Dr. İsa CÜREBAL

2025, 240 Pages

Türkiye is one of the first regions where olive (*Olea europaea* L.), was cultivated and has played a historical role in the spread and development of this product. Olive which has been cultivated in Türkiye for many years, holds great economic and cultural value and plays an important role in dietary habits. This study aims to reveal how climate change will affect olive cultivation areas and to identify potential adaptation strategies. For this purpose, bioclimatic variables have been utilized to simulate both current and future climate conditions. To determine the current distribution areas, bioclimatic variables from the reference periods 1960-1990 and 1970-2000 have been utilized. To identify potential future distribution areas, projections were developed using RCP (CCSM4) and SSP (MRI-ESM2-0 and MIROC6) emission scenarios. Projections were obtained using the MaxEnt modeling tool. The future predictions made under the RCP and SSP scenarios suggest that significant changes will occur in olive cultivation areas. According to the predictions, it is expected that areas classified as "barely suitable" and "suitable" for olive cultivation will expand in Turkey in the coming years, while "unsuitable" and "very highly suitable" areas will decrease. It is predicted that the Aegean and Mediterranean coastal regions may maintain their potential for olive cultivation; however, these areas are expected to become more vulnerable due to changing climate conditions. In contrast, olive cultivation areas in the Marmara Region are anticipated to be largely unaffected by climate change. In the future, it is anticipated that areas currently unsuitable for olive cultivation may become suitable, allowing olive farming to expand northward and to higher altitudes in the country. Although an increase in olive

cultivation areas classified as "barely suitable" and "suitable" is anticipated in the future, there are uncertainties regarding the yield and quality that can be obtained from these areas. Adaptation strategies play an important role in preserving existing olive groves and establishing new plantation areas. In this context, factors such as irrigation and soil management, fertilization, protection against extreme weather events, pest and disease management, variety selection, planting, pruning, harvesting, technology use, and farmer education are critical adaptation strategies against climate change.

Keywords: *Olea europaea* L., Climate Change, Sustainability, Species Distribution Model, Adaptation Strategy

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI.....	ii
ETİK BEYAN.....	iii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
KISALTMALAR	xx
1.GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Problemi	5
1.2. Araştırmanın Amacı	7
1.3. Araştırmanın Önemi	8
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	10
1.5. Tanımlar	10
2. İLGİLİ ALANYAZIN	12
2.1. Kuramsal Çerçeve	12
2.2. İlgili Araştırmalar	23
2.2.1. İklim Değişikliği ile Tür Dağılım Modellerini Konu Alan Çalışmalar ..	23
2.2.2. İklim Değişikliği ile Zeytin Alanlarını Konu Alan Çalışmalar.....	29
3. YÖNTEM.....	33
3.1. Araştırmanın Modeli	33
3.2. Evren ve Örneklem.....	33
3.3. Veri Toplama Araç ve Teknikleri	34
3.4. Verilerin Toplanma Süreci	34
3.4.1. Literatür Taraması.....	34
3.4.2. Varlık Verilerinin Elde Edilmesi	34
3.4.3. Modellemede Kullanılan Biyoiklim Verilerinin Elde Edilmesi	36
3.5. Verilerin Analizi.....	40
3.5.1. Biyoiklim Değişkenlerinin Belirlenmesi.....	41

3.5.2. MaxEnt Yazılımı ile Modellerin Oluşturulması	41
3.5.3. Modellerin Haritalanarak Sınıflandırılması	43
3.5.4. Kırılgenlik Haritalarının Oluşturulması.....	43
4. BULGULAR VE YORUMLAR	45
4.1. Zeytin Bitkisinin Türkiye'deki Dağılımına Etki Eden Biyoiklim Değişkenleri Nelerdir?.....	45
4.1.1. Korelasyon Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	45
4.1.2. AUC ve Jackknife Sonuçlarının Değerlendirilmesi	46
4.2. Türkiye'de Zeytin Alanlarının Günümüzdeki Potansiyel Dağılımı Nasıldır? 49	
4.2.1. 1960-1990 Referans Periyotlu Günümüz Modeline göre Zeytinin Potansiyel Dağılım Alanları Nasıldır?	49
4.2.2. 1970-2000 Referans Periyotlu Günümüz Modeline göre Zeytinin Potansiyel Dağılım Alanları Nasıldır?	52
4.3. CCSM4 Gelecek Senaryosu Kapsamında Zeytin Alanlarının Gelecekteki Olası Dağılımı Nasıldır?	55
4.3.1. CCSM4 Modelinin RCP4.5 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Dağılım Alanları Nasıldır?.....	55
4.3.2. CCSM4 Modelinin RCP8.5 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Dağılım Alanları Nasıldır?.....	60
4.4. MRI-ESM2-0 Gelecek Senaryosu Kapsamında Zeytin Alanlarının Gelecekteki Olası Dağılımı Nasıldır?.....	66
4.4.1. MRI-ESM2-0 Modelinin SSP2-4.5 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Dağılım Alanları Nasıldır?	66
4.4.2. MRI-ESM2-0 Modelinin SSP5-8.5 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Dağılım Alanları Nasıldır?	74
4.5. MIROC6 Gelecek Senaryosu Kapsamında Zeytin Alanlarının Gelecekteki Olası Dağılım Alanları Nasıldır?	82
4.5.1. MIROC6 Modelinin SSP2-4.5 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Dağılım Alanları Nasıldır?	82
4.5.2. MIROC6 Modelinin SSP5-8.5 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Dağılım Alanları Nasıldır?	90
4.6. Zeytin Tarımı Kapsamında İklim Değişikliği Kırılgenliğini Etkileyen Faktörler Nelerdir?	97

4.6.1. Zeytin Tarımı Kapsamında Maruziyet.....	99
4.6.2. Zeytin Tarımı Kapsamında Hassasiyet.....	101
4.6.3. Zeytin Tarımı Kapsamında Uyum Kapasitesi	104
4.7. İklim Değişikliği Projeksiyonları Işığında Türkiye'deki Zeytin Tarımının Kırılabilirlik Durumu Nasıldır?	106
4.7.1. RCP Senaryoları Kapsamında Kırılabilirliklerin İncelenmesi	108
4.7.2. SSP Senaryoları Kapsamında Kırılabilirliklerin İncelenmesi	115
4.8. Değişen İklim Koşulları Altında Sürdürülebilir Zeytin Tarımı için Hangi Uyum Önerilerinde Bulunulabilir?.....	127
4.8.1. Sulama Yönetimi	130
4.8.2. Toprak Yönetimi	140
4.8.3. Gübreleme.....	149
4.8.4. Çeşit Seçimi.....	153
4.8.5. Aşırı Hava Olaylarından Koruma	173
4.8.6. Hastalık ve Zararlılarla Mücadele	178
4.8.7. Dikim Teknikleri.....	181
4.8.8. Budama	184
4.8.9. Hasat	186
4.8.10. Teknoloji Kullanımı ve Eğitim	194
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	197
5.1. Sonuçlar.....	197
5.2. Öneriler.....	207
KAYNAKÇA	219

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1. Ülkelerin Zeytinlik Alanları (bin ha)	14
Çizelge 2. Ülkelerin Dane Zeytin Üretimi (bin ton)	14
Çizelge 3. İllere Göre Meyve Veren Yaşta Ağaç Sayısı (2023 Yılı)	17
Çizelge 4. İllere Göre Zeytin Üretimi (2013-2023)	18
Çizelge 5. Biyoiklim Değişkenleri	36
Çizelge 6. 1960-1990 Modeli için Biyoiklim Değişkenlerinin Yüzde Katkıları	47
Çizelge 7. 1970-2000 Modeli için Biyoiklim Değişkenlerinin Yüzde Katkıları	48
Çizelge 8. 1960-1990 Dönemi için Elde Edilen Modele göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar	50
Çizelge 9. 1970-2000 Dönemi için Elde Edilen Modele göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar	53
Çizelge 10. RCP4.5 2050 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar	56
Çizelge 11. RCP4.5 2070 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar	58
Çizelge 12. RCP8.5 2050 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar	60
Çizelge 13. RCP8.5 2070 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar	63
Çizelge 14. MRI-ESM2-0 Modeli SSP2-4.5 2041-2060 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km ²)	66
Çizelge 15. MRI-ESM2-0 Modeli SSP2-4.5 2061-2080 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km ²)	69
Çizelge 16. MRI-ESM2-0 Modeli SSP2-4.5 2081-2100 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km ²)	71
Çizelge 17. MRI-ESM2-0 Modeli SSP5-8.5 2041-2060 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km ²)	74
Çizelge 18. MRI-ESM2-0 modeli SSP5-8.5 2061-2080 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km ²)	79
Çizelge 19. MRI-ESM2-0 modeli SSP5-8.5 2081-2100 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km ²)	80
Çizelge 20. MIROC6 Modeli SSP2-4.5 2041-2060 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km ²)	82

Çizelge 21. MIROC6 Modeli SSP2-4.5 2061-2080 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km ²).....	85
Çizelge 22. MIROC6 Modeli SSP2-4.5 2081-2100 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km ²).....	88
Çizelge 23. MIROC6 Modeli SSP5-8.5 2041-2060 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km ²).....	90
Çizelge 24. MIROC6 Modeli SSP5-8.5 2061-2080 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km ²).....	95
Çizelge 25. MIROC6 Modeli SSP5-8.5 2081-2100 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km ²).....	95
Çizelge 26. Günümüzden RCP4.5 2050 ve 2070 Dönemlerine Değişim	109
Çizelge 27. Günümüzden RCP8.5 2050 ve 2070 Dönemlerine Değişim	112
Çizelge 28. Günümüzden SSP2-4.5 (MRI-ESM2-0) 2041-2060 ve 2081-2100 Dönemlerine Değişim	115
Çizelge 29. Günümüzden SSP5-8.5 (MRI-ESM2-0) 2041-2060 ve 2081-2100 Dönemlerine Değişim	118
Çizelge 30. Günümüzden SSP2-4.5 (MIROC6) 2041-2060 ve 2081-2100 Dönemlerine Değişim	121
Çizelge 31. Günümüzden SSP5-8.5 (MIROC6) 2041-2060 ve 2081-2100 Dönemlerine Değişim	124
Çizelge 32. Zeytinin Büyüme Dönemleri ve Su Stresinin Bitki Üzerindeki Etkileri	133
Çizelge 33. İyi Bir Zeytin Yetiştiriciliği için Gerekli Toprak Özellikleri	141
Çizelge 34. Zeytin Yapraklarındaki Kritik Besin Seviyeleri (Temmuz Ayında Örneklenen Zeytin Yapraklarındaki Besin Seviyeleri).....	150
Çizelge 35. Ege Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Önemli Zeytin Çeşitlerine Ait Bilgiler	157
Çizelge 36. Marmara Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Önemli Zeytin Çeşitlerine Ait Bilgiler	161
Çizelge 37. Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Önemli Zeytin Çeşitlerine Ait Bilgiler	164
Çizelge 38. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Önemli Zeytin Çeşitlerine Ait Bilgiler	168

Çizelge 39. Karadeniz Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Önemli Zeytin Çeşitlerine Ait Bilgiler	171
Çizelge 40. Zeytinin Fenolojik Dönemlere Göre Sıcaklık İsteği.....	174
Çizelge 41. Düşük Sıcak Değerlerinin Fenolojik Etkileri	174
Çizelge 42. Bölgelere Göre Uygunluk Sınıflarının Kapladığı Alanlar (1960-1990 Modeline Göre).....	199
Çizelge 43. Bölgelere Göre Uygunluk Sınıflarının Kapladığı Alanlar (1970-2000 Modeline Göre).....	200

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Çalışma Alanının Lokasyon Haritası	3
Şekil 2. Ülkelerin Zeytin Üretim Alanları (bin ha)	15
Şekil 3. Ülkelerin Zeytin Dane Üretim Miktarları (bin ton)	15
Şekil 4. Türkiye’de Yıllara Göre Zeytin Ağaç Sayısındaki Değişim	16
Şekil 5. Türkiye’de Yıllara Göre Zeytin Üretimindeki (Ton) Değişim	16
Şekil 6. İllere Göre Ağaç Sayısının Oransal Dağılımı (2023 Yılı)	17
Şekil 7. İllere Göre Zeytin Üretiminin Yüzdesel Dağılımı (2013-2023)	18
Şekil 8. Türkiye’de Zeytin Tarımına Elverişli Alanlar	19
Şekil 9. Türkiye’de Dağılışı Gösteren Zeytinliklerden Örnek Alanlar	20
Şekil 10. Çalışmada Kullanılan Varlık Verilerinin Dağılışı	35
Şekil 11. 1960-1990 Referans Periyotlu Biyoiklim Değişkenleri	37
Şekil 12. 1970-2000 Referans Periyotlu Biyoiklim Değişkenleri	38
Şekil 13. Çalışmada Kullanılan Maxent Yazılımı	42
Şekil 14. İş-Akış Şeması	44
Şekil 15. 1960-1990 Dönemi için Korelasyon Sonuçları	45
Şekil 16. 1970-2000 Dönemi için Korelasyon Sonuçları	46
Şekil 17. 1960-1990 Modeli için AUC Değeri	46
Şekil 18. 1990-2000 Modeli için AUC Değeri	47
Şekil 19. 1960-1990 Modeli için Jackknife Testi Sonuçları	48
Şekil 20. 1970-2000 Modeli için Jackknife Testi Sonuçları	49
Şekil 21. 1960-1990 Referans Periyotlu Yakın Geçmiş Verilerinden Elde Edilen Günümüz için Potansiyel Habitat Alanları	51
Şekil 22. 1970-2000 Referans Periyotlu Yakın Geçmiş Verilerinden Elde Edilen Günümüz için Potansiyel Habitat Alanları	54
Şekil 23. RCP4.5 2050 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	57
Şekil 24. RCP4.5 2070 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	59
Şekil 25. RCP8.5 2050 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	62

Şekil 26. RCP8.5 2070 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	65
Şekil 27. MRI-ESM2-0 Modeli SSP2-4.5 2041-2060 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	68
Şekil 28. MRI-ESM2-0 Modeli SSP2-4.5 2061-2080 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	70
Şekil 29. MRI-ESM2-0 Modeli SSP2-4.5 2081-2100 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	73
Şekil 30. MRI-ESM2-0 Modeli SSP5-8.5 2041-2060 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	75
Şekil 31. MRI-ESM2-0 Modeli SSP5-8.5 2061-2080 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	78
Şekil 32. MRI-ESM2-0 Modeli SSP5-8.5 2081-2100 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	81
Şekil 33. MIROC6 Modeli SSP2-4.5 2041-2060 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	83
Şekil 34. MIROC6 Modeli SSP2-4.5 2061-2080 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	86
Şekil 35. MIROC6 Modeli SSP2-4.5 2081-2100 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	89
Şekil 36. MIROC6 Modeli SSP5-8.5 2041-2060 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	91
Şekil 37. MIROC6 Modeli SSP5-8.5 2061-2080 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	94
Şekil 38. MIROC6 Modeli SSP5-8.5 2081-2100 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı	96
Şekil 39. Kırılğanlığın Bileşenleri	97
Şekil 40. Uyum Kapasitesinin Kırılğanlığı Etkilemesindeki Rolü	98
Şekil 41. Maruziyet, Hassasiyet ve Uyum Kapasitesinin Kırılğanlık ve Uyuma Etkisi	99
Şekil 42. Günümüzden RCP4.5-2050 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı	110
Şekil 43. Günümüzden RCP4.5-2070 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı	111
Şekil 44. Günümüzden RCP8.5-2050 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı	113
Şekil 45. Günümüzden RCP8.5-2070 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı	114

Şekil 46. Günümüzden SSP2-4.5 (MRI-ESM2-0) 2041-2060 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı.....	116
Şekil 47. Günümüzden SSP2-4.5 (MRI-ESM2-0) 2081-2100 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı.....	117
Şekil 48. Günümüzden SSP5-8.5 (MRI-ESM2-0) 2041-2060 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı.....	119
Şekil 49. Günümüzden SSP5-8.5 (MRI-ESM2-0) 2081-2100 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı.....	120
Şekil 50. Günümüzden SSP2-4.5 (MIROC6) 2041-2060 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı.....	122
Şekil 51. Günümüzden SSP2-4.5 (MIROC6) 2081-2100 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı.....	123
Şekil 52. Günümüzden SSP5-8.5 (MIROC6) 2041-2060 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı.....	125
Şekil 53. Günümüzden SSP5-8.5 (MIROC6) 2081-2100 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı.....	126
Şekil 54. İklim Değişikliğinin Gıda Güvenliği ve Beslenme Üzerindeki Etkileri...	128
Şekil 55. Zeytinin Ticari Olarak Sürdürülebilirliği için Gerekli Olan Uyum Stratejileri	130
Şekil 56. Akdeniz Havzası'nda Zeytinin Yıllık Gelişme Evreleri.....	131
Şekil 57. Zeytin Ağaçlarının Karık Sulama Yöntemi ile Sulanması.....	135
Şekil 58. Zeytin Ağaçlarının Tava (Çanak) Sulama Yöntemi ile Sulanması	136
Şekil 59. Zeytin Ağaçlarının Yağmurlama Yöntemi ile Sulanması	136
Şekil 60. Zeytin Ağaçlarının Damlama Yöntemi ile Sulanması	137
Şekil 61. Zeytin Ağaçlarının Yüzey Altı Sulama Yöntemi ile Sulanması	138
Şekil 62. Muğla Civarında Kireçtaşları Üzerinde Yer Alan Zeytinlikler.....	142
Şekil 63. Karacasu'da (Aydın) Kültivatör ile Sürülmüş Zeytin Bahçesi	144
Şekil 64. Sabancılar Köyü (Akhisar, Manisa) Çevresinde Bitki Örtülü Toprak İşleme Sisteminin Uygulandığı Bir Zeytinlik.....	146
Şekil 65. Köprübaşı (Manisa) Civarında Yeni Oluşturulan Zeytinlikler	147
Şekil 66. Bursa Civarında Yeni Oluşturulan Zeytinlikler	148
Şekil 67. Edremit Körfezi'nde Kazdağları'nın Güneye Bakan Yamaçlarındaki Zeytinlikler (Kazdağı Etekleri, Ahmetçe-Küçükkuşu, Çanakkale)	148

Şekil 68. Erenbağı Köyü (Kula, Manisa) Civarında Teraslama Yapılan Zeytinlikler	149
Şekil 69. 2013-2023 Yılları için Bölgelere göre Zeytin Üretimleri.....	155
Şekil 70. Akhisar (Manisa) Civarındaki Zeytinlikler.....	155
Şekil 71. Soma (Manisa) Civarındaki Zeytinlikler	156
Şekil 72. Söke (Aydın) Civarındaki Bir Zeytinlikten Görünüm	156
Şekil 73. Ege Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Zeytin Çeşitlerinin Dağılımı	157
Şekil 74. Orhangazi (Bursa) Civarındaki Bir Zeytinlik.....	160
Şekil 75. Marmara Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Zeytin Çeşitlerinin Dağılımı	160
Şekil 76. Hatay Civarındaki Zeytinlikler	163
Şekil 77. Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Zeytin Çeşitlerinin Dağılımı	164
Şekil 78. Nizip (Gaziantep) Civarında Antepfıstığı ve Zeytinin Birlikte Yer Aldığı Bir Bahçe.....	166
Şekil 79. Kilis Civarında Zeytinlikler	166
Şekil 80. Nizip (Gaziantep) Civarında Zeytinlikler	167
Şekil 81. Derik'teki (Mardin) Bir Zeytin Bahçesinden Görünüm	167
Şekil 82. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Zeytin Çeşitlerinin Dağılımı	168
Şekil 83. Çoruh Vadisinde (Artvin) Yer Alan Zeytinliklerden Görünüm	171
Şekil 84. Karadeniz Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Zeytin Çeşitlerinin Dağılımı	171
Şekil 85. Gemlik (Bursa) Civarında Kar Yağışı Etkisinde Kalan Bir Zeytinlik	176
Şekil 86. Farklı Dikim Şekilleri	181
Şekil 87. Farklı Dikim Tekniklerine göre Zeytin Bahçeleri.....	182
Şekil 88. Zeytinin Hasat Tarihleri	186
Şekil 89. M.Ö. 520'de Yunanistan'da Zeytin Hasadını Tasvir Eden Bir Amfora	187
Şekil 90. Midilli Adası'nda Zeytin Hasadı (Theophilos, 1873-1934).	187
Şekil 91. Datça (Muğla) Civarında Sırıkla Zeytin Hasadı.....	188
Şekil 92. Ayvacık (Çanakkale) Civarındaki Bir Zeytinlikte Sırıkla Hasat	189
Şekil 93. Hatay'da Budamayla Yapılan Bir Zeytin Hasadı.....	190
Şekil 94. Küçükkuşu-Ayvacık (Çanakkale) Civarında Bir Zeytinlikte Tarakla Zeytin Hasadı.....	191

Şekil 95. Yüreğil Köyü (Bucak, Burdur) Civarında Tırmık Kullanılarak Yapılan Zeytin Hasadı.....	191
Şekil 96. Mut'ta (Mersin) Tarak ve Merdiven Kullanılarak Hasat Yapılan Bir Zeytinlik	192
Şekil 97. Edremit Körfezi'inde Gövde Sarsıcı Hasat Makinası ile Zeytin Hasadı..	193
Şekil 98. Eğimli Arazilerde Zeytin Hasadından Elde Edilen Ürünler At veya Katırlarla Taşınır.....	194
Şekil 99. CCSM4 Modeli Kayıp-Kazanç Tablosu	201
Şekil 100. SSP Modellerinin Kayıp-Kazanç Tablosu	203

KISALTMALAR

AR5	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 5. Değerlendirme Raporu
AR6	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 6. Değerlendirme Raporu
AUC	: ROC Eğrisi Altında Kalan Alan
CCSM4	: Topluluk İklim Sistemi Modeli Versiyon 4
CMIP	: Birleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi
ECS	: Denge İklim Hassasiyeti
GBIF	: Küresel Biyolojik Çeşitlilik Sistemi
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MIROC6	: Disiplinlerarası İklim Araştırmaları Modeli Versiyon 6
MRI-ESM2-0	: Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Yer Sistemi Modeli Versiyon 2
ppm	: Milyonda Bir Parçacık
RCP	: Temsili Konsantrasyon Rotaları
ROC	: Alıcı İşletim Karakteristiği
SKA	: Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları
SSP	: Ortak Sosyo-Ekonomik Rotalar
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

1.GİRİŞ

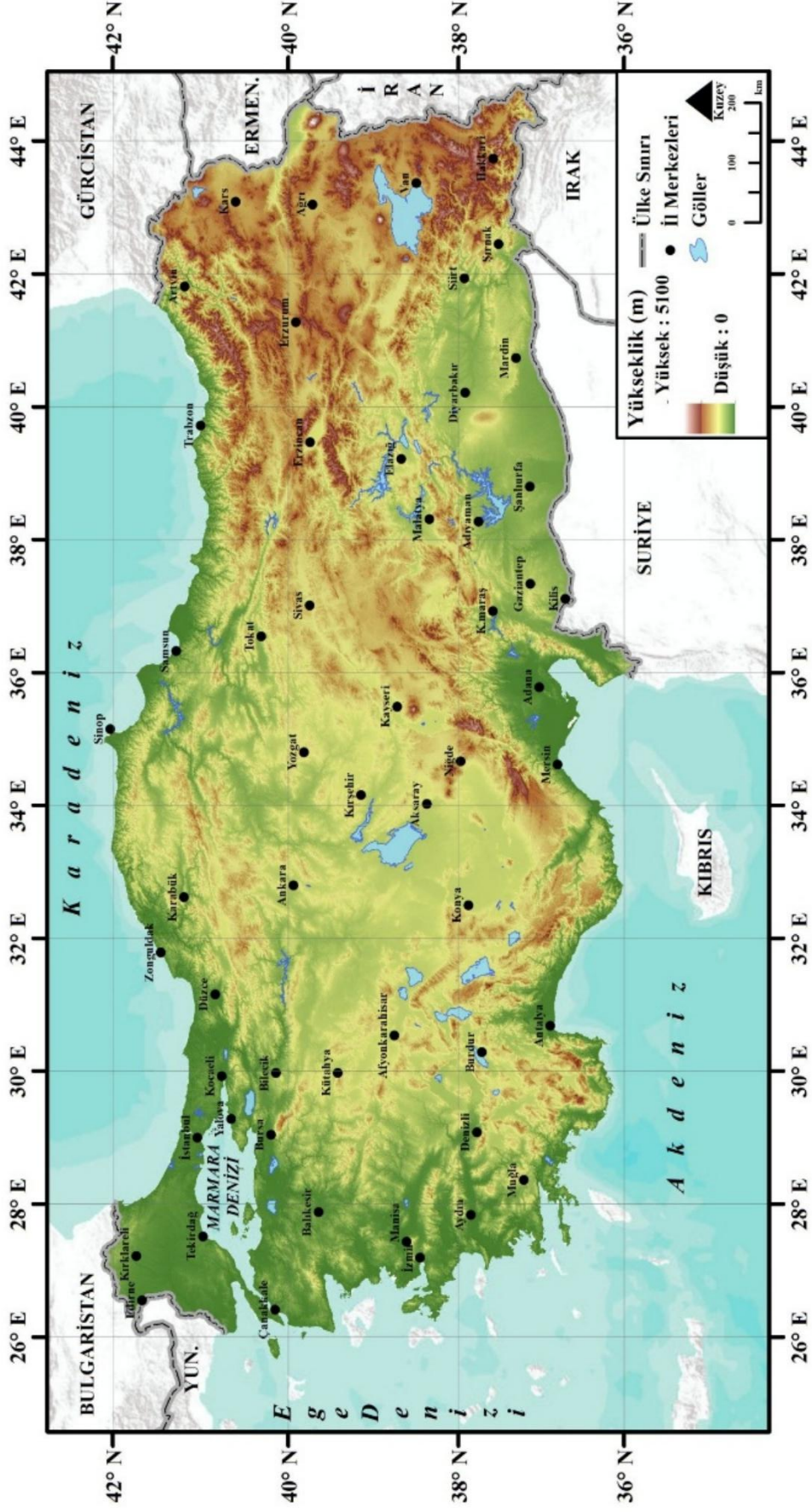
İklim, coğrafi çevrenin şekillenmesini ve insan yaşamını kontrol eden önemli bir fiziki coğrafya etmenidir. İnsanların doğal çevre ile olan ilişkilerini belirleyen iklim, insanlık tarihi boyunca toplumların dünya üzerindeki dağılışına, beslenme, barınma, ekonomik faaliyetlerine ve diğer pek çok insan faaliyetleri üzerinde etkisini göstermiş ve göstermeye de devam etmektedir (Özdemir, 2004, s. 173; Erol, 2014, s. 1; Koç, 2022, s. 6). İnsanların sürdürdüğü bu faaliyetler doğrudan ya da dolaylı olarak hava koşullarına ve iklime bağımlı olarak gerçekleştirilmektedir. İnsan yaşamı açısından son derece büyük önem arz eden tarım faaliyetleri, hava koşullarına ve iklime bağımlı olarak sürdürülmektedir (Ustaoglu, 2009, s. 1). Tarımsal ürünlerin coğrafi dağılımları ile yetiştirilmesinde ve verimliliğinde iklim şartları önemli ölçüde etkili olmaktadır. Bu etki genel olarak iklimin sıcaklık ve yağış parametreleri tarafından belirlenmektedir. Sıcaklık ve yağış parametrelerinde gerçekleşen kısa ve uzun dönemli değişimler, ürün verimliliğini etkilemekte ve üretimde dalgalanmaya sebebiyet vermektedir (Chintala vd., 2014, s. 2; Ochieng ve Mathenge, 2016, s. 1; Beillouin vd., 2020, s. 1; Van Huong vd., 2022, s. 1). Son yıllarda kuraklık, sıcak hava dalgaları, fırtınalar, şiddetli ve düzensiz yağışlar gibi ekstrem olayların dünya çapında sıklığı ve şiddeti artmaktadır (Hisali, Birungi ve Buyinza, 2011, s. 1245). Bu durumun ortaya çıkardığı olumsuz etki tarımsal ürünün verimliliğinde (Challinor vd., 2014, s. 287) ve kalitesinde kendini göstermektedir. Tarımsal üretimin tamamen iklim şartlarına bağımlı olarak yapıldığı kurak ve yarı kurak bölgelerde yıldan yıla iklim şartlarında ortaya çıkan değişimler, tarımsal faaliyetleri etkilemekte ve özellikle ekonomisi tarıma dayalı olan ülkelerde maddi kayıpların yaşanmasına neden olabilmektedir. Tüm bunların yaşanması küresel ölçekte gerçekleşen iklim değişikliğinin göstergeleri arasındadır.

Doğal çevre ve biyolojik çeşitlilik üzerinde son derece etkili olan iklim, değişim halinde olan bir sistemdir (Türkeş vd., 2000, s. 1). İklim değişikliği genel olarak doğal sistemlerden ve insan faaliyetlerinden kaynaklanan, iklimin ortalama

durumunda gözlenen uzun süreli değişiklikler olarak tanımlanmaktadır (Türkeş, 2008, s. 1). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), özellikle Sanayi Devrimi'nden beri iklim değişikliğinde antropojenik etkinin arttığını ve atmosferin küresel anlamda ısınmasının 20. yüzyılın ortalarından itibaren kesinlik arz etmekte olduğunu ve gözlenen bu değişikliklerin büyük bir kısmının daha önce hiç görülmemiş düzeyde olduğunu ifade etmektedir. (IPCC, 2013, s. v). 1850 yılında 280 ppm (milyonda bir parçacık) olarak ölçülen CO₂ miktarı (Botsyun vd., 2022, s. 3; Rani vd., 2022, s. 1026), Mauna Loa Gözlemevi verilerine göre, 2023 yılı ortalaması yaklaşık 421 ppm olarak hesaplanmıştır (http-1). 21. yüzyılın ilk yirmi yılında (2001-2020) küresel yüzey sıcaklığı, 1850-1900 döneminden yaklaşık 1°C daha yüksek olduğu belirtilmektedir. En yüksek sera gazı emisyon senaryosuna (SSP5-8.5) göre küresel yüzey sıcaklık değişiminin 21. yüzyılın sonlarına doğru (2081-2100) yaklaşık 2°C'yi aşması beklenmektedir (IPCC, 2021, s. 59). 1980'den bugüne kadar, küresel çapta her on yılda ölçülen ortalama sıcaklık değerleri, bir önceki on yılın ortalama sıcaklık değerlerinden daha yüksek değerlere ulaşmıştır (Şensoy, 2022, s. 29).

Büyük bir kısmı Akdeniz'in subtropikal makroklimatik bölgesinde yer alan Türkiye, iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkeler arasında yer almaktadır. (Türkeş, 2017, s. 48; Türkeş, 2020a, s. 85). Çalışma alanı olarak belirlenen Türkiye, 36-42° kuzey paralelleri ile 26-45° doğu meridyenleri arasında konumlanan (Şekil 1), ortalama 1141 m yükselti ve ortalama %17 eğim değerine sahip (Elibüyük ve Yılmaz, 2010, s. 27), 3 tarafı denizlerle çevrili olan, Avrupa, Asya ve Afrika kıtalarının düğüm noktasında bir ülkedir.

Türkiye yıl boyunca farklı hava kütlelerin etkisi altındadır. Yazın tropikal, kışın ise hem polar hem de tropikal hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır ve bu durum sıcaklık ve yağış başta olmak üzere diğer iklim parametrelerini de önemli ölçüde etkilemektedir (Atalay, 1997, s. 117). Türkiye'nin iklim yapısı, büyük ölçüde Kuzey Atlantik, Sibirya, Basra ve Akdeniz Havzası'ndaki mevsimlik hava dolaşım sistemleri tarafından şekillenmektedir (Yetmen, 2020, s. 1). Bu bölgelerden kaynaklanan hava hareketleri, Türkiye'nin farklı bölgelerinde sıcaklık, yağış ve rüzgâr gibi temel iklim parametrelerini önemli ölçüde etkilemekte ve çeşitlendirmektedir.



Şekil 1. Çalışma Alanının Lokasyon Haritası

Türkiye'nin iklimini etkileyen faktörlerin başında, ülkenin Dünya üzerindeki coğrafi konumu gelmektedir (Koçman, 1993, s.1). Bunun yanı sıra yerçekilleri, orografik özellikler, yükselti farkları, denizel etkiler ve karasallık derecesi gibi fiziki coğrafya faktörleri, iklim elemanları üzerinde önemli bir role sahiptir (Koçman, 1993, s. 7; Erinç, 1996, s. 301). Türkiye'nin topoğrafyası, doğu-batı doğrultusunda uzanan dağ sıralarıyla karakterizedir. Bu dağlar, kuzeyden ve güneyden gelen hava kütlelerinin iç bölgelere ulaşmasını büyük ölçüde engelleyerek, kıyı bölgeleri ile iç kesimler arasında belirgin sıcaklık farklılıklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Erinç, 1996, s. 302). Kuzey ve güneyde kıyıya paralel uzanan dağların denize dönük yamaçlarında yüksek yağış değerleri gözlemlenirken, dağların iç yamaçlarında ve iç bölgelerde yağış miktarı belirgin şekilde azalmaktadır (Koçman, 1993, s. 8). Öte yandan yükseklik ve topoğrafik seviye farklılıkları da sıcaklık, yağış ve bunlarla ilişkili iklimsel faktörlerin bölgesel ve yöresel olarak değişkenlik göstermesine yol açmaktadır (Erinç, 1996, s. 302; Atalay, 1997, s. 121).

Türkiye'de 1991-2020 yılı kayıtlarına göre sıcaklık ortalaması 13,9°C olarak ölçülmüşken, yıllık toplam yağış ortalaması ise 573,4 mm olarak ölçülmüştür (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2024, s. 2). Erinç yağış etkinlik indisine göre, Türkiye'de tam kurak iklim sınıfına giren alanlar bulunmamaktadır. Ancak ülkenin yaklaşık %58'ini yarı nemli, %17'sini yarı kurak, %16'sını nemli, %7'sini çok nemli ve %2'sini ise kurak iklim sınıfına giren alanlardan oluşmaktadır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016, s. 5). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre, İç Anadolu Bölgesi'nde kurak iklim tipi geniş yer tutarken, İç Anadolu Bölgesi'nin yüksek kesimleri ile Doğu Anadolu Bölgesi'nin büyük bir kısmında kışları soğuk ılıman orta enlem iklim tipi görülmektedir. Ege ve Marmara Bölgeleri ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin büyük bir kısmında, kışları ılıman orta enlem iklim tipi hakimdir. Bu iklim tipi aynı zamanda Akdeniz ve Karadeniz Bölgelerinde paralel olarak uzanan dağ kuşağı ile kıyı şeridi arasındaki alan boyunca da egemenlik göstermektedir (Öztürk, Çetinkaya ve Aydın, 2017, s. 26, 27).

Bu çalışma MaxEnt modelleme aracının geniş ölçeklerde daha iyi sonuçlar verdiği göz önünde bulundurularak, Türkiye genelindeki zeytin alanlarının dağılışı temel alınarak hazırlanmıştır.

1.1. Araştırmanın Problemi

Sıcaklık, yağış, atmosferik nem ve rüzgâr yoğunluğunda gözlemlenen kademeli değişikliklerin yanı sıra deniz seviyesinin yükselmesi ve aşırı hava olaylarının meydana gelmesindeki değişikliklerle ortaya çıkan iklim değişikliği, önümüzdeki yıllarda insan toplulukları ve küresel ekosistemler için büyük bir tehdit oluşturacağı öngörülmektedir (Hoegh-Guldberg vd., 2019, s. 4). İklim sisteminde ortaya çıkan değişikliklerin neredeyse tüm organizmaları ve ekosistemleri doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebileceği bilinmektedir (Varol vd., 2022a, s. 1). Tarım, hayvancılık, turizm ve ormancılık gibi ekonomik değer ifade eden sektörlerin, iklim değişikliğinden doğrudan etkilenmesi beklenmektedir (Başoğlu, 2014, s. 179). İklim değişikliği ve tarım, her ikisi de küresel ölçekte gerçekleşen birbiriyle ilişkili süreçlerdir (Reddy, 2015, s. 43). Tarım sektörü, iklim parametrelerine duyarlılığı nedeniyle iklim değişikliğine karşı savunmasızdır ve bu durum önemli ekonomik etkilere yol açmaktadır (Malhi, Kaur ve Kaushik, 2021, s. 6).

Tarım, iklime doğrudan bağlı olmasından dolayı iklim değişikliği sonucunda iklim parametrelerinde ortaya çıkacak olan değişikliklerden de son derece etkilenmesi kaçınılmaz bir durumdur. Atmosferde bulunan mevcut CO₂ miktarının artması ve sıcaklık değerlerinin yükselmesi tarım ürünlerinin ekim tarihlerinin daha erkene alınmasını, ekilen mahsulün daha hızlı büyümesini ve mahsulün rekoltesinin artmasını sağlayabilir (Akalin, 2014, s. 354). Buna karşılık, artan sıcaklıklar tarımsal ürünlerin fenolojik dönemlerinde aksamalara (Fraga vd., 2019a, s. 770) ve daha yüksek sıcaklıklar ise bitkinin zarar görmesine neden olabilir. Ayrıca sıcaklıkların artması tarımsal ürünün suya olan ihtiyacını da artıracaktır (Akalin, 2014, s. 363). Yağışların azalması ve sulamanın yetersiz olması kuraklığa karşı dayanıklı olmayan tarımsal ürünlerin zarar görmesi, rekoltelelerinde ciddi azalışların ortaya çıkması ve tarımın yer değiştirerek yeni alanlara kayması gibi ihtimalleri de doğurmaktadır.

Ülkemizin de içerisinde yer aldığı Akdeniz Havzası, iklim değişikliğine karşı hassas bölgelerden biri olarak kabul edilmektedir (Nadal vd., 2015, s. 177; Cammarano vd., 2019, s. 1). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM) Türkiye için hazırladığı iklim değişikliği projeksiyon çalışmaları sonucunda, 2016-2099 dönemi için sıcaklıkların orta-iyimser senaryoya göre (RCP4.5) ortalama olarak 1,5-2,5°C, kötümser senaryoya (RCP8.5) göre 2,5-3,6°C artması tahmin edilmektedir (Akçakaya vd., 2015, s. 132). Türkiye'de klimatoloji alanında yapılmış istatistiki çalışmalarda da

genel olarak, ortalama sıcaklıklarda ve sıcaklık ekstremlerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar tespit edilmiştir (Aykır, 2017; Erlat ve Türkeş, 2017; Acar Deniz ve Gönençgil, 2017; Erlat ve Güler, 2018; Yılmaz, 2019; Gönençgil ve Acar, 2021). Akdeniz Havzası, Güney Asya'nın bir bölümü ve Afrika'nın güneyinde yağışlarda azalma eğilimleri etkili olmaktadır, Kuzey ve Güney Amerika'nın doğu ve kuzey kesimlerinde yağışlarda önemli artış eğilimleri kaydedilmektedir (Türkeş, 2020b, s. 126). MGM'nin hazırlanmış olduğu gelecek projeksiyonlarında, iyimser senaryoya göre yağışların kış mevsimi hariç Türkiye'nin önemli bir kesiminde azalacağı, kış mevsiminde ise yağış miktarında artışların olacağı öngörülmektedir (Akçakaya vd., 2015, s. 67). Sıcaklıklarda ortaya çıkan artış eğilimleri, yağışlardaki azalış eğilimleri ve iklim değişikliği nedeniyle artan yüzey buharlaşması, ülkemizin çeşitli bölgelerinde tarımsal ve ekolojik kuraklıkların yaşanmasına neden olabilir. Bu durumun, gelecek yıllarda tarım sektörü ve dolayısıyla ülke ekonomisi üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği düşünülmektedir.

Türkiye'de tarımsal üretimde önemli bir yere sahip olan bitkilerden biri zeytindir (*Olea europaea* L.). Zeytin, Akdeniz iklimini karakterize eden biyoindikatör türdür ve genel olarak Güney ve Kuzey yarım kürenin 30°-45° enlemleri arasında yetişme alanı bulan ekonomik değeri yüksek bir üründür (Gemaz vd., 2004, s. 501; Sütgibi, 2017, s. 2; Fraga vd., 2019b, s. 180; Orlandi vd., 2020, s. 1; Tuğaç ve Sefer, 2021, s. 98; Uzun ve Ustaoglu, 2022, s.148). Bu türün yayılma ortamı bulunduğu Akdeniz Havzası iklim değişikliği "sıcak noktası" olarak tanımlanmaktadır (Giorgi, 2006, s. 1). Çünkü gelecek iklim değişikliği senaryoları Akdeniz Havzası'nda, sıklık ve şiddeti bakımından artan önemli ısınma eğilimlerini ve birbirini takip eden kurak günleri işaret etmektedir (Fraga vd., 2019a, s. 770). İklim değişikliğinde yaşanması beklenen bu durum, zeytin yetiştiriciliği için zorlayıcı bir etki yaratabilir. İklimin sıcaklık ve yağış parametreleri, bitkilerin biyolojik olarak gelişimi ve fizyolojik faaliyetleri ile coğrafi dağılımlarını belirlemektedir. Bu nedenle sıcaklık ve yağış değerleri zeytin için son derece büyük önem arz etmektedir.

Literatürde zeytin ağaçlarının iklim değişikliğinden etkileneceğini belirten çalışmalar bulunmaktadır (Galán, vd., 2005; Avolio vd., 2012; Ponti vd., 2014; Tanasijevic vd., 2014; Moriondo vd., 2015; Özdemir, 2016; Orlandi vd., 2020; Fraga vd., 2019a; Öğütücü ve Kırac, 2020; Uzun ve Ustaoglu, 2022). Subtropikal bir tür olan zeytin ağacı, düşük sıcaklık değerlerine karşı savunmasızdır ve sıcaklık, zeytin

ağacının büyümesini ve üretimini sınırlayan en önemli çevresel parametredir (Petruccelli vd., 2022, s. 1). İklim değişikliği sonucunda, sıcaklıklarda öngörülen artışın zeytinin büyüme mevsimi uzunluğunu artırması beklenirken (Pérez-López vd., 2008, s. 171), fenolojik zamanlamalarda özellikle de çiçeklenme döneminde potansiyel olarak zararlı etkileri olan değişikliklere yol açabileceği düşünülmektedir (Galán, 2005, s. 187; Orlandi, 2010, s. 272; Avolio, 2012, s. 539; Rojo ve Pérez-Badia, 2014, s. 449; Aguilera, vd., 2015, s. 637). Sıcaklık değerlerinin daha fazla yükselmesi ve artan evapotranspirasyon meyve olgunlaşma sürecini hızlandırarak, daha düşük olgunluk seviyelerinde hasat yapılmasını zorunlu kılabilir (Dag, 2014, s. 175). Bununla beraber, artan sıcaklık değerleri soğuklama süresinin kısılmasına da neden olabilir (Gabaldón-Leal vd., 2017, s. 2; Fraga vd., 2019b, s. 190).

Suyun mevcudiyeti de zeytin ağacı üzerinde kritik bir konudur (Iglesias vd., 2023, s. 1). Akdeniz Havzası'nda yağış miktarındaki değişim, gelecek iklim projeksiyonları altında önemli bir zorluk olarak görülmektedir (Fraga vd., 2019a, s. 770). Yağış miktarının azaldığı alanlarda zeytin yetiştiriciliği ve makul verim için sulamaya olan ihtiyaç artmaktadır. Zeytin ağaçlarının kuraklık koşullarına dayanıklı olmalarına karşın (Ponti, 2014, s. 5598; Varol ve Ayaz, 2012, s. 11), su eksikliği nedeniyle meydana gelebilecek su stresi, düşük çiçeklenme ve meyve tutumu, azalmış yaprak alanı ve sınırlı fotosentez gibi bir dizi olumsuz etkiye neden olabilir (Gabaldón-Leal, vd., 2017, s. 1; Arampatzis vd., 2018, s. 673).

Bu bağlamda tez çalışmasının konusu, iklim değişikliğinin Türkiye'de dağılışı gösteren zeytin bitkisi üzerindeki etkilerini gelecek iklim senaryolarına dayalı olarak tespit etmek ve sürdürülebilir zeytin tarımı için uyum önerilerinde bulunmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu tez çalışmasının amacı, Türkiye'nin biyoçeşitliliğinde ve sosyo-kültürel dokusunda önemli bir yere sahip olan, ayrıca önemli bir ekonomik değer ifade eden zeytin bitkisinin, gelecek iklim koşullarındaki değişkenliğe nasıl tepki vereceğini RCP ve SSP gelecek iklim projeksiyonlarına bağlı olarak modellemek, kırılgan alanları belirlemek ve uyum önerilerinde bulunmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda;

- Oluşturulan modeller kapsamında zeytinin dağılışında önemli olan biyoiklim değişkenlerini belirlemek,

- Çalışma alanında günümüzde potansiyel olarak dağılış gösteren zeytin alanlarını, yakın geçmiş (1960-1990 ve 1970-2000) biyoiklim değışkenlerini kullanarak modellemek,
- Zeytin alanlarının gelecekteki iklim değışikliğinden nasıl etkileneceğini, RCP ve SSP emisyon senaryolarını kullanarak, Maksimum Entropi yaklaşımına dayalı olarak çalışan MaxEnt yazılımında, zamansal ve mekânsal olarak dağılışını modellemek,
- Elde edilen sonuçlar doğrultusunda literatür destekli uyum önerilerinde bulunulması hedeflenmektedir.

Bu tez çalışmasının sonucunda;

- Zeytinin günümüzdeki yayılış alanları dikkate alınarak, gelecek iklim koşulları altında zamansal ve mekânsal olarak nasıl bir yayılış göstereceği modellenmiş, günümüzdeki potansiyel ve gelecekteki olası habitat alanları belirlenmiştir.
- Zeytin için gelecekteki kırılgan alanlar ve potansiyelini artıracak alanlar tespit edilmiştir.
- İklim değışikliğinden kaynaklı olumsuz etkileri önlemek ve değışen iklim koşulları altında zeytin tarımının sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla çalışmanın son aşamasında uyum önerilerinde bulunulmuştur.

1.3. Araştırmanın Önemi

Zeytin bitkisi ülkemiz için büyük önem arz etmektedir. Hem sofralık hem de yağlık olarak yetiştiriciliği yapılan zeytin, illerin ekonomisine büyük katkı sağlarken, aynı zamanda geleneksel bir bitki olması nedeniyle tarihi-kültürel doku içerisinde de halk arasında değer görmektedir. Zeytinin üretim aşamasından son tüketiciye ulaşmasına kadar olan süreç, sektör açısından istihdam imkânları yaratmakta ve gelir kaynağı sağlamaktadır. Bu bakımdan Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma amaçları doğrultusunda, zeytin tarımının sürdürülebilir olması oldukça önem arz etmektedir.

Mevcut literatürde yer alan çalışmalarda, Türkiye için genel olarak yerel ölçekte ve IPCC 5. Değerlendirme Raporu (AR5) içerisinde yer alan RCP emisyon senaryoları kullanılarak, zeytinin gelecekteki muhtemel yayılış alanlarının tespiti yapılmıştır. Ancak bu çalışmada, Türkiye'nin tamamı incelenmiş olup, hem AR6

içerisine yer alan ve daha güncel olan SSPs (MRI-ESM2-0 ve MIROC6) emisyon senaryoları hem de AR5 içerisinde yer alan RCP (CCSM4) emisyon senaryoları karşılaştırmalı olarak kullanılarak, zeytin bitkisinin gelecekteki dağılış alanları zamansal ve mekânsal olarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Birçok disiplinin inceleme alanına girmesinden dolayı bu çalışma, multidisipliner bir öneme sahiptir. Bu önem nedeniyle çalışmanın literatüre katkısının yüksek olması beklenmektedir.

Bu çalışmada aşağıda yer alan ana ve alt sorulara cevaplar aranmıştır.

Çalışmanın ana soruları:

1. Zeytin bitkisinin Türkiye'deki dağılımına etki eden biyoiklim değişkenleri nelerdir?
2. Türkiye'de zeytin alanlarının günümüzdeki potansiyel dağılımı nasıldır?
3. CCSM4 gelecek senaryosu kapsamında zeytin alanlarının gelecekteki olası dağılımı nasıldır?
4. MRI-ESM2-0 gelecek senaryosu kapsamında zeytin alanlarının gelecekteki olası dağılımı nasıldır?
5. MIROC6 gelecek senaryosu kapsamında zeytin alanlarının gelecekteki olası dağılımı nasıldır?
6. Zeytin tarımı kapsamında iklim değişikliği kırılganlığını etkileyen faktörler nelerdir?
7. İklim değişikliği projeksiyonları ışığında Türkiye'deki zeytin tarımının kırılganlık durumu nasıldır?
8. Değişen iklim koşulları altında sürdürülebilir zeytin tarımı için hangi uyum önerilerinde bulunulabilir?

Çalışmanın alt soruları:

1. 1960-1990 referans periyotlu günümüz modeline göre zeytinin dağılım alanları nasıldır?
2. 1970-2000 referans periyotlu günümüz modeline göre zeytinin dağılım alanları nasıldır?
3. CCSM4 modelinin RCP4.5 senaryosuna göre gelecekteki dağılış alanları nasıldır?
4. CCSM4 modelinin RCP8.5 senaryosuna göre gelecekteki olası dağılış alanları nasıldır?

5. MRI-ES2-0 modelinin SSP2-4.5 senaryosuna göre gelecekteki olası dağılış alanları nasıldır?
6. MRI-ESM2-0 modelinin SSP5-8.5 senaryosuna göre gelecekteki olası dağılış alanları nasıldır?
7. MIROC6 modelinin SSP2-4.5 senaryosuna göre gelecekteki olası dağılış alanları nasıldır?
8. MIROC6 modelinin SSP5-8.5 senaryosuna göre gelecekteki olası dağılış alanları nasıldır?

Bu ana ve alt sorulara istatistiksel analizler yaparak, modeller oluşturarak ve sonuçları haritalayarak cevaplar aranmıştır. Çalışmanın, ülke içerisinde bulunan ilgili kurumlara, yerel yönetimlere ve mevcut nüfusa, aynı zamanda yeni iklim şartlarına uyum sürecinde karar vericilere katkı sağlaması düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmada kırılmalık analizi gerçekleştirilmek istenmiş, ancak mevcut verilerin eksikliği ve uygun kayıtların bulunmaması nedeniyle bu analiz tam anlamıyla uygulanamamıştır. Kırılmalık analizinin yapılabilmesi için bölgesel ve il bazında zeytin üreticilerinin demografik yapısı, üretim süreçlerinde kullanılan tarım makinelerine ve ekipmanlara ilişkin bilgiler, hastalık ve zararlılarla ilgili kayıtlar, gübreleme, budama, dikim ve hasat gibi üretim aşamalarına ilişkin sosyo-ekonomik faktörlere dair kapsamlı veri setlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bu verilerin eksikliği, analiz sürecini kısıtlamıştır. Bu sınırlılıklar nedeniyle, kırılmalık analizine alternatif olarak, hem sera gazı emisyonlarına dayalı farklı iklim projeksiyonlarını hem de sosyo-ekonomik faktörleri içeren iklim değişikliği senaryolarından elde edilen habitat uygunluk haritaları kullanılarak bir analiz gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, günümüz koşullarında zeytin yetiştiriciliği için uygun alanlar referans alınmış ve gelecekteki potansiyel değişimlerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu yaklaşım, sosyo-ekonomik faktörlerin mevcut veri eksiklikleri nedeniyle doğrudan dahil edilememesine karşın, iklim değişikliğinin zeytin yetiştiriciliği üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kapsamlı bir temel sağlamıştır.

1.5. Tanımlar

Denge İklim Hassasiyeti (ECS): Atmosferdeki karbondioksit (CO₂) konsantrasyonunun iki katına çıkması nedeniyle küresel yıllık ortalama yüzey

sıcaklığındaki nihai artış olarak tanımlanır (Johansson vd., 2015, s. 449; Nijse, Cox ve Williamson, 2020, s. 738). ECS, Dünya'nın ışımsal zorlamaya duyarlılığının yaygın olarak kabul edilen bir ölçüsüdür (Meraner, Mauritsen ve Voigt, 2013, s. 5944).

Fenoloji: Yıl boyunca bitki ve hayvanların periyodik olarak tekrar eden büyüme ve gelişme evrelerini ve bu evrelerin iklim ile olan ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır (Türkoğlu, Çiçek ve Şensoy, 2014, s. 152).

Habitat: Bir popülasyonun doğal olarak içinde bulunduğu, üreyip çoğalabildiği, varlığını, neslini ve gelişimini sürdürdüğü karakteristik ortamdır (Oruç, Mert ve Özdemir, 2017, s. 135)

İklim Değişikliği: İklim parametrelerinde yıldan yıla meydana gelen farklılık, değişkenlik olarak tanımlanmaktadır (Erlat, 2009, s. 25). İklim değişikliği başka bir ifadeyle, iklim elemanlarının ortalama durumunda gözlemlenen sapmalar ve uzun yıllar boyunca süren istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olarak tanımlanmaktadır (Türkeş, 2008, s. 27).

Kırılganlık:

“Bir sistemin iklim değişkenliği ve ekstrem olaylarda dahil olmak üzere iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı duyarlı olma veya bunlarla baş edememe derecesidir. Kırılganlık, bir sistemin maruz kaldığı iklim değişikliği ve varyasyonunun karakterinin, büyüklüğünün ve hızının, hassasiyetinin ve uyarlanabilir kapasitesinin bir fonksiyonu (McCarthy vd., 2001, s. 6)” olarak ifade edilmektedir.

Soğuklama Süresi: Zeytin ağacında çiçek tomurcuklarının oluşabilmesi için belirli bir süre sıcaklık değerinin 7°C'nin altında kalması gerekmektedir. Zeytinin ağacının ihtiyaç duyduğu bu düşük sıcaklık değeri altında geçen süre soğuklama süresi olarak ifade edilmektedir (Efe vd., 2009, s. 45; Efe vd., 2011, s. 45).

Sürdürülebilirlik: Bir ögenin, sistemin veya sürecin gelecekte de devam edebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (García ve Sanz, 2018, s. 71).

Uyum (Adaptasyon): Küresel iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı zararları önlemeye veya azaltmaya yönelik yapılan düzenlemelere denir. Ortaya çıkması beklenen olumsuz etkileri fırsata çevirip fayda sağlamak ve potansiyel zararları yönetebilmek için strateji geliştirip, bu stratejileri uygulayabilme sürecidir (Parry vd., 2007, s. 6).

2. İLGİLİ ALANYAZIN

2.1. Kuramsal Çerçeve

Sanayi devriminin gerçekleşmesinin ardından yoğun bir endüstrileşme süreci başlamış ve beraberinde fosil yakıtların kullanımında büyük artışlar yaşanmıştır. Bunun yanı sıra arazi örtüsündeki değişiklikler, ormanların tahrip edilmesi, hızlı nüfus artışı, şehirleşme, yoğun göç dalgası ve ulaşım faaliyetlerindeki artış gibi birçok antropojenik neden atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunu artırmış ve bu yaşananlara tepki olarak küresel ölçekte iklim sisteminde değişiklikler kaydedilmiştir (Türkeş, 2008, s. 32; Barry ve Chorley, 2010, s. 9; Hegerl vd., 2019, s. 4). İklim sisteminde ortaya çıkan değişikliklerin en göze çarpanı sıcaklıklarda kaydedilen artışlar, aşırı hava ve iklim olaylarının yaşanma sıklığındaki ve şiddetindeki artışlardır (Demirbaş ve Aydın, 2020, s. 165). IPCC'in 6. Değerlendirme Raporu'nda iklim sisteminde gerçekleşen son değişikliklerin uzun yıldır görülmemiş düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Yine aynı raporda, küresel yüzey sıcaklığının arttığı ve bu artışın 2011–2020 periyodunun, 1850–1900 periyodundan 1,09°C daha yüksek olduğu, ayrıca geçtiğimiz son kırk yılın her birinin, 1850'den günümüze kadar, kendisinden önceki on yıldan daha sıcak olduğu belirtilmiştir (IPCC, 2021, s. 41).

Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) 2022 yılında yayımladığı Küresel İklimin Geçici Durum Raporu'nda; sıcak hava dalgaları, kuraklık ve sel nedeniyle dünyanın farklı bölgelerinde birçok insanın etkilendiği, önemli can ve mal kayıplarının yaşandığı vurgulanmıştır (WMO, 2023, s. ii). Sıcaklıklardaki artışlar, mevsimsel değişiklikler, aşırı hava ve iklim olayları insan toplumları ve ekosistemler üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Kim vd., 2020, s. 1). Ekosistemler ve biyoçeşitlilik üzerindeki olumsuz etkiler sonucunda, bazı türler yok olma aşamasına kadar gelebilirken bazı türlerin habitatlarında değişiklikler veya göçler meydana gelebilir. Bazı türlerin ise popülasyonlarında artışlar kaydedilebilir (Demir, 2009, s. 43). Küresel iklim değişikliğinin yol açtığı mevsimsel kaymalar nedeniyle türlerin fenolojik dönemlerinde de değişiklikler ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, bazı bitki türlerinde

erken yaprak açma ve çiçeklenme gözlemlenirken, bazı bitki türlerinde ise yaprak ve çiçek açma olduğundan daha geç gerçekleştiği gözlemlenmiştir (Cleland vd., 2007, s. 358). Bazı ötücü kuş türlerinin ilkbahar göçlerinin daha erkene kayması ise fenolojik dönemlerde yaşanan değişmelere bir başka örnektir (Van Buskirk, Mulvihill ve Leberman, 2009, s. 760).

İklim ve iklim değişikliği, tarım sektörü üzerinde de doğrudan veya dolaylı olarak etkili olmaktadır (Bayraç ve Doğan 2016, s. 36). Tarımsal üretim doğrudan iklim şartlarına bağımlı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu yüzden iklim şartlarında ortaya çıkabilecek durumlara karşı tarımsal üretim oldukça savunmasızdır (Elias vd., 2019, s. 2). Giderek artan sıcaklıklar, aşırı kurak ve yağışlı yılların sıklığının ve şiddetinin artması, artan toprak buharlaşması nedeniyle yaşanan tarımsal kuraklık gibi iklim değişikliği kaynaklı problemler tarımı etkilemekte ve bu etki mahsul üretimini tehdit etmektedir (Mall, Gupta ve Sonkar, 2017, s. 23). Kurak yılların artması su kaynakları üzerinde ciddi endişe uyandırmaktadır. Artan sıcaklıklarla beraber kurak yılların sıklığının ve şiddetinin artması, tarımsal ürünler üzerinde önemli su stresi yaşanmasına neden olmaktadır. Değişen iklim koşulları altında tarım sektörü açısından önemli bir ürün olan ve bu çalışmanın ana materyalini oluşturan zeytin bitkisinin de etkileneceği beklenmektedir (Zaied ve Zouabi, 2016, s. 535; Arenas-Castro vd., 2020, s. 2; Fraga vd., 2020, s. 3).

Akdeniz iklimine son derece iyi uyum sağlayan zeytin, Akdeniz ikliminin görüldüğü 38 ülkede modern ve geleneksel yöntemler kullanılarak yetiştirilmektedir (Sevim, Varol ve Köseoğlu, 2022, s. 416). Özellikle İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye ve Tunus gibi Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde zeytin yetiştiriciliği büyük ekonomik öneme sahiptir. Son on yıllık (2013-2022) verilere göre, Dünya'daki en büyük zeytin alanına sahip ve en büyük zeytin üreticisi konumundaki ülke İspanya'dır (Şekil 2; Şekil 3). Zeytin yetiştiriciliğinde daha çok kullandığı modern plantasyon teknikleri ile İspanya önemli bir üretici ülkedir. Gıda ve Tarım Örgütü'nün 2022 yılı verilerine göre; Dünyadaki zeytinliklerin yaklaşık %24'ü (2.635 bin ha) İspanya'da yer alırken (Çizelge 1), bu alanlarda dünya zeytin üretiminin yaklaşık %21'i (3.940 bin ton) gerçekleşmiştir (Çizelge 2). İspanya'daki en önemli zeytin alanına Endülüs sahiptir. Katalunya, Estremadura, Sierra Subbetica, Priego de Cordoba, Sierra Magina ve Siurana gibi bölgelerde İspanya'da zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı önemli

alanlardır. İspanya, sofralık ve yağlık amaçlar için birçok zeytin çeşidinin yetiştiriciliğini yapmaktadır (Efe vd., 2011, s. 69).

Çizelge 1. Ülkelerin Zeytinlik Alanları (bin ha)

Ülkeler	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
İspanya	2.507	2.516	2.351	2.522	2.555	2.579	2.602	2.624	2.623	2.635
Tunus	1.823	1.589	1.625	1.646	944	2.424	1.271	2.999	1.251	1.799
İtalya	1.147	1.157	1.148	1.145	1.142	1.142	1.139	1.146	1.129	1.077
Fas	922	947	1.006	1.008	1.021	1.045	1.073	1.069	1.104	1.201
Türkiye	826	826	837	846	846	864	879	887	889	901
Yunanistan	797	818	821	798	793	963	903	906	826	847
Suriye	697	697	695	692	692	693	693	696	693	676
Cezayir	348	383	407	424	433	431	432	439	440	458
Portekiz	352	352	351	356	358	361	378	381	380	380
Libya	252	253	225	243	245	205	206	239	239	220
Diğer	595	626	647	623	730	677	779	700	753	755
Dünya	10.265	10.164	10.113	10.302	9.759	1.1385	10.356	12.085	10.329	10.949
Toplam	20.531	20.328	20.226	20.605	19.518	22.769	20.711	24.171	20.656	21.898

Kaynak: Food and Agriculture Organization. (2023). Statistics.

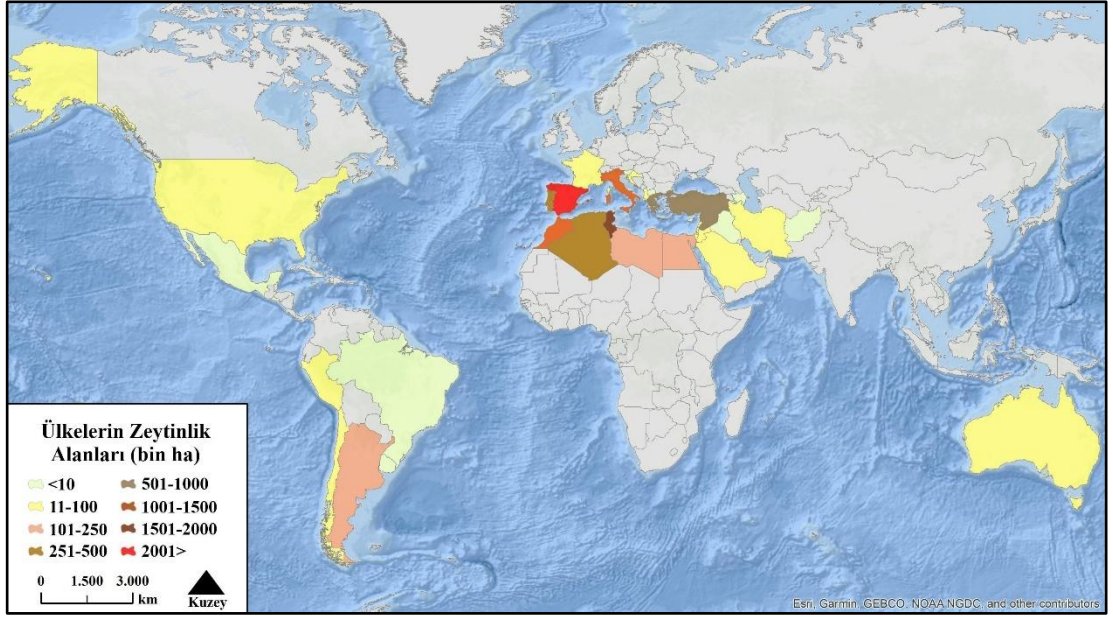
<https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Erişim Tarihi: 01.03.2024)

Çizelge 2. Ülkelerin Dane Zeytin Üretimi (bin ton)

Ülkeler	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
İspanya	9.276	4.560	5.948	7.083	6.549	9.820	5.965	8.138	8.257	3.940
Yunanistan	1.752	2.592	2.908	2.755	2.838	2.765	3.240	3.051	3.045	-
İtalya	2.941	1.964	2.733	2.038	2.598	1.954	2.194	2.207	2.271	2.160
Türkiye	1.676	1.768	1.700	1.730	2.100	1500	1.525	1.317	1.739	2.976
Fas	1.182	1.573	1.144	1.416	1.039	1.561	1.912	1.409	1.591	1.968
Tunus	1.100	376	1.700	700	500	1.617	700	2.000	700	1.200
Mısır	542	566	699	875	1.095	1.084	981	968	1.057	1.137
Portekiz	652	455	723	476	876	739	939	735	1.376	792
Cezayir	579	483	654	696	684	861	869	1.080	705	823
Suriye	842	392	913	668	850	665	844	781	566	991
Diğer	1.529	1.609	1.755	623	2.235	1.993	2.416	2.162	2.197	2.415
Dünya	22.070	16.338	20.876	20.051	21.365	24.557	21.585	23.849	23.502	18.402
Toplam	23.189	28.572	38.387	37.554	40.650	40.278	40.254	44.727	47.006	30.126

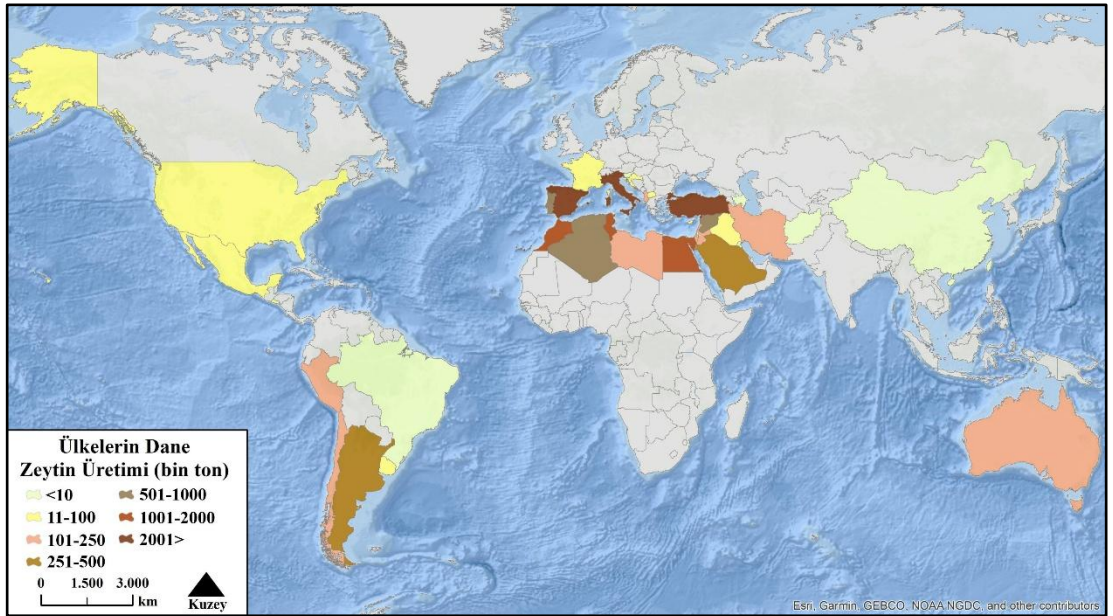
Kaynak: Food and Agriculture Organization. (2023). Statistics.

<https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Erişim Tarihi: 01.03.2024).



Şekil 2. Ülkelerin Zeytin Üretim Alanları (bin ha)

Kaynak: Food and Agriculture Organization. (2023). Statistics.
<https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Erişim Tarihi: 01.03.2024).



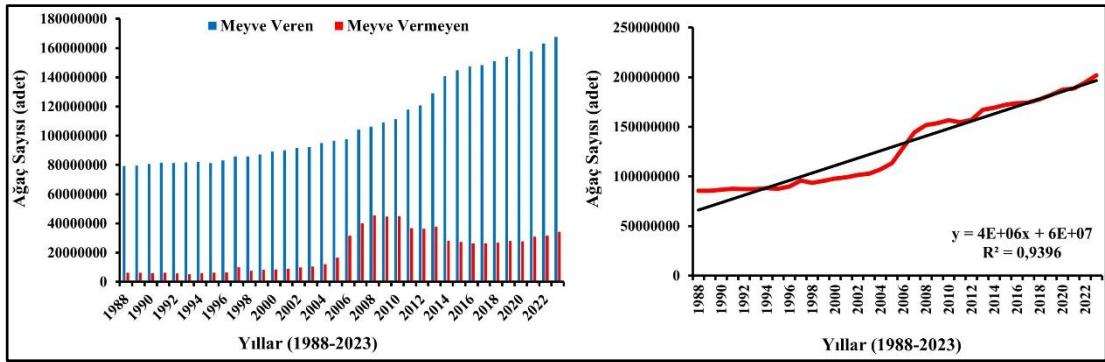
Şekil 3. Ülkelerin Zeytin Dane Üretim Miktarları (bin ton)

Kaynak: Food and Agriculture Organization. (2023). Statistics.
<https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Erişim Tarihi: 01.03.2024).

Türkiye'nin dünya zeytin üretimindeki yeri yıllara göre değişkenlik göstermektedir. Ancak Türkiye, 2022 yılında dünya zeytin üretiminin yaklaşık olarak %16'sını (2.796 bin ton) gerçekleştirmiş olup (Çizelge 2), üretimin gerçekleştiği bu zeytin alanları dünya zeytinliklerinin yaklaşık %8'ine (901 bin ha) karşılık gelmektedir (Çizelge 1). Türkiye'de zeytin önemli yayılış alanına sahiptir. Zeytin,

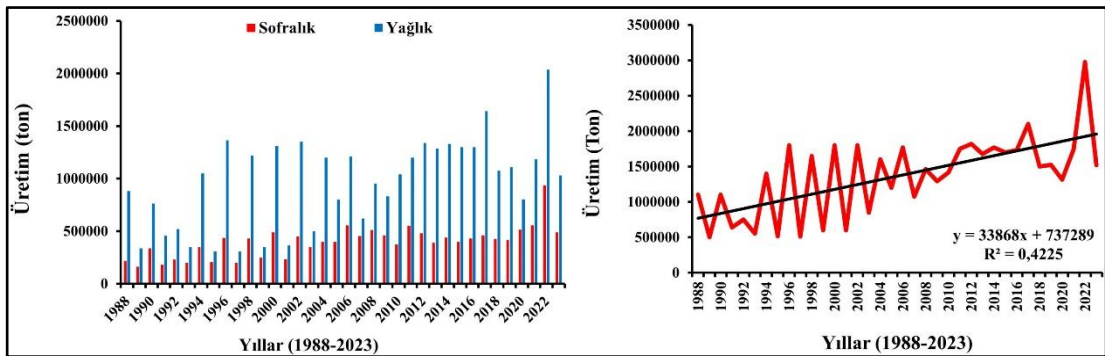
Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Mardin'in güney kesimlerinden başlayarak, Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinin kıyı ile alçak kesimlerini izleyerek yer yer Karadeniz kıyılarında da yayılma alanları bulabilmiştir (Efe vd., 2011, s. 93; Şekil 8). Bu yerlerde bulunan örnek zeytinliklere Şekil 9'da yer verilmiştir.

Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2023 kayıtlarına göre, Türkiye'de 167.544.963 adet meyve veren, 34.224.731 adet ise meyve vermeyen zeytin ağacı bulunmaktadır (Şekil 4). Yine aynı yılın kayıtlarına göre, Türkiye genelinde 490.000 ton sofralık zeytin üretimi gerçekleşirken, 1.030.000 ton zeytin yağı üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). 2002 yılında yürürlüğe giren 4733 sayılı Tütün Kanunu ile tütün tarımı ile uğraşan üreticilerin sayısında önemli azalma olmuştur. Zeytin ise tütün üretimi yerine tercih edilen ikame ürün olarak öne çıkmıştır (Güner, Boyraz ve Çitçi, 2010, s. 177). Hem bu durum hem de zeytin yağına olan talebin artması 2000'li yıllarda zeytin ağacı sayısındaki artışa önemli ölçüde katkı sağlamıştır.



Şekil 4. Türkiye'de Yıllara Göre Zeytin Ağaç Sayısındaki Değişim (1988-2023)

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri, (2023).
<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 07.03.2024).



Şekil 5. Türkiye'de Yıllara Göre Zeytin Üretimindeki (Ton) Değişim (1988-2023)

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri, (2023).
<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 07.03.2024).

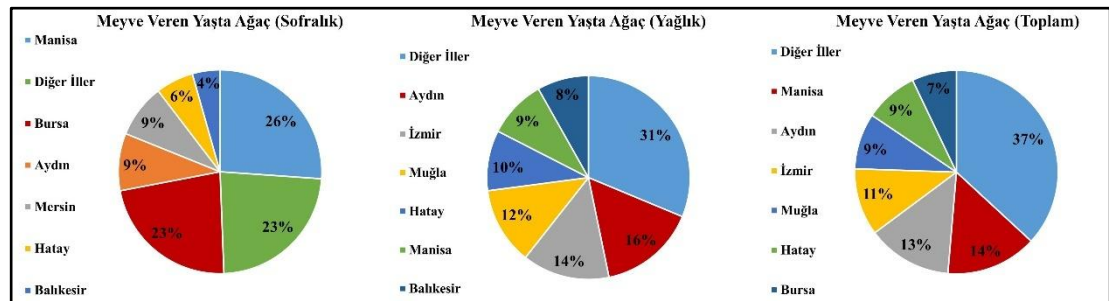
2023 yılı itibarıyla Türkiye’de meyve veren yaşta zeytin ağacı sayısının en fazla olduğu il Manisa’dır. Bu il toplam 24.298.123 ağaç ile ülke genelindeki toplam ağaç varlığının %14,5’ini oluşturmaktadır. Manisa’yı Aydın (%13,5) ve İzmir (10,7) izlemektedir. Bu üç il, sahip olduğu ağaç sayısı ile ülkenin önde gelen zeytin üretim merkezleri arasında yer almaktadır. Sofralık amaca yönelik meyve veren yaşta ağaç sayısı açısından en fazla paya sahip il %26,1’lik oran ile Manisa’dır. Manisa’yı Bursa (%22,6) ve Aydın (%9,1) takip etmektedir. Diğer yandan, yağlık amaca yönelik meyve veren yaşta ağaç sayısının en fazla olduğu il Aydın olup, toplam yağlık zeytin ağaçlarının %15,5’ini barındırmaktadır. Aydın’ı sırasıyla İzmir (%13,9) ve Muğla (%12,3) izlemektedir (Çizelge 3; Şekil 6).

Çizelge 3. İllere Göre Meyve Veren Yaşta Ağaç Sayısı (2023 Yılı)

Meyve Veren Sofralık			Meyve Veren Yağlık			Meyve Veren Toplam Ağaç		
İller	Adet	%	İller	Adet	%	İller	Adet	%
Manisa	13.635.814	26,1	Aydın	17.826.045	15,5	Manisa	24.298.123	14,5
Bursa	11.822.752	22,6	İzmir	15.980.222	13,9	Aydın	22.590.319	13,5
Aydın	4.764.274	9,1	Muğla	14.154.172	12,3	İzmir	17.946.291	10,7
Mersin	4.447.976	8,5	Hatay	11.081.563	9,6	Muğla	14.981.534	8,9
Hatay	3.122.699	6,0	Manisa	10.662.309	9,3	Hatay	14.204.262	8,5
Balıkesir	2.302.042	4,4	Balıkesir	9.396.591	8,2	Bursa	11.822.752	7,1
İzmir	1.966.069	3,8	Gaziantep	8.696.946	7,5	Balıkesir	11.698.633	7,0
Antalya	1.280.452	2,4	Mersin	6.059.034	5,3	Mersin	10.507.010	6,3
Adana	1.031.689	2,0	Çanakkale	4.777.069	4,1	Gaziantep	9.224.929	5,5
Tekirdağ	956.766	1,8	Antalya	3.759.143	3,3	Çanakkale	5.140.722	3,1
Diğer	6.973.337	13,3	Diğer	12.847.999	11,1	Diğer	25.130.388	15,0
Toplam	52.303.870	100	Toplam	115.241.093	100	Toplam	167.544.963	100

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri, (2023).

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 07.03.2024).

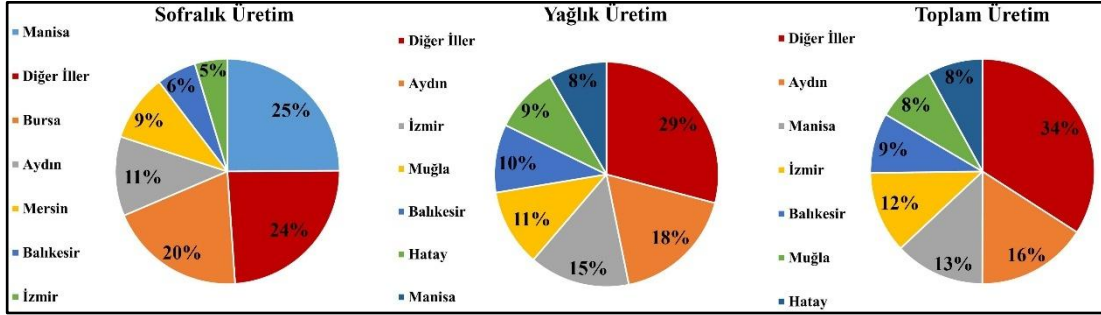


Şekil 6. İllere Göre Ağaç Sayısının Oransal Dağılımı (2023 Yılı)

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri, (2023).

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 07.03.2024).

2013-2023 yılları ortalamasına göre sofralık zeytin üretiminde Manisa birinci sırada yer alırken, yağlık zeytin üretiminde Aydın birinci sırada yer almaktadır (Şekil 7; Çizelge 4). Zeytin hem sofralık hem de yağlık olarak doğrudan üretimi yapılan bir ürün iken, ayrıca farklı sektörlerde de (ilaç, kozmetik, el sanatları, peyzaj ve hayvan yemi gibi) kullanım alanı bulmaktadır. Zeytin bitkisinin üretim ve sektörel bazı kullanım alanları göz önüne alındığı zaman Türkiye ekonomisine ve istihdam ettiği nüfusa katkısı son derece açıktır.



Şekil 7. İllere Göre Zeytin Üretiminin Yüzdesele Dağılımı (2013-2023)

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri, (2023).

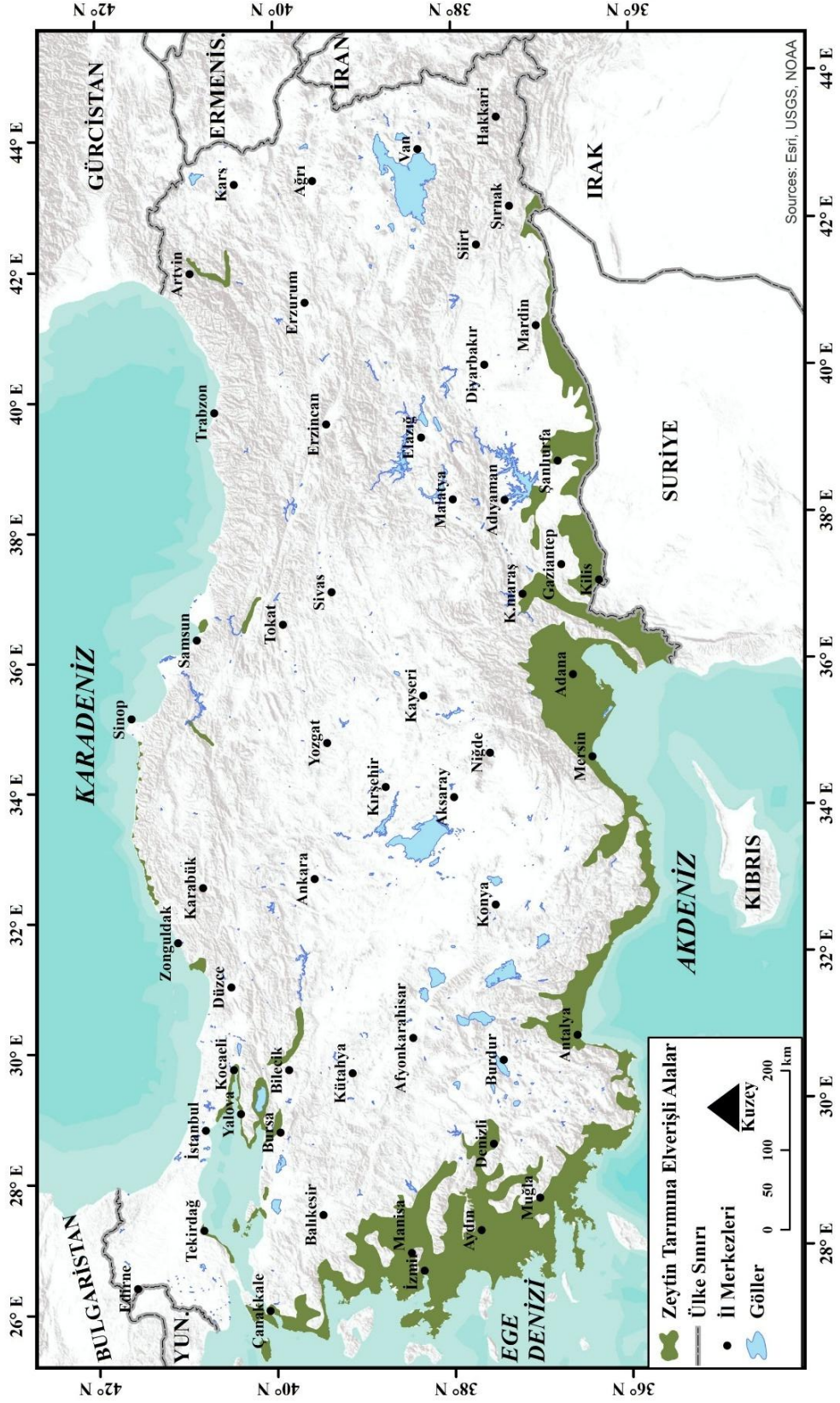
<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 07.03.2024).

Çizelge 4. İllere Göre Zeytin Üretimi (2013-2023)

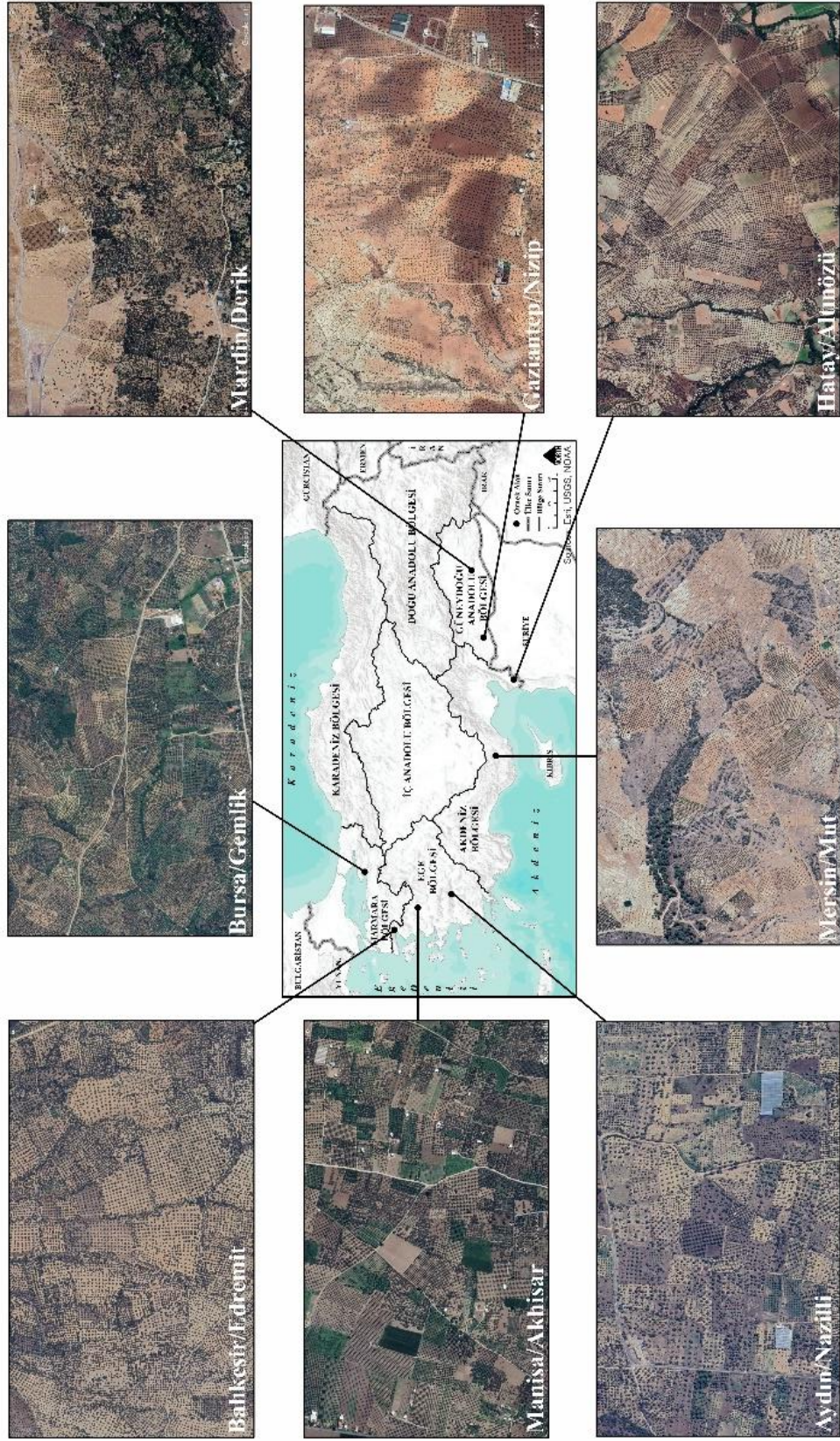
Sofralık Zeytin			Yağlık Zeytin		
İller	Üretim (ton)	%	İller	Üretim (ton)	%
Manisa	1.357.025	24,9	Aydın	2.498.139	17,7
Bursa	1.076.721	19,7	İzmir	2.041.718	14,5
Aydın	622.269	11,4	Muğla	1.568.160	11,1
Mersin	524.467	9,6	Balıkesir	1.382.737	9,8
Balıkesir	311.419	5,7	Hatay	1.321.827	9,4
İzmir	254.751	4,7	Manisa	1.184.069	8,4
Hatay	243.654	4,5	Mersin	971.426	6,9
Osmaniye	195.670	3,6	Çanakkale	707.711	5,0
Antalya	128.240	2,3	Gaziantep	558.812	4,0
Muğla	102.393	1,9	Antalya	536.807	3,8
Diğer	640.576	11,7	Diğer	1.322.182	9,4
Toplam	5.457.185	100	Toplam	14.093.588	100

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri, (2023).

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 07.03.2024).



Şekil 8. Türkiye’de Zeytin Tarımına Elverişli Alanlar (Efe vd., 2011’den yeniden düzenlenerek)



Şekil 9. Türkiye’de Dağılış Gösteren Zeytinliklerden Örnek Alanlar (uydu görüntüleri GoogleEarth ile elde edilmiştir)

Ticari anlamda üreticiliği yapılan ülkelerde, zeytin önemli bir ekonomik değeri ifade etmektedir. Yapracağını dökmeyen ve kserofitik bir ağaç türü olan zeytin, tarihi-kültürel kimliği karakterize eden (Petruccelli vd., 2022, s. 1) ve bu nedenle de halk arasında önem taşıyan kadim bir bitkidir (Efe vd., 2012, s. 1). Gelecekteki iklim projeksiyonları, zeytin ağaçları gibi çok yıllık bitkilerin fizyolojik süreçlerinde, fenolojik zamanlamalarında, pomolojik özelliklerinde, verimlerinde ve kalite özelliklerinde ciddi olumsuzlukların yaşanabileceğini göstermektedir (Sevim, Varol ve Köseoğlu, 2022, s. 415). Bu durum zeytin yetiştiriciliği için zorlayıcı bir etki oluşturabilir. Zeytin ağacının sıcaklık istekleri, fenolojik dönemlere göre farklılık göstermektedir. Normal bir zeytin gelişimi için ortalama hava sıcaklığı, somak oluşumunda 5-10°C, tomurcuklanma evresinde 10-15°C, çiçeklenme döneminde 15-20°C, meyve oluşum ve gelişim döneminde 20-25°C arasında olmalıdır. Tam olgunluktan hasat sonuna kadar olan dönemde ise sıcaklık isteği 5°C civarına düşmektedir (Efe vd., 2011, s. 86). Zeytin ağacının biyolojik olarak gelişimi ve fizyolojik faaliyetleri sırasında gözlerin oluşturabilmesi için soğuklama süresine ihtiyaç duymaktadır. Soğuklama süresinin yetersizliği veya azalması durumunda, verimliliğin azalabileceği ifade edilmektedir (Lavee, 2007, s. 105). Ancak genel olarak -7°C'den daha düşük sıcaklık değerlerine maruz kalan zeytin ağacı zarar görmeye başlar. Yüksek sıcaklık değerleri de zeytin ağacını ve zeytin verimini etkilemektedir (Efe vd., 2009, s. 22). Sıcaklık değerinin 40-45°C'lere ulaşması fotosentezde rol oynayan enzimlerin yapısının bozulmasına neden olur. Bu sıcaklık değerlerine maruz kalan zeytin ağacı zarar görmeye başlar ve ürün veriminin önemli ölçüde azalmasına yol açar (Koubouris vd., 2009, s. 209; Efe vd., 2011, s. 88). Zeytin ağacı, coğrafi konuma ve zeytinin çeşidine bağlı olarak farklı sıcaklık rejimlerini tolere edebilir, kısa süreler için 35°C'lik bir üst sınır sıcaklığa dayanabilmektedir (Arenas-Castro vd., 2020, s. 2).

İklim değişikliğinin yol açtığı veya yol açması beklenen olumsuzlukların nedenlerini anlamak ve oluşabilecek zararları azaltmak için güvenilir gelecek projeksiyonları üretmek kaçınılmazdır. İklim değişikliği karşısında hassas olan ve Akdeniz Havzası'nda önemli habitat ortamı bulan zeytin bitkisi için gelecek projeksiyonları üretmek ve gelecekte bu projeksiyonlara bağlı olarak yeni iklim şartları altında muhtemel habitat alanlarının nasıl dağılışı göstereceğini belirlemek, bu türün **sürdürülebilirliğinin** sağlanması adına önemlidir. Bu çalışma, zeytin tarımında

iklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkabilecek riskleri ve habitat kayıplarını ele alarak, **Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları**'ndan (SKA) ([http-2](#)) **SKA 2 (Açlığa Son)**, **SKA 8 (İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme)**, **SKA 12 (Sorumlu Tüketim ve Üretim)**, **SKA 13 (İklim Eylemi)** ve **SKA 15 (Karasal Yaşam)** ile ilişkilendirilebilir.

Zeytin tarımı hem gıda güvenliği hem de kırsal kalkınma açısından büyük bir öneme sahiptir. Akdeniz diyetinde önemli bir yere sahip olan zeytin ve zeytinyağı, yüksek besin değeri ve ekonomik getirisi ile bölgesel ve ulusal düzeyde stratejik tarımsal ürünler arasında yer alır. **Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'ndan SKA 2 (Açlığa Son)** ile ilişkilendirildiğinde, zeytin tarımı sadece besleyici ve sağlıklı gıdaya erişimi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda yerel üretimin desteklenmesi yoluyla gıda güvenliğini güçlendirir. İklim değişikliğiyle mücadele kapsamında zeytin üretiminin sürekliliğini sağlamak, bu hedefin önemli bir parçasını oluşturur. Ayrıca zeytin tarımı, özellikle kırsal bölgelerde ekonomik büyüme ve istihdam açısından kritik bir rol oynar. Türkiye'deki birçok kırsal yerleşim, zeytinciliğe dayalı ekonomik faaliyetlerden geçimini sağlamaktadır. Bu bağlamda, **SKA 8 (İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme)** ile ilişkilendirildiğinde, zeytin tarımı hem üretken istihdam yaratmakta hem de kırsal kalkınmayı destekleyerek ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, zeytin ve zeytinyağı ihracatının artırılması, ulusal ekonomiye değer katmakta ve yerel üreticilerin küresel pazarda daha rekabetçi bir konum elde etmesine olanak tanımaktadır. Zeytinin tarımının sürdürülebilir yönetimi **SKA 12 (Sorumlu Tüketim ve Üretim)** hedefi ile örtüşmektedir. Zeytin üretiminde kullanılan kaynakların verimli bir şekilde yönetilmesi, atıkların azaltılması ve daha sürdürülebilir üretim yöntemlerinin benimsenmesi, sorumlu tüketim ve üretim anlayışına katkı sağlar. İklim değişikliği risklerinin yönetimi ve uyum stratejilerinin geliştirilmesi **SKA 13 (İklim Eylemi)** ile bağlantılıdır. Zeytinliklerin korunması ve yeni iklim şartlarına uygun yönetim uygulamalarının benimsenmesi hem üretimin sürekliliği hem de ekosistem dayanıklılığı açısından gereklidir. Zeytin bitkisinin habitat kayıplarına karşı korunması, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve biyoçeşitliliğin korunması açısından da önem taşımaktadır. Bu durum, **SKA 15 (Karasal Yaşam)** ile ilişkilidir. Akdeniz Havzası'nın karakteristik bitki örtüsünü oluşturan zeytin ağaçları, yalnızca tarımsal üretim için değil, aynı zamanda bölgenin ekosistem dengesinin korunmasında da kritik bir role sahiptir. Zeytinliklerin sürdürülebilir yönetimi, toprak erozyonunun

önlenmesi, karbon depolama kapasitesinin artırılması ve biyoçeşitliliğin korunması gibi önemli katkılar sağlar.

İklim değişikliğinin zeytin ağaçları üzerindeki etkilerinin gelecekteki şiddetini şekillendirmede uyum stratejileri geliştirmek kilit bir faktördür. Bu bakımdan iklim değişikliği perspektifinden gelecek projeksiyonları kullanılarak türün gelecek iklim koşullarına karşı olası tepkisini belirlemek ve bu tepkilere göre aksiyonlar almak için uyum önerilerinde bulunmak çalışmanın asıl hedefini oluşturmaktadır. Hazırlanan tez çalışması kapsamında; istatistiksel olarak analizler gerçekleştirilmiş, RCP ve SSP modellerinin farklı zamansal periyottaki orta ve çok yüksek sera gazı emisyon senaryoları kullanılarak maksimum entropi yaklaşımına dayalı modeller oluşturulmuş, oluşturulan bu modeller CBS ortamında haritalanmış, gelecek senaryoları ışığında kırılgan ve potansiyelini artıracak alanlar belirlenmiş, elde edilen bulgulara göre uyum önerilerinde bulunulmuş ve tüm bulgular detaylı bir şekilde değerlendirilerek sonuca gidilmiştir.

2.2. İlgili Araştırmalar

2.2.1. İklim Değişikliği ile Tür Dağılım Modellerini Konu Alan Çalışmalar

Yıldırım vd., (2016), iklim değişikliğinin haşhaş üretim alanları üzerindeki etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda iklim değişikliğinin haşhaş yetiştiriciliği yapılan alanlara yansımalarının tespit edilebilmesi adına HadGEM-2ES küresel iklim modeli ve RCP8.5 senaryosunu kullanmıştır. Elde edilen modelin sonuçlarına göre 2016-2040 ve 2041-2070 periyotlarında haşhaş üretim alanlarında önemli ölçüde değişiklik görülmezken, 2071-2099 periyodunda Balıkesir, Manisa, Uşak ve Denizli illerinde haşhaş bitkisi için uygun olmayan koşulları oluşacağı tespit edilmiştir.

Guo vd., (2017), çalışmalarında Çin'de yetişme ortamı bulmuş bir mantar türü olan *Tricholoma matsutake*'yi MaxEnt yazılımını ve dört RCP senaryosunu kullanarak incelemiştir. 2050 ve 2070 yılları için gelecek simülasyonlarının oluşturulduğu çalışmada, tür için uygun habitat alanlarının senaryolar kapsamında kademeli olarak azalacağı ve kuzeye doğru kayacağı tespit edilmiştir.

Aydın ve Sarptaş (2018), çalışmalarında mısır, aspir, kanola, pamuk, buğday ve dallı darı bitkilerinin gelecekteki iklim değişikliğine uygunluklarını incelemiş ve elde ettikleri gelecek tahminleri ile günümüz için elde edilen iklimsel uygunluklarını

karşılaştırmışlardır. Çalışmada, iklimsel değişikliğe uygunluğun tespit edilmesinde HadGEM2-ES küresel iklim modelinin RCP8.5 senaryosu kullanılmıştır. Bu senaryoya göre gelecekte mısır, dallı darı ve pamuk bitkilerinin yetiştirilmesi için uygun alanların nispeten artacağı, ancak günümüze göre önemli değişikliklerin olmayacağı belirtilmiştir. Aspir için uygun alanların genişleyeceği ve kanolaya yönelik uygun alanların yer değiştireceği tespit edilmiştir. Alansal olarak önemli ölçüde değişikliğe ve daralmaya uğrayacak bitkinin ise buğday olacağı saptanmıştır.

Ahmadi, Ghalhari ve Baaghideh (2019), çalışmalarında İran'daki elma ağacı dikim alanlarının gelecekteki iklim değişikliğinden nasıl etkileneceğini açıklamaya çalışmışlardır. Küresel iklim modeli olarak HadGEM2-ES'in tercih edildiği çalışmada, RCP8.5 ve RCP4.5 senaryoları kullanılmıştır. Elde edilen projeksiyon sonuçlarına göre, iklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışlarının, elma ağacı dikim alanlarının yaklaşık %47'sinin kaybolmasına yol açacağı öngörülmüştür. Ayrıca gelecek iklim koşulları altında elma ağaçlarının dikim alanlarının daha yüksek bölgelere kayacağı ifade edilmiştir.

Moukrim vd., (2019), çalışmalarında Maksimum Entropi yaklaşımını kullanarak, *Argania spinosa* (L.) Skeels bitkisinin Fas'taki mevcut habitat uygunluğunu ve gelecek iklim senaryoları altında 2050-2070 yıllarındaki habitat uygunluğunu modellemişlerdir. Dört RCP senaryosunun kullanıldığı çalışmada, gelecekte en büyük azalmanın RCP8.5 senaryosunda olacağı, en küçük azalmanın ise RCP2.6 senaryosunda olacağı belirtilmiştir. Türün değişen iklim şartlarına bağlı olarak Fas'ın güneyinde önemli oranda azalacağı, ancak yeni yayılma alanının kuzeye doğru kayacağı öngörülmüştür.

Çoban vd., (2020), Türkiye'de bölgesel olarak yayılış gösteren *Quercus libani* Olivier' in (Lübnan Meşesi), mevcut ve gelecekteki potansiyel alanlarını, CCSM4 iklim modeli ve MaxEnt yazılımı kullanarak tespit etmiştir. Çalışmada, RCP4.5 senaryosuna göre 2050 yılına kadar türün coğrafi dağılımında önemli bir değişiklik olmayacağı, ancak RCP8.5 senaryosuna göre 2070 yılına kadar türün yayılışında önemli kayıpların olacağı belirlenmiştir.

Uzun vd., (2020), çalışmalarında Türkiye'de mobilya sektörü ve bitkisel peyzaj tasarımlarında kullanılan Ova Akçaağacının RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre 2041-2060 ve 2061-2080 dönemlerindeki doğal yayılış alanlarının tahminlemesini

yapmışlardır. Bu doğrultuda araştırmalarında MaxEnt modelinden faydalanmışlardır. RCP4.5 senaryosuna göre 2041-2060 periyodunda %57, 2061-2080 periyodunda %60, RCP8.5 senaryosuna göre 2040-2060 periyodunda %35 ve 2061-2080 periyodunda ise %32 oranında yayılış alanlarında azalmaların olacağı tahmin edilmiştir. Ayrıca Türkiye’de asıl yayılışını Kuzey Anadolu’da yapan türün yayılışı için en uygun alanların kuzeydoğu yönünde kayacağı belirtilmiştir.

Ab Lah vd., (2021), çalışmalarında, Malezya’da hem yerel ekonominin hem de kıyı ekosisteminin korunmasında önemli bir tür olan *Melaleuca cajuputi* bitkisinin gelecekteki potansiyel habitat dağılışını RCP senaryoları temelinde MaxEnt kullanılarak tespit etmişlerdir. Çalışmada incelenen türün, araştırma alanının bazı kesimlerinde önemli ölçüde habitat alanının daralacağı sonucu elde edilmiştir.

rc vd., (2021), çalışmalarında mor iekli orman glnn (*Rhodendron ponticum* L.) günümüzdeki ve gelecekteki potansiyel dağılış alanlarını, Maksimum Entropi yaklaşımı ve CNRM-CM6-1 küresel iklim modelinin SSP2-4.5 ve SSP5-8.5 senaryolarını kullanarak modellemiştir. Elde ettikleri model sonuçlarına göre, türün mevcut habitat uygunluğunun 2041-2060 ve 2081-2100 periyotlarında büyük ölçüde azalacağı ifade edilmiştir.

Cunningham vd., (2021), Batı Afrika’da iklim değişikliğinin pamuk üretimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yazarlar, RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarını kullanarak gelecekte pamuk alanlarının nasıl bir yayılış göstereceğini belirlemeyi hedeflemişlerdir. Bu hedef doğrultusunda araştırmada MaxEnt yazılımından faydalanmışlardır. Tercih edilen senaryolar temelinde oluşturulan modele göre, RCP4.5 kapsamında %60 ve RCP8.5 kapsamında ise %80 oranında pamuk üretimi yapılan alanlarda azalmanın olacağı ifade edilmiştir.

Koç, Biltekin ve Ustağlu (2021), *Carpinus betulus*’un Son Buzul Maksimumu’ndan 2070 dönemine kakar Anadolu ve çevresindeki potansiyel dağılışını Maksimum Entropi yaklaşımına dayalı olarak modellemişlerdir. Bu modelleme, CCSM4 küresel iklim modelinin RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları kullanılarak yapılmıştır. Türün gelecekte genel olarak, Anadolu ve çevresindeki mevcut dağılış alanlarının azalabileceği belirtilmiş ve yayılış alanını kuzeye doğru kaydırabileceği öngörülmüştür. RCP2.6 senaryosuna göre türün Anadolu’daki yayılış alanlarını koruyacağı, RCP4.5 senaryosuna göre yayılış alanlarının çoğunu

kaybedeceği, RCP8.5 senaryosuna göre ise uygun yayılış alanlarının neredeyse tamamen ortadan kalkacağı ifade edilmiştir.

Purohit ve Rawat (2021), çalışmalarında bir çalı türü olan *Clerodendrum infortunatum* L.'nin gelecekteki muhtemel yayılış alanlarını tespit etmek amacıyla RCP2.6 ve RCP8.5 senaryoları temelinde MaxEnt modelini kullanmışlardır. İnceleme alanı olan Hindistan'ın Dehradun Bölgesinin yaklaşık 200 km²'si günümüz için uygun yetişme alanı olarak belirlenmiştir. Çalışmada, bu alanın 2070 yılına kadar RCP2.6 senaryosuna göre yaklaşık 57 km²'ye ve RCP8.5 senaryosuna göre ise yaklaşık 24 km²'ye düşeceği ifade edilmiştir.

Varol vd., (2021), çalışmalarında Türkiye'de adi dışbudak ağacının (*Fraxinus excelsior* L.) mevcut ve gelecekteki iklim koşullarındaki coğrafi dağılımını tahmin etmek için Maksimum Entropi yöntemini ve CNRM-CM6-1 küresel iklim modelini kullanmışlardır. Araştırma sonunda, türün yayılış alanlarının 2100 yılında SSP2-4.5 senaryosuna göre %7,5 oranında, SSP5-8.5 senaryosuna göre de %6,2 oranında azalacağı belirtilmiştir.

Zhang vd., (2021), çalışmalarında istilacı bir tür olan *Xanthium italicum* bitkisinin küresel olarak mevcut ve gelecekteki potansiyel dağılımını tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelini kullanmışlardır. Mevcutta tespit edilen alanların SSP2-4.5 senaryosu altında gelecek dönemlerde daralacağı, çalışmanın bulguları arasındadır.

Almeida vd., (2022), çalışmalarında Akdeniz Havzası'na iyi bir uyum sağlamış olan *Arbutus unedo* L.'nin (Koca yemiş) RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına dayalı olarak 2050 ve 2070 yılları için küresel ölçekte gelecek tahminlemesini MaxEnt yazılımını kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada elde ettikleri bulgulara göre, RCP4.5 senaryosu için potansiyel dağılım alanlarının 2050 yılına kadar artacağı, sonrasında ise bu alanların azalacağı tahmin edilmiştir. RCP8.5 senaryosuna göre ise günümüzdeki alanların 2050 yılına kadar net bir düşüş göstereceği ve bu düşüş eğiliminin de 2070 yılına kadar devam edeceği öngörülmüştür. Ayrıca çalışmada, çevresel değişikliklerle beraber türün kuzeye doğru kayacağı da belirtilmektedir.

Ar vd., (2022), çalışmalarında istilacı bir tür olan *Cynanchum acutum* L. bitkisinin küresel ölçekte mevcut ve gelecekteki potansiyel yayılış alanlarını, CMIP6 temelinde hazırlanan beş farklı küresel iklim modelini (BCC-CSM2-MR, CNRM-CM6-1, CNRM-ESM2-1, CanESM5 ve MIROC6) ve Maksimum Entropi yaklaşımını

kullanarak incelemişlerdir. Elde edilen model sonuçlarına göre türün genel olarak gelecekte alanını genişletmesi beklenmektedir. Gelecekteki uygun habitat alanlarının tüm senaryolarda kazançların kayıplardan daha ağır bastığı belirtilmektedir.

Tekin vd., (2022), çalışmalarında Türkiye’de doğal olarak dağılış gösteren üç Gökmar (*Abies cilicica*, *Abies nordmanniana* subsp. *nordmanniana* ve *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) türünü incelemişlerdir. Çalışmaları kapsamında inceledikleri türlerin mevcut ve potansiyel yayılış alanlarını MaxEnt yazılımını ile CNRM-CM6-1 küresel iklim modeli ve bu modelin SSP senaryolarını kullanarak ortaya koymuşlardır. Araştırmanın sonunda Türkiye’de Gökmar türlerinin potansiyel yayılış alanlarında önemli azalmaların olacağını ifade etmişlerdir.

Varol vd., (2022a), çalışmalarında *Carpinus betulus* ve *Carpinus orientalis*’in Avrupa’da gelecekteki yayılış alanlarını, Maksimum Entropi yöntemi ve CNRM-CM6-1 iklim modelini kullanarak tahmin etmişlerdir. SSP2-4.5 ve SSP5-8.5 senaryolarının kullanıldığı çalışmada, her iki tür içinde uygun yayılış alanlarının 2100 yılına kadar alçak rakımlardan yüksek rakımlara doğru kayacağı ve *Carpinus* çeşitlerinin mevcut yayılış alanı olmayan alanlarda da yeni yayılış alanlarının oluşabileceği ifade edilmiştir. Ancak küresel iklim değişikliğine bağlı olarak uygun yayılış alanlarında, farklı yıllara ve düşük rakıma bağlı olarak azalmaların olacağı belirtilmiştir.

Varol vd., (2022b), çalışmalarında Türkiye’de yayılış gösteren Anadolu şimşir ağacının (*Buxus sempervirens* L.) gelecekteki (2040-2060-2080-2100) potansiyel habitat alanları Maksimum Entropi yaklaşımı ve CNRM-CM6-1 küresel iklim modelinin SSP senaryoları kullanılarak incelemişlerdir. Oluşturdukları modellere göre, Anadolu şimşir popülasyonunda azalmaların olabileceğini saptamışlardır. Ayrıca potansiyel dağılım alanlarının mevcut alanlara kıyasla kuzeye ve daha yüksek rakımlara kayacağını, türün bu alanlarda ise %1-4 oranında artabileceğini ifade etmişlerdir.

Shaban vd., (2023), İran’ın İsfahan Eyaletinde önemli yayılış alanı gösteren *Stachys inflata* Benth. bitkisinin gelecekteki potansiyel habitat alanlarını belirleyebilmek için R yazılımında Biomod2 paketini kullanmışlardır. GFDL-ESM4 ve MRI-ESM2-0 küresel dolaşım modelleri ve bu modellerin SSP1-2.6, SSP3-7.0 ve SSP5-8.5 emisyon senaryolarının kullanıldığı çalışmada 2050 ile 2080 yılları için

gelecek tahminlemesi yapılmıştır. Gelecek için oluşturulan habitat uygunluk modellerinde, artan sıcaklık şartlarının beraberinde türün habitat alanlarında kayıpları ortaya çıkaracağı belirtilmiştir.

Xie vd., (2023), araştırmalarında Orta Çin'de yayılış gösteren *Eucommia ulmoides* bitkisini, MaxEnt yazılımında SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 ve SSP5-8.5 emisyon senaryolarını kullanarak incelemişlerdir. Elde ettikleri modeller sonucunda, günümüzde tür için potansiyel olarak orta ve yüksek uygunluk gösteren habitat alanlarının gelecekte azalacağını ve türün kuzeybatı ile yüksek enlemlere doğru kayma eğilimi göstereceğini saptamışlardır.

Hosseini, Ghorbanpor ve Mostafavi (2024), İran'daki *T. daenensis* ve *T. kotschyanus* gibi *Thymus* spp. (Kekik) türlerinin gelecekteki olası yayılışını 2050 ve 2070 yılları için RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları altında MaxEnt modelleme aracını kullanarak modellemişlerdir. Çalışmada, gelecekteki iklim koşulları altında bu iki türün yayılış alanlarının önemli ölçüde daralacağı ve yayılışlarının yüksek rakımlı alanlarla sınırlı kalabileceği vurgulanmaktadır.

Koç, Ustaoglu ve Biltekin (2024), *Zelkova carpinifolia* türünün geçmiş ve gelecekteki potansiyel yaşam alanlarını, Biomod2 paket programında farklı modelleme araçlarını kullanarak modellemişlerdir. Türün genel olarak gelecekte Hazar Denizi'nin güneyinde daralacağı, Kafkasya çevresinde ise tür için daha uygun şartların ortaya çıkabileceği ifade edilmiştir.

Örücü vd., (2024), üç farklı (HadGEM3-GC31-LL, MPI-ESM1-2-HR ve INM-CM5-0) gelecek iklim değişikliği senaryosu altında meşe türleri olan *Quercus brantii* Lindl. ve *Quercus frainetto* Ten.'in gelecekteki potansiyel dağılımını MaxEnt kullanarak tespit etmeye çalışmışlardır. Elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda, türlerin dağılımlarının zamana ve modellere göre değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Örneğin, HadGEM3-GC31-LL iklim modelinin SSP5-8.5 senaryosuna göre, 2081-2100 döneminde *Quercus brantii* Lindl.'nin %84 oranında azalacağını, aynı dönem ve emisyon senaryosunun INM-CM5-0 modeline göre de *Quercus frainetto* Ten.'in %59 oranında artacağını ifade etmişlerdir.

Zhang vd., (2024), gül ağacının bir türü olan *Pterocarpus santalinus*'un Çin'deki habitat dağılımını, MaxEnt yaklaşımı ve SSP senaryolarını kullanarak modellemişlerdir. Model sonuçları; 2050, 2070 ve 2090 yıllarının gelecek iklim

senaryoları altında, tür için uygun habitat alanlarının mevcut yayılış alanlarına göre kuzeydoğuya doğru kayacağını öngörmüştür.

2.2.2. İklim Değişikliği ile Zeytin Alanlarını Konu Alan Çalışmalar

Ülkemizde zeytin bitkisinin gelecekteki iklim değişikliğinden nasıl etkilenebileceği ile ilgili mevcut literatür incelendiğinde genel olarak bu çalışmaların; yerel ölçeklerde hazırlandığı, IPCC 5. Değerlendirme Raporu (AR5) içerisinde yer alan RCP (Temsili Konsantrasyon Rotaları) senaryoları kullanılarak yapıldığı, farklı istatistiki yöntemler (Mann-Kendall trend testi ve ARIMA yöntemi gibi) ve farklı kuraklık indisleri (Standartlaştırılmış Yağış İndeksi, Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi ve Nem Anormallik İndeksi gibi) kullanılarak incelendiği tespit edilmiştir. İncelenen mevcut literatüre örnek vermek gerekirse;

Galán vd., (2005), çalışmalarında İspanya'nın güneyinde yer alan Endülüs'teki beş bölgede iklim değişikliği sonucunda, *Olea europaea* L. bitkisinin fenolojik evrelerinde ortaya çıkması beklenen değişiklikleri tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda çalışma için geliştirilen termal modeli kullanmışlardır. Çalışma sonunda incelenen türün, Akdeniz Havzası'ndaki iklim dalgalanmalarına karşı hassas olduğu ve içerisinde bulunduğumuz yüzyılın sonuna doğru sıcaklıklardaki artış nedeniyle polen mevsiminin, 1 haftadan 3 haftaya kadar ilerleyebileceği ifade edilmiştir.

Cengil, B. (2009), çalışma alanı olarak belirlediği Büyük Menderes Havzası'nda, çok yıllık iklim verileri yardımıyla Mann-Kendall trend testi ve ARIMA yöntemini kullanarak iklim değişikliğinin gelecekte zeytinin yetiştirme alanları üzerindeki etkisini incelemiştir. İnceleme sonucunda havza içerisinde bazı alanların ileriki yıllarda zeytincilik için uygun olmayacağı, bazı alanların ise zeytincilik için uygunluğunu koruyacağını tespit etmiştir. Ayrıca şu an zeytinin yetiştirilmediği bazı alanların gelecekte zeytincilik için uygun alanlar oluşturacağı da belirtilmiştir.

Gutierrez, Ponti ve Cossu (2009), çalışmalarında küresel ısınmanın Kaliforniya ve İtalya'da yayılış gösteren zeytin bitkisi ve zeytin sineği üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda zeytinin zararlısı olan zeytin sineğinin, kuzeye ve kıyı bölgelere doğru yayılabileceğini, güney bölgelerde ise azalabileceğini ifade etmişlerdir. Küresel ısınmayla birlikte zeytin bitkisinin İtalya'da yüksek rakımlara ve kuzeye doğru yayılabileceğini belirtmişlerdir.

Tunalıoğlu ve Durdu (2012), Türkiye'nin batısında iklim değişikliğinin zeytin üretimi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için bazı kuraklık indislerini (Standartlaştırılmış Yağış İndeksi, Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi, Nem Anormallik indeksi, Kendi Kendine Kalibre Edilmiş Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi, Nem Anormallik İndeksi) ve HadCM3Q0 gelecek iklim modelini kullanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda, iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkacak olan nem açığı ve yüksek sıcaklıkların zeytinin fenolojik dönemlerinde olumsuzluklar yaratacağı ve bu olumsuzluklarında zeytin veriminde düşüş eğilimlerinin ortaya çıkmasına sebebiyet vereceğini belirtmiştir.

Moriondo vd., (2013), çalışmalarında Akdeniz Havzası'ndaki iklim koşulları ile zeytin ağaçları arasındaki ilişkiyi geçmiş, günümüz ve gelecek iklim senaryolarını kullanarak açıklamaya çalışmışlardır. Çalışmada gelecek senaryolarından elde edilen bulgulara göre, iklimde öngörülen değişiklikler nedeniyle özellikle güney Akdeniz Havzası'nın zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayabileceği ve 2100 yılına kadar zeytin yetiştiriciliğinin kuzey enlemlere doğru kaymasının beklendiği ifade edilmiştir.

Tanasijevic vd., (2014), çalışmalarında Akdeniz Havzası'nda iklim değişikliğinin zeytin bitkisinin sulama ve buharlaşma gereksinimleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada zeytin yetiştiriciliği için potansiyel alanların, kuzeye ve daha yüksek kesimlere doğru genişleyebileceğini tespit etmişlerdir.

Ashraf vd., (2016), çalışmalarında Oleaceae (Zeytingiller) familyasının bir türü olan *Olea ferruginea* (*Olea europaea subsp cuspidate*) bitkisinin, iklim değişikliği nedeniyle Pakistan'daki potansiyel dağılımını tespit etmeyi amaçlamışlardır. MaxEnt yazılımının ve topografik değişkenler (yükseklik, eğim ve bakı) ile biyoiklim değişkenlerinin kullanıldığı çalışmada, türün gelecekteki dağılımında azalmaların olacağı, ancak yüksek rakımlarda habitat kazanımı olacağı tespit edilmiştir.

Arenas-Castro vd., (2020), İspanya'nın güneyinde dağılış gösteren farklı zeytin çeşitlerinin iklim değişikliğine vereceği tepkiyi incelemişlerdir. Bu incelemeyi R yazılımında Biomod2 paketini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın materyalini oluşturan zeytin çeşitlerinin hemen hemen tümünde mevcut koşullara göre gelecek projeksiyonlarında önemli alan kayıpları yaşayacakları ve üretimlerinde de azalmaların olacağı ifade edilmiştir.

Öğütçü ve Kıracı (2020), Çanakkale’de zeytin üretimini günümüz ve gelecek için MaxEnt yazılımında modellemiştir. Modellemeyi HadGEM-ES küresel dolaşım modelinin RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 ve RCP8.0 emisyon senaryoları ile incelemiştir. İnceleme sonucunda kötümser senaryolarda bile zeytinciliğin Çanakkale’de devam edebileceğini, ancak zeytinlik alanların engebeli ve yüksek alanlara yayılması nedeniyle ekonomik olarak sürdürülebilir olmayabileceğini belirtmiştir.

Rodrigo-Comino vd., (2021), çalışmalarında iklim değişikliğinin Kuzey İtalya’daki zeytin ağaçları üzerindeki etkisini incelemiştir. Özellikle Kuzey İtalya’da zeytin ağaçlarının iklimde yaşanan kuraklık nedeniyle kuzeye doğru bir kayma eğiliminde olduğu ve zeytin ağaçlarının son yirmi yılda hem ova tabanlarında hem de yüksek kesimlerde arttığını ifade etmiştir.

Kassout vd., (2022), gelecek iklim senaryoları altında iki yabancı zeytin türü olan *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris* ve *Olea europaea* subsp. *Maroccana* türlerini incelemiştir. MaxEnt yazılımının kullanıldığı çalışmada, gelecek iklim değişikliği ile beraber *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris* türü için uygun habitat alanlarının artacağı, araştırma alanında sınırlı bir alanda endemik olarak dağılım gösteren *Olea europaea* subsp. *Maroccana* türünün ise tehdit altına girebileceği öngörülmüştür.

Uzun ve Ustaoglu (2022), atmosferik salınımların Akdeniz Havzası’nın doğu kesiminde zeytin, üzüm ve pamuk üzerindeki etkisini istatistiksel olarak ortaya koydukları çalışmalarında, Mann-Kendall trend ve Spearman Korelasyon testlerini kullanarak analiz etmişlerdir. İklim değişimi sonucunda sürekli artan sıcaklıklara bağlı olarak zeytinin önemli gelişim dönemlerinden biri olan soğuklama evresi üzerinde olumsuz etki yaratacağı ve zeytinin gelişimini sağlayamayacağını belirtmişlerdir. Ayrıca yağışlarda yaşanabilecek olan azalmaların, zeytinin meyve oluşumunu olumsuz yönde etkileyebileceğini belirtmişlerdir.

Khan ve Verma (2022), zeytinin bir alt türü olan *Olea europaea* subsp. *cuspidata* için küresel ölçekte gelecekteki uygun habitat alanlarının modellemesini yapmışlardır. Farklı modelleme tekniklerinin (GLM (Generalized Linear Model), GAM (Generalized Additive Models), GBM (Generalized Boosted Models), MaxEnt (Maximum Entropy), RF (Random Forest) gibi) kullanıldığı çalışmada, RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre 2050 ve 2070 yıllarındaki uygun habitat alanlarının

modellemesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda, Türkiye’de dahil olmak üzere dünyanın çeşitli bölgelerinde dağılışı gösteren habitat alanlarında azalmanın olacağı ve bazı alanların ise uygunluğunu koruyacağı tespit edilmiştir. Dünya ölçeğinde uygun habitat alanlarında; 2050 yılı için RCP4.5 senaryosu altında %50 oranında, RCP8.5 senaryosu altında %56 oranında azalmanın olacağı öngörülmüştür. 2070 yılı için ise RCP4.5 senaryosuna göre %56 oranında, RCP8.5 senaryosuna göre %71 oranında azalmanın olacağı tahmin edilmiştir. Buna karşın günümüzde uygun olmayan alanların ise %9 ile %10 arasında uygun alanlara dönüşeceği belirtilmiştir.

Gufi vd., (2024), Afrika yabani zeytin ağaçlarının (*Olea europaea* subspecies *Cuspidata*) gelecekteki dağılımlarını öngörmek amacıyla RCP senaryoları ve MaxEnt modelleme aracını kullanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, 2040 yılına kadar RCP4.5 senaryosuna göre türün potansiyel olarak uygun habitat miktarının yaklaşık 4,5 kat artacağı öngörülmektedir. Buna karşın, RCP8.5 senaryosuna göre uygun alanların 2050 yılına kadar %0,6’ya, 2070 yılına kadar ise %0’a düşeceği belirlenmiştir.

Guisse vd., (2024), İber Yarımadasında dağılışı gösteren zeytin alanlarının mevcut ve gelecekteki uygunluklarını modellemiştir. Ekolojik Niş Modeli ve RCP4.5 ile RCP8.5 emisyon senaryolarının kullanıldığı çalışmada, mevcutta güneyde zeytin yetiştiriciliği için uygun olan alanların, gelecekte kuzeye doğru enlemsel göçe maruz kalacağı ifade edilmiştir.

Taşkın, Taşkın ve Akbaş (2024), iklim değişikliği bağlamında Muğla ili ve çevresindeki adalarda yabani zeytinlerin dağılımını ve durumunu incelemiştir. Sıcaklık ve yağış verilerinin analiz edildiği bu çalışmada, önümüzdeki yıllarda daha ılıman kışlar ile daha sıcak ve kuru yazların ortaya çıkma ihtimali nedeniyle zeytinlik alanların daha kuzeye ve yüksek rakımlara kayabileceği belirtilmiştir.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Türkiye’de dağılım gösteren zeytinin mevcut potansiyel ve gelecekteki olası dağılım alanlarını ve değişen iklim koşullarına bağlı olarak uyum stratejileri belirlemek amacıyla bu çalışma, durum çalışması yönteminde tasarlanmıştır. Çalışmada zeytinin Türkiye’deki yayılışı durum olarak ele alınmıştır. Durum çalışması, incelenen bir konu, olay veya olgunun derinlemesine araştırılmasına ve incelenen unsur hakkında zengin ve çok yönlü bakış açısı sunmasına olanak tanır (Crowe vd., 2011, s. 1; Creswell ve Creswell, 2021, s. 14). Durum çalışmalarında hem nitel hem de nicel veriler ayrı ayrı veya birlikte kullanılabilir. Bu çalışmada Türkiye’de yayılış gösteren zeytin bitkisinin günümüzdeki yayılışı ve yetiştiği mekanlara ait nicel veriler, dijital ve basılı materyallerden doküman incelemesi yöntemi ile toplanmıştır. Verilerin Analiz Edilmesi ve Yorumlanması sürecinde durum çalışmalarında en sık kullanılan, analitik strateji geliştirme yöntemi kullanılmıştır. Bu stratejiler; teorik önermelere dayanma, rakip açıklamaları düşünme, durum tanımlaması geliştirme olarak üç genel analitik stratejidir (Yin, 2003, s. 111-114). Çalışmada bir taraftan mevcut durum ortaya konulurken, diğer taraftan da geleceğe ait çıkarımlar yapıldığından betimleyici ve yordayıcı bir durum çalışması ortaya çıkmıştır.

Çalışmada ayrıca CCSM4, MRI-ESM2-0 ve MIROC6 küresel dolaşım modellerinin RCP ve SSP senaryoları altında gelecekteki muhtemel dağılım alanlarını ortaya koyacak bir modelleme yapılmıştır.

3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini Akdeniz Havzası’nda dağılım gösteren zeytin alanları oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise Türkiye’de dağılım gösteren zeytin alanları oluşturmaktadır. Örnekleme ait biyoiklimsel veriler Akdeniz Havzası’ndaki yayılış gösteren zeytin alanları ile büyük oranda benzerlik gösterdiğinden örneklemin evreni temsil edeceği kanaatine varılmıştır. Bu kanaatle “Maksimum Entropi

Algoritmasına” dayalı tür dağılım modeli ile zamansal ve mekânsal olarak örneklem sahadan elde edilen bulgular açıklanacak ve bu bulgulara dayalı olarak gelecekte ortaya çıkacak olan yeni iklim şartlarına uyum önerilerinde bulunulacaktır.

3.3. Veri Toplama Araç ve Teknikleri

Çalışmada kullanılan veriler araştırmacılara açık erişimli olarak sunulan veri tabanlarından toplanmıştır. Bu veri tabanları, GBIF (Global Biodiversity Information Facility) veri tabanı (<http-3>) ve WorldClim (<http-4>) veri tabanıdır. Bu veriler CBS yazılımlarıyla düzenlenmiş, işlenmiş ve analizlere hazır hale getirilmiştir. Analize hazır hale getirilen veriler SDMToolBox 2.0 yazılımıyla istatistiksel olarak analiz edilmiş ve MaxEnt 3.4.4 yazılımıyla da modellenmiştir. Modelleme aşamasından sonra oluşturulan modeller, CBS ortamında sınıflandırılarak haritalanmıştır. Elde edilen bulgular göz önüne alınarak uyum stratejiler geliştirilmiştir.

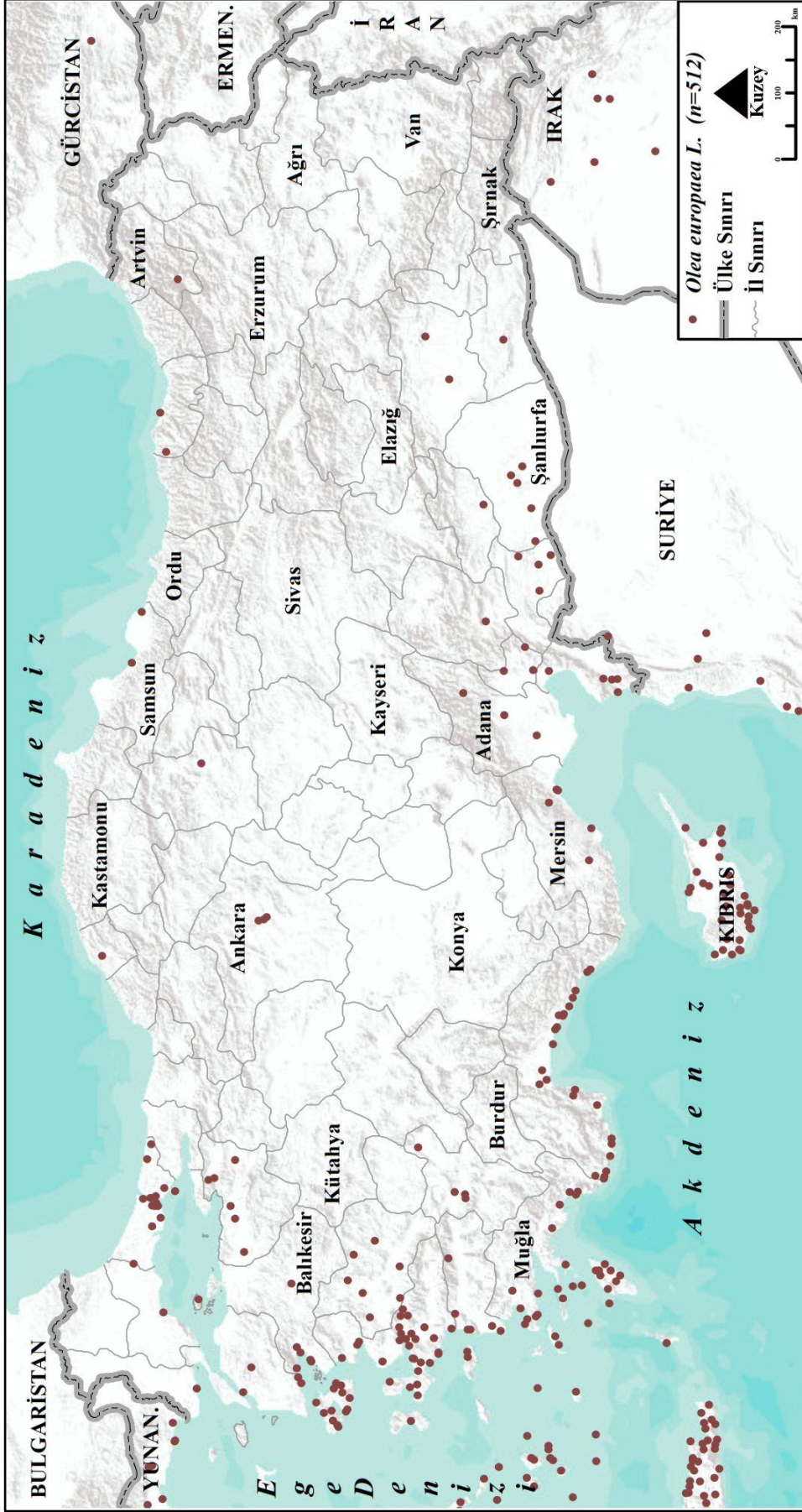
3.4. Verilerin Toplanma Süreci

3.4.1. Literatür Taraması

Çalışma sürecinde, öncelikle detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. “İlgili Alanyazın” başlığı altında yapılan literatür taramasından bazı çalışmalara örnekler verilmiştir. İlgili literatür çerçevesinde uluslararası ve ulusal kitap, makale, bildiri metinleri ve raporlar incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda araştırma konusu ile ilgili bilgi düzeyi artırılmış, alanda yapılmış yöntem ve analizler tanınmış, literatürdeki boşluklar belirlenmiş ve zeytin yetiştiriciliğine uygun alanlar tespit edilmiştir.

3.4.2. Varlık Verilerinin Elde Edilmesi

Çalışmada kullanılan zeytin varlık (presence data) verileri (Şekil 10) Küresel Biyoçeşitlilik Bilgi Sistemi (GBIF) veri tabanından (GBIF, 2023), Flora of Turkey’den (Davis, 1978, s. 153) ve Ustaoglu vd. (2022) tarafından yapılan çalışmanın varlık verilerinden elde edilmiştir. GBIF, biyolojik çeşitlilik verilerine ücretsiz ve açık erişim sağlamayı amaçlayan uluslararası bir ağ olmasının yanı sıra, ilgili literatürde varlık verilerinin elde edilmesinde en çok kullanılan veri tabanlarından birine karşılık gelmektedir (Record vd., 2013; Kadioğlu ve Farooq, 2017; Sung vd., 2018; Newbold vd., 2020; Güler, 2021; Koç vd., 2021; Nekrasova vd., 2021; Varol vd., 2022b; Sarkar ve Talukdar, 2023).



Şekil 10. Çalışmada Kullanılan Varlık Verilerinin Dağılışı

3.4.3. Modellemede Kullanılan Biyoiklim Verilerinin Elde Edilmesi

Çalışmanın modelleme aşamasında kullanılan günümüz ve gelecek verileri, WorldClim veri tabanından elde edilmiştir. Zeytin ağaçlarının güncel yayılış alanlarının belirlenmesinde yakın geçmişi (1960-1990 ve 1970-2000) kapsayan 30 saniyelik mekânsal çözünürlüğe sahip 19 biyoiklim değişkeni kullanılmıştır (Çizelge 5).

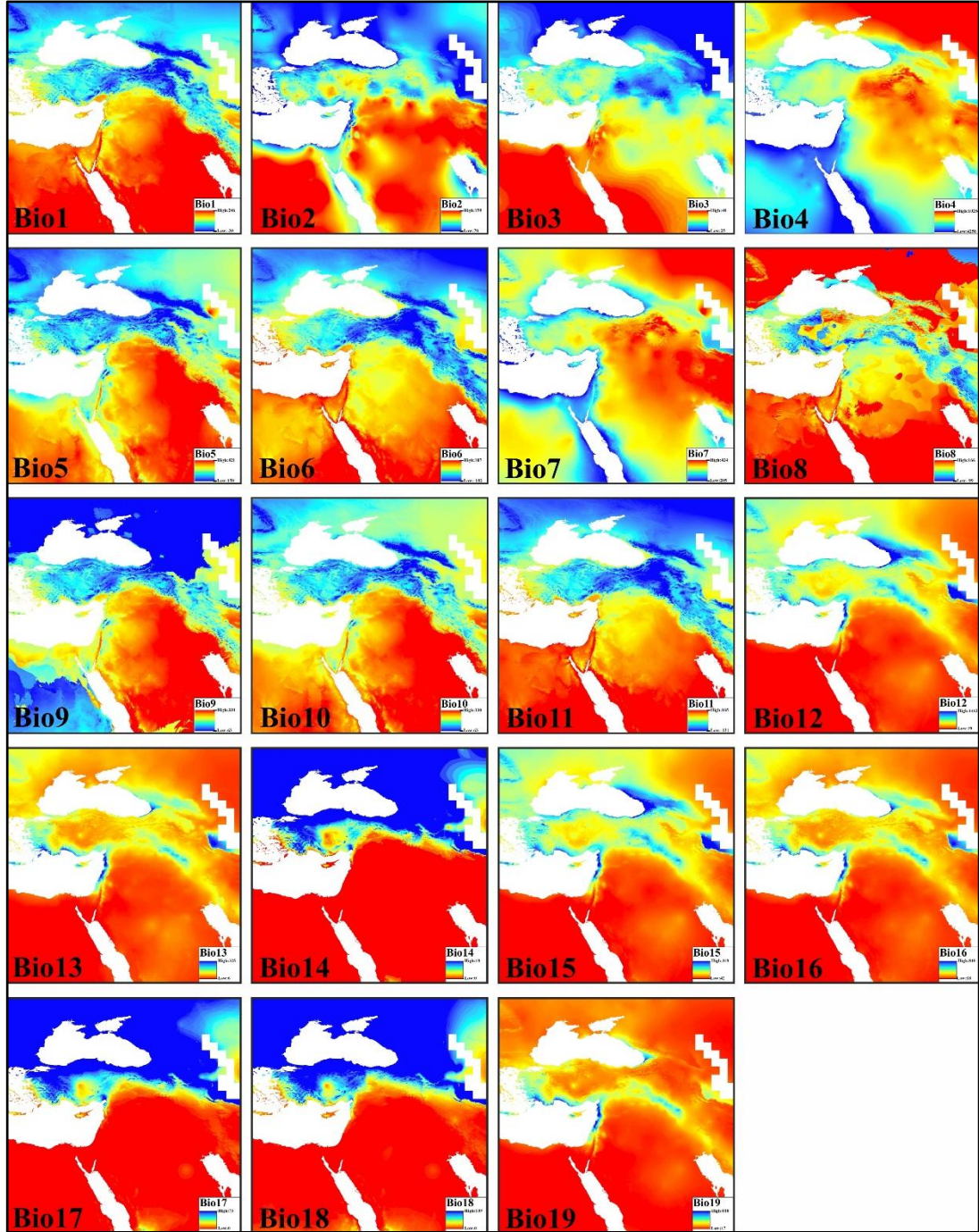
Çizelge 5. Biyoiklim Değişkenleri

Değişken Kodu	Açıklama	Değişken Kodu	Açıklama
Bio1	Yıllık ortalama sıcaklık	Bio11	En soğuk 3 ayın* ortalama sıcaklığı
Bio2	Günlük ortalama değişim aralığı	Bio12	Yıllık yağış miktarı
Bio3	İsotermallik	Bio13	En nemli ayın yağış miktarı
Bio4	Sıcaklığın mevsimselliği	Bio14	En kurak ayın yağış miktarı
Bio5	En sıcak ayın en yüksek sıcaklığı	Bio15	Yağışın mevsimselliği
Bio6	En soğuk ayın en düşük sıcaklığı	Bio16	En nemli 3 ayın* yağış miktarı
Bio7	Yıllık sıcaklık değişim aralığı	Bio17	En kurak 3 ayın* yağış miktarı
Bio8	En nemli 3 ayın* ortalama sıcaklığı	Bio18	En sıcak 3 ayın* yağış miktarı
Bio9	En kurak 3 ayın* ortalama sıcaklığı	Bio19	En soğuk 3 ayın* yağış miktarı
Bio10	En sıcak 3 ayın* ortalama sıcaklığı	* Birbirini takip eden 3 ay	

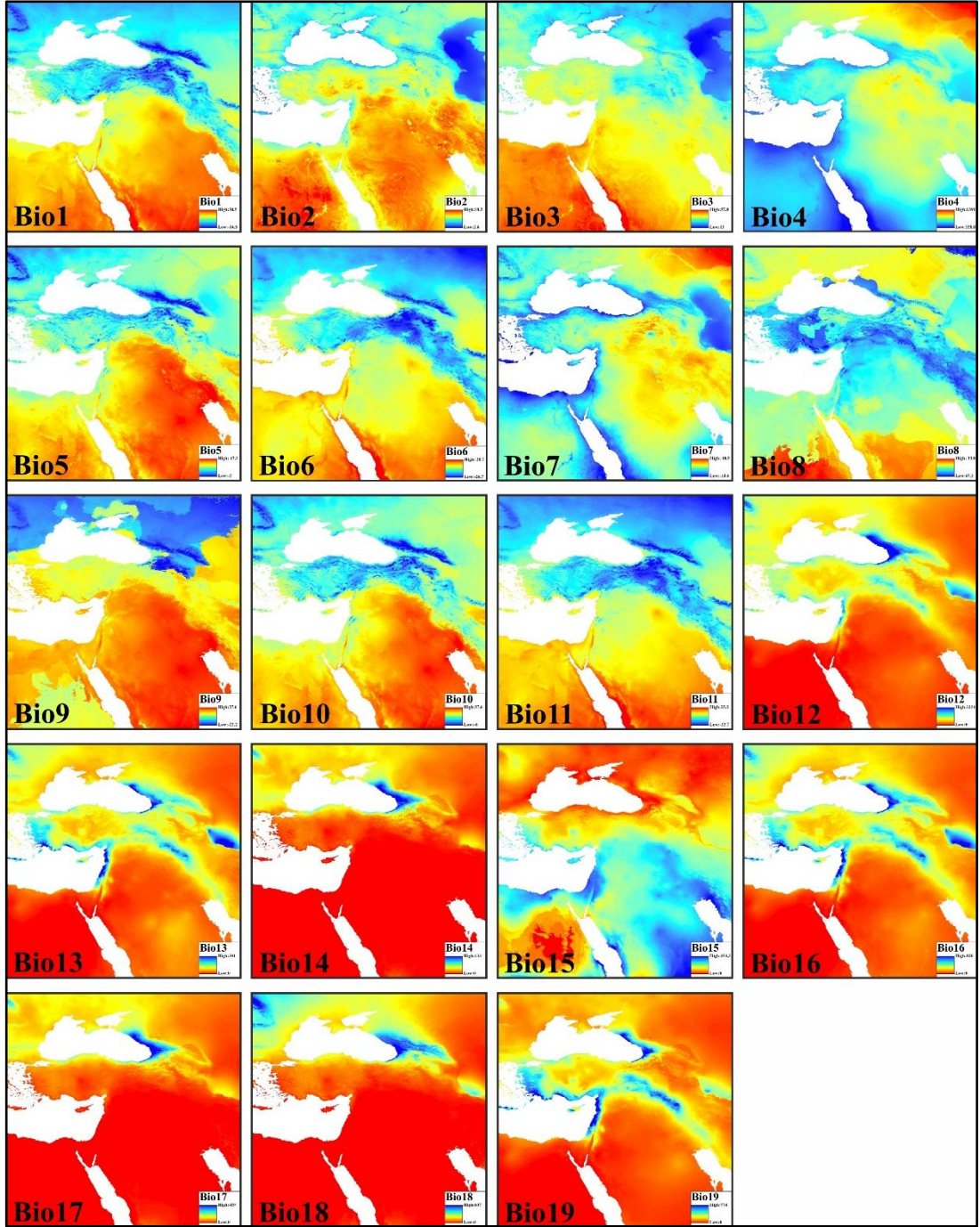
Kaynak: www.worldclim.org

1960-1990 için WorldClim versiyon 1.4, 1970-2000 için ise WorldClim versiyon 2'de yer alan raster veriler kullanılmıştır. Bu iki versiyonda da yer alan ve güncel dağılış alanlarının belirlenmesinde faydalanılan 19 biyoiklim değişkeni, sıcaklık ve yağış verilerinden üretilmiş olan 1960-1990 ile 1970-2000 yıllarını kapsayan ortalama verileri içermektedir (Şekil 11; Şekil 12). WorldClim veri tabanı ücretsiz, açık erişimli ve bünyesinde çeşitli iklim modellerini barındırmasından dolayı

literatürde yaygın olarak kullanılan iklim veri tabanlarından birine karşılık gelmektedir (Abdelaal vd., 2019; Negrini vd., 2020; Koç vd., 2021; Anand, Oinam ve Singh, 2021; Zhang vd., 2021; Ar vd., 2022; Dhyani vd., 2021; Duan, Li ve Wu, 2022; Purohit ve Rawat, 2021; Varol vd., 2022b; Cárdenas vd., 2023; Jiménez vd., 2023; Sánchez Pérez vd., 2023).



Şekil 11. 1960-1990 Referans Periyotlu Biyoiklim Değişkenleri



Şekil 12. 1970-2000 Referans Periyotlu Biyoiklim Değişkenleri

IPCC raporları, Dünya İklim Araştırma Programı (WCRP, World Climate Research Programme) tarafından koordine edilen Birleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi (CMIP, Coupled Model Intercomparison Project) projelerine dayanmaktadır (Carvalho vd., 2021, s. 1-2). CMIP; geçmiş, günümüz ve gelecekteki küresel iklim simülasyonlarının tasarımını ve dağıtımını koordine etmektedir (Eyring vd., 2016, s. 1937). Bu tez çalışmasının hazırlanması sürecinde CMIP kapsamında 1995 yılından

bu yana; CMIP1, CMIP2, CMIP3, CMIP5 ve en son CMIP6 olmak üzere farklı versiyonlar yayınlamıştır (Hamed, Nashwan ve Şahid, 2021, s. 4259).

CMIP5 kapsamında hazırlanan gelecek iklim projeksiyonları Temsili Konsantrasyon Rotaları (RCP, Representative Concentration Pathways) senaryoları ile oluşturulmuştur. Geleceğe ilişkin bir takım tahmine (nüfus artışı, toplumsal tepkiler ve teknolojik gelişmeler) dayalı olarak, dört RCP (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 ve RCP8.5) senaryosu formüle edilmiştir. Bu senaryolar aynı zamanda belirli emisyon hedeflerine ulaşıldığını varsayan senaryolardır. Dört RCP senaryosunun her biri farklı ışımsal zorlamayı temsil etmektedir. RCP2.6 en iyimser emisyon senaryoya, RCP8.5 ise en kötümser emisyon senaryosuna karşılık gelmektedir (Taylor, Stouffer ve Meehl, 2012, s. 488-489).

IPCC tarafından hazırlanan 6. değerlendirme Raporu (AR6) kapsamında Ortak Sosyo-Ekonomik Rotalar (SSPs, The Shared Socio-Economic Pathways) senaryoları oluşturulmuştur ve bu senaryoların 21. yüzyıl senaryoları olduğu ifade edilmektedir (Özdemir, Özkan ve Mert, 2020, s. 364). AR6'nın altyapısını oluşturan SSP'lerin ana odağını, ışımsal zorlamanın yanı sıra toplumun demografik, ekonomik, teknolojik, sosyal, politik ve çevresel faktörler gibi çeşitli değişkenler oluşturmaktır (O'Neill vd., 2017, s. 170). SSP'ler, gelecekte ortaya çıkacak yeni iklim koşullarının etkilerinin, kırılganlıkların, uyumun ve hafifletmenin birbiri ile bağlantılı analizini kolaylaştırmak için hazırlanan yeni bir senaryo programının parçasıdır. SSP'ler, iklim zorlamasını sınırlamak veya uyum sağlama kapasitesini artırmak için politikaların ve önlemlerin olmaması durumunda ortaya çıkabilecek gelecekteki sosyo-ekonomik gelişmeler hakkında beş farklı yol sağlamak için geliştirilmiştir. Bu yollar; Sürdürülebilir Kalkınma (SSP1), Yolun Ortası (SSP2), Bölgesel Rekabet (SSP3), Eşitsizlik (SSP4) ve Fosil Yakıtlı Kalkınma (SSP5) olmak üzere alternatif sosyo-ekonomik gelişmeleri tanımlayan beş senaryo grubuna dayanmaktadır (Riahi vd., 2017, s. 7).

Çalışmanın ana konusunu oluşturan zeytin ağaçlarının gelecek yıllardaki olası yayılış alanlarını belirleyebilmek adına WorldClim veri tabanında yer alan RCP ve SSP senaryolarından faydalanılmıştır.

RCP senaryoları için CCSM4 (Community Climate System Model version 4, Topluluk İklim Sistemi Modeli versiyon 4) küresel dolaşım modeli kullanılmıştır. CCSM4 modeli, CESM (Community Earth System Model) tarafından geliştirilmiş ve

kullanıma sunulmuş; atmosfer, okyanus, kara ve deniz buzu bileşenlerini içeren küresel bir modeldir (Gent vd., 2011, s. 4973). Modelin ECS değeri ise 3,2°C'dir (Meehl vd., 2013, s. 6289). Bu çalışmada da modelin orta-iyimser senaryosu olan RCP4.5 ve kötümser senaryosu olan RCP8.5 senaryolarının 2050 (2041-2060) ile 2070 (2061-2080) yıllarına ait ortalama verileri kullanılmıştır. 1960-1990 yakın geçmiş verilerinin geleceğe aktarılmasında CCSM4 modeli kullanılmıştır.

SSP senaryoları için MRI-ESM2-0 ve MIROC6 küresel dolaşım modelleri tercih edilmiştir. MRI-ESM2-0 ve MIROC6 küresel dolaşım modelleri, Türkiye için yüksek performans göstermesi nedeniyle çalışmada kullanılmıştır (Oruç, 2022, s. 777). Bu iki modelinde 2041-2060, 2061-2080 ve 2081-2100 dönemlerini kapsayan orta seviye (SSP2-4.5) ve çok yüksek (SSP5-8.5) emisyon senaryolarından faydalanılmıştır. MRI-ESM2-0 (Meteorological Research Institute Earth System Model version 2.0), Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Yer Sistemi Modeli'nin ikinci sürümüdür. CMIP6 için geliştirilen MRI-ESM2-0, atmosfer, kara yüzeyi, okyanus, aerosoller ve atmosferik kimya bileşenlerinden oluşmaktadır (Yukimoto vd., 2019, s. 933). Modelin ECS değeri 3,1°C'dir (http-5). MIROC6 (Model for Interdisciplinary Research on Climate versiyon 6) ise Disiplinlerarası İklim Araştırmaları Modeli'nin altıncı sürümüdür. MIROC6, CMIP6'ya katkıda bulunmayı hedefleyen Japon iklim modelleme topluluğu tarafından geliştirilen ve okyanus, deniz buzu ve atmosferik koşulları dikkate alan yeni nesil küresel bir modeldir (Tatebe vd., 2019, s. 2729). Bu modelin ECS değeri 2,6°C'dir (Tatebe vd., 2019, s. 2752; Meehl vd., 2020, s. 4; Leão vd., 2021, s. 2019). 1970-2000 yakın geçmiş verilerinin geleceğe aktarılmasında ise MRI-ESM2-0 ve MIROC6 kullanılmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Çalışmada kullanılmak üzere veri tabanlarından indirilen veriler, analizlerin uygulanabilmesi için hazırlanmıştır. Hazırlık sürecinde;

- İlk olarak zeytinin varlık verileri içerisinde koordinatları hatalı olan veriler veri setinden çıkarılmıştır. Daha sonra doğruluğu kontrol edilen veriler, MaxEnt yazılımında çalıştırılması için .csv formatına dönüştürülmüştür.
- WorldClim veri tabanından indirilen tüm veriler CBS ortamında çalışma alanına göre kestirilmiş ve ardından .ascii formatına dönüştürülmüştür.

Hazırlık sürecinin ardından gerekli analizler yapılmıştır. Analizler aşağıdaki sıra ile uygulanmıştır:

1. Modellemede kullanılacak değişkenler korelasyon analizi ile belirlenmiştir.
2. Günümüzdeki dağılış alanlarının tespiti için MaxEnt yazılımıyla analizler yapılmıştır.
3. Oluşturulan modellerin performans durumları değerlendirilmiştir.
4. Modellere katkısı yüksek olan biyoiklim değişkenleri belirlenmiştir.
5. Günümüz sonuçları kullanılarak gelecek modelleri oluşturulmuştur.
6. Elde edilen modellerin ortalama çıktıları CBS ortamında sınıflandırılmış (uygun değil, çok az uygun, uygun, çok uygun ve son derece uygun) ve ardından haritalanmıştır.
7. Oluşturulan modellerde Türkiye ölçeğinde her sınıfın ne kadar alan kapladığı km² olarak hesaplanmış ve kayıp/kazanç durumu tespit edilmiştir.

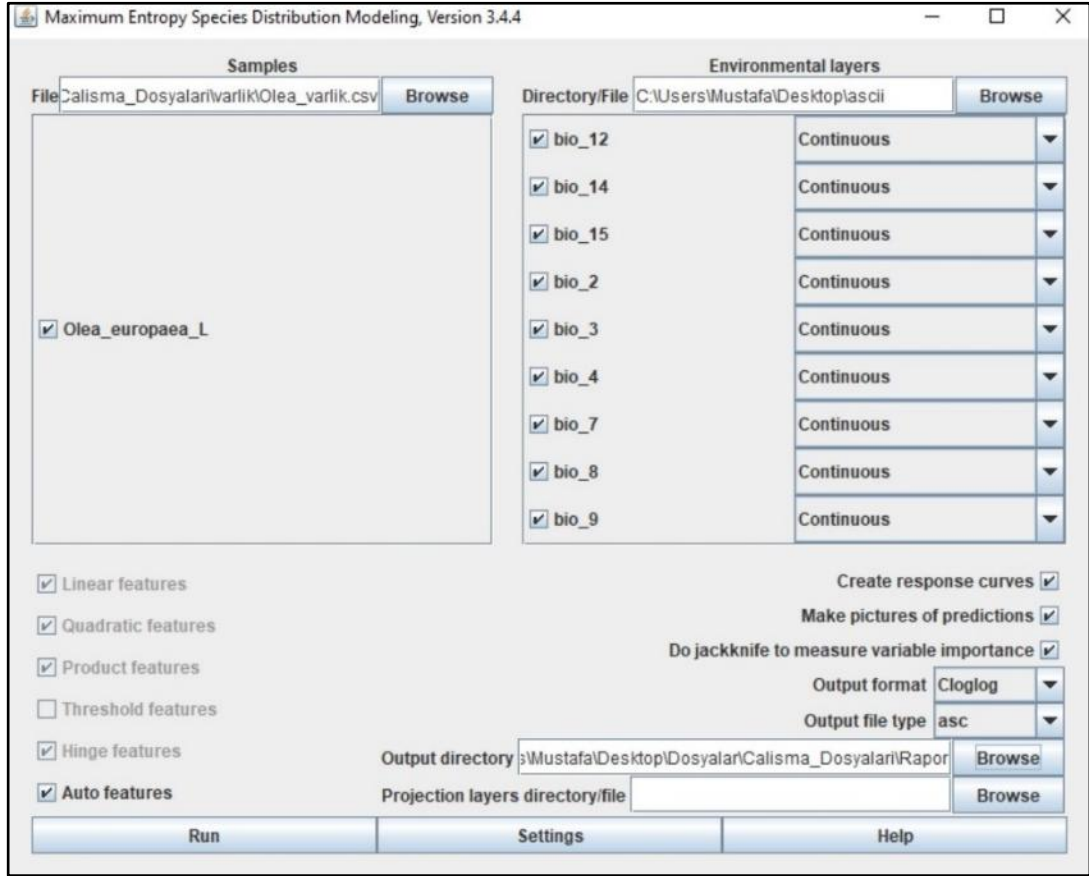
3.5.1. Biyoiklim Değişkenlerinin Belirlenmesi

Zeytin bitkisinin günümüz potansiyel ve gelecekteki olası habitat alanlarının dağılışının belirlenebilmesi adına modelleme aşamasına geçmeden ilk olarak, çalışmada kullanılan değişkenlere korelasyon analizi uygulanmıştır. Bu analiz, değişkenler arasında yüksek korelasyon nedeniyle oluşabilecek çoklu bağlantı sorununu ortadan kaldırmak için uygulanmıştır (Koç, Ustaoglu ve Biltekin, 2024, s. 5). Korelasyon matrisi bir CBS yazılım eklentisi olarak çalışan SDMtoolbox 2.0 (Brown vd., 2017, s. 1-12) kullanılarak hazırlanmıştır. SDMtoolbox 2.0 eklentisinin çalıştırılması için çalışmada kullanılan tüm değişkenler .ascii formatına dönüştürülmüştür. Elde edilen korelasyon matrisine göre korelasyon katsayısı $\pm 0,85$ değerinden küçük olan değişkenler, sonraki süreçte gerçekleştirilen modelleme aşamasında kullanılmıştır (Qin vd., 2017, s. 141; Purohit ve Rawat, 2021, s. 3; Koç vd., 2022, s. 85).

3.5.2. MaxEnt Yazılımı ile Modellerin Oluşturulması

Çalışma kapsamında oluşturulan modellerin performansının saptanmasında (ROC Analizi), modele katkı sağlayan değişkenlerin tespitinde (Jackknife Testi) ve

günümüz ile gelecekteki habitat alanlarının dağılışının belirlenmesinde MaxEnt versiyon 3.4.4 yazılımından yararlanılmıştır (Şekil 13).



Şekil 13. Çalışmada Kullanılan Maxent Yazılımı

Phillips vd., (2006) tarafından geliştirilen ve sadece varlık verisi kullanan Maksimum Entropi Yaklaşımı (MaxEnt), tamamlanmamış veya eksik bilgiler aracılığıyla çıkarımlar yapmayı amaçlayan bir yaklaşımdır (Phillips vd., 2006, s. 234). MaxEnt sağladığı birçok imkândan dolayı özellikle tür dağılım ve ekolojik niş modellemelerinde tercih edilen bir yöntemdir. MaxEnt yöntemi; kullanım kolaylığı sunması, az veriyle iyi sonuçlar vermesi, lokasyon verilerine bağlı çevresel hatalara karşı daha duyarsız olması, yalnızca varlık verilerine dayalı olarak analizler yapması ve varlık verileri ile analiz yapan diğer yazılımlara göre çok daha yüksek performans sunmasından dolayı araştırmacılar tarafından çok fazla tercih edilmektedir (Hernandez, 2006; Pearson vd., 2007; Wisz vd., 2008; Baldwin, 2009; Merow vd., 2013; Koç, 2016; Phillips vd. 2017; Zhang vd. 2018; Yan vd., 2020; Purohit ve Rawat, 2021; Khan vd., 2022; Soilhi vd., 2022; Zhao vd., 2022; Soliman vd., 2023).

MaxEnt kullanılarak oluşturulan modellerin performansı ROC (Receiver Operating Characteristic) analizi ile belirlenmiştir. ROC analizi ile tespit edilen AUC

(Area Under the ROC Curve) değeri, elde edilen modelde rastgele seçilen bir grid hücrenin varlığının varsayım olasılığı olarak ifade edilmektedir (Akyol ve Örucü, 2019, s. 228). Tespit edilen AUC değerinin 0,5'den büyük olması ($AUC > 0,5$) oluşturulan modelin rastgele bir varsayımdan daha iyi başarı gösterdiğini belirtmektedir (Phillips, 2006, s. 245). AUC değerinin 1'e yakın olması ise oluşturulan modelin hassas ve tanımlayıcı olduğunu gösterir (Oliveira vd., 2010, s. 484). Tespit edilen $AUC \geq 0,9$ =çok iyi, $0,9 > AUC \geq 0,8$ =iyi ve $AUC < 0,8$ =zayıf olarak değerlendirilmektedir (Gassó vd., 2012, s. 29).

Çalışma kapsamında hazırlanan modellerde kullanılan değişkenlerin oluşturulan modellere sağladıkları katkı Jackknife testi ile belirlenmiştir. Jackknife testi incelenen türün potansiyel dağılımını belirleyen baskın değişkenlerin hangileri olduğunu ölçmek için kullanılmaktadır (Li vd., 2016, s. 8). Çalışmada Jackknife testi 15 tekrarlamalı olarak analiz edilmiştir.

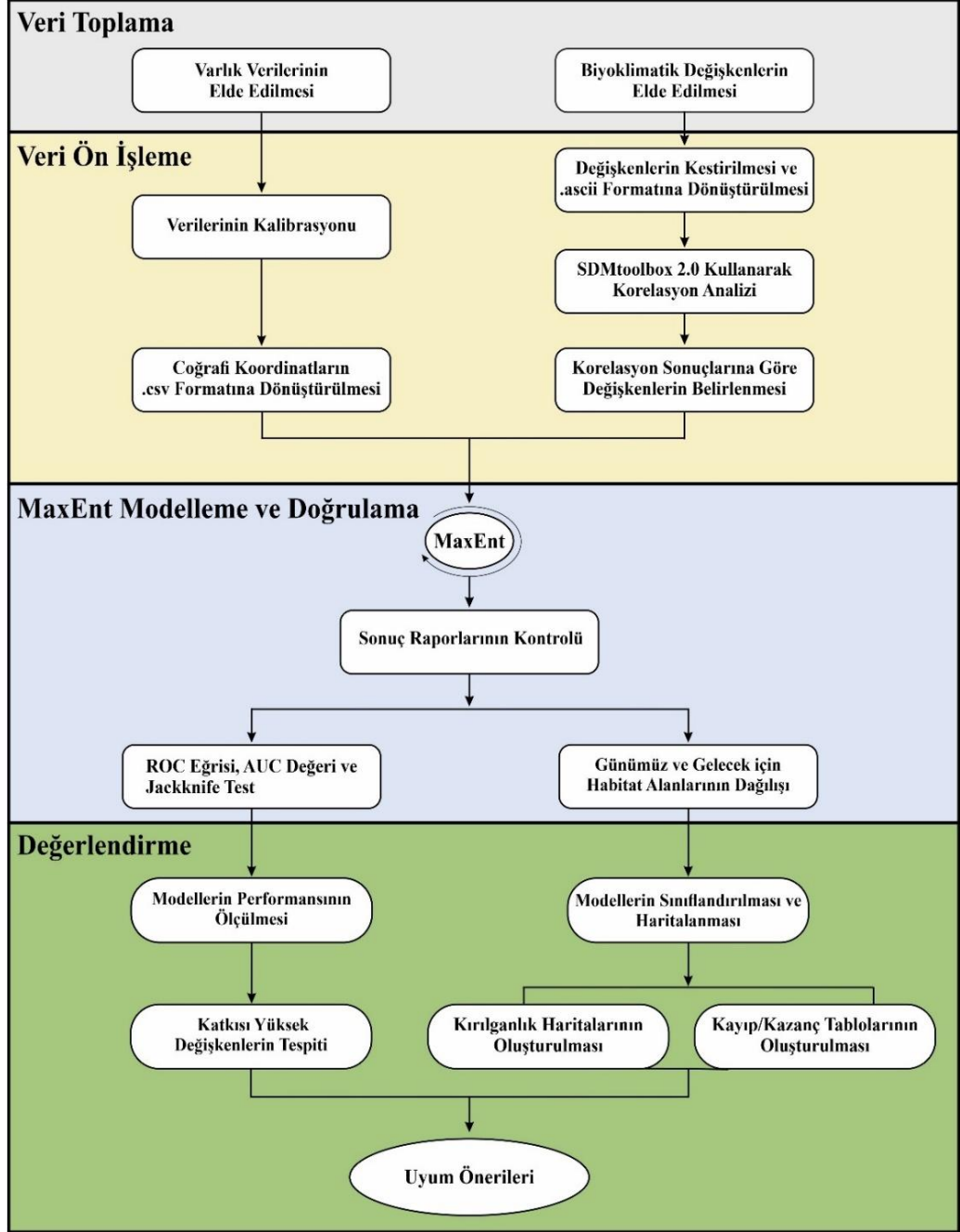
3.5.3. Modellerin Haritalanarak Sınıflandırılması

MaxEnt yazılımında çıktı olarak alınan modellerde incelenen türün alanda bulunma ihtimali 0-1 arasında bir değer ile saptanabilmektedir. Saptanan değerler 1'e ne kadar yakınsa türün alanda bulunma ihtimali de artmaktadır (Khanum vd., 2013, s. 25). Son aşamada elde edilen model haritaları, türün alanda bulunma ihtimalleri (0-1) dikkate alınarak CBS ortamında sınıflandırılmıştır.

3.5.4. Kırılgenlik Haritalarının Oluşturulması

Çalışma kapsamında, üretilen kırılgenlik haritaları, günümüz ve geleceğe yönelik üretilen uygunluk modelleri temelinde oluşturulmuştur. Günümüz ve gelecek projeksiyonlarına ait uygunluk haritaları, ArcMap yazılımı, Analiz Araçları, Çakıştırma (overlay), Kesişim (intersect) seçeneği kullanılarak analiz edilmiştir. Bu haritalar, farklı senaryolar kapsamında uygunluk sınıflarındaki değişimleri ortaya çıkarmak amacıyla belirli kriterlere göre değerlendirilmiştir. Gelecek senaryolarında, günümüzdeki uygunluk sınıfına kıyasla alt uygunluk sınıflarına düşen alanlar (örneğin, çok uygundan uyguna veya uygundan uygun değile) kırılgen alanlar olarak tanımlanmıştır. Buna karşılık, günümüzdeki uygunluk sınıfından daha yüksek uygunluk sınıflarına yükselen alanlar (örneğin, uygun değilden uyguna veya uygundan çok uyguna) potansiyel artışı gösteren alanlar olarak değerlendirilmiştir. Günümüzde olduğu gibi gelecekte de çok düşük uygunluk sınıfına dahil olan alanlar düşük

potansiyeye sahip alanlar olarak sınıflandırılmıştır. Hem günümüzde hem de gelecekte uygunluk sınıfını koruyan alanlar ise değişime uğramayan alanlar olarak tanımlanmış ve haritalanmıştır. Bu çalışmadaki tüm süreç Şekil 14'te yer alan iş-akış şemasında özetlenmiştir.



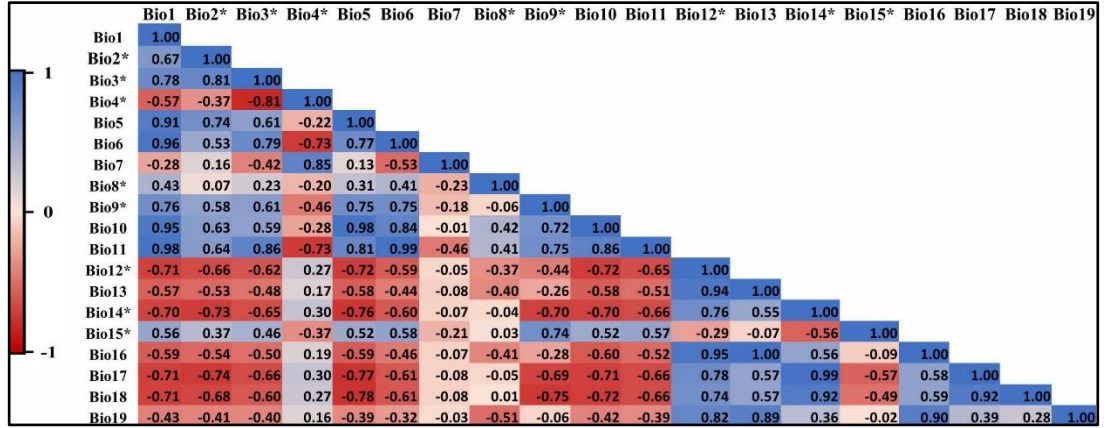
Şekil 14. İş-Akış Şeması

4. BULGULAR VE YORUMLAR

4.1. Zeytin Bitkisinin Türkiye'deki Dağılımına Etki Eden Biyoiklim Değişkenleri Nelerdir?

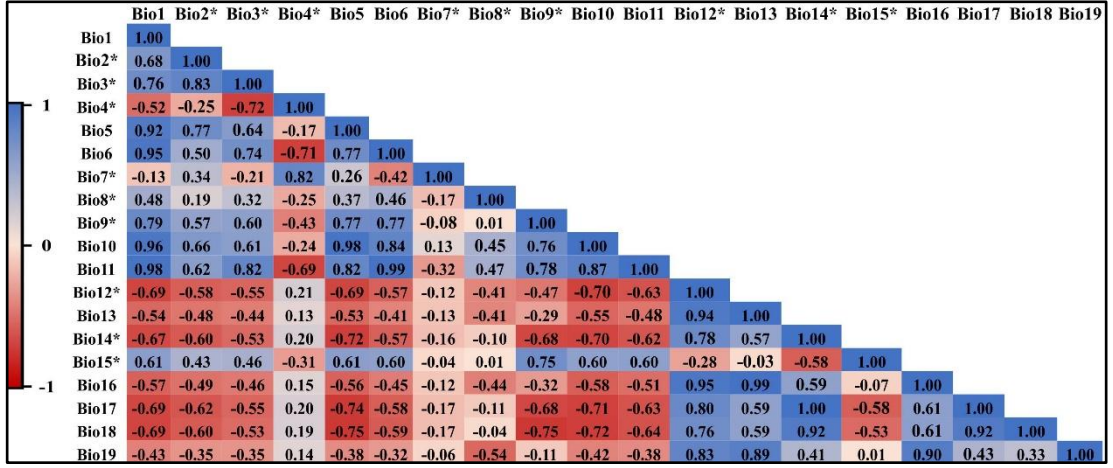
4.1.1. Korelasyon Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Zeytinin günümüzdeki potansiyel habitat alanlarının belirlenebilmesi ve gelecek projeksiyonlarının oluşturulabilmesi için 1960-1990 ve 1970-2000 referans periyotlu biyoiklim değişkenleri kullanılmıştır. Kullanılan bu değişkenlerin aralarında oluşabilecek çoklu bağlantı problemini giderebilmek için değişkenlere korelasyon analizi uygulanmıştır. 1960-1990 dönemi için oluşturulan korelasyon matrisinde korelasyon katsayısı $\pm 0,85$ değerinden küçük olan (Koç, Biltekin ve Ustaoglu, 2021, s. 5); Bio2, Bio3, Bio4, Bio8, Bio9, Bio12, Bio14 ve Bio15 değişkenleri ile modelleme süreci gerçekleştirilmiştir (Şekil 15).



Şekil 15. 1960-1990 Dönemi için Korelasyon Sonuçları

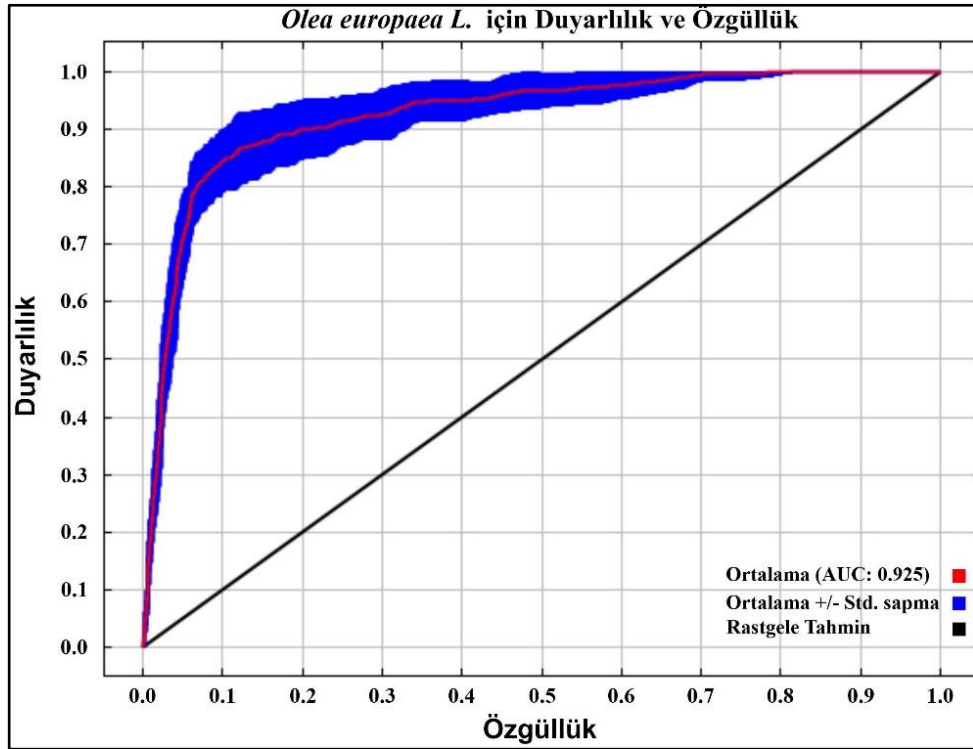
1970-2000 dönemi için oluşturulan korelasyon matrisinde ise korelasyon katsayısı $\pm 0,85$ değerinden küçük olan; Bio2, Bio3, Bio4, Bio7, Bio8, Bio9, Bio12, Bio14 ve Bio15 olmak üzere 9 bağımsız değişken ile modelleme süreci gerçekleştirilmiştir (Şekil 16).



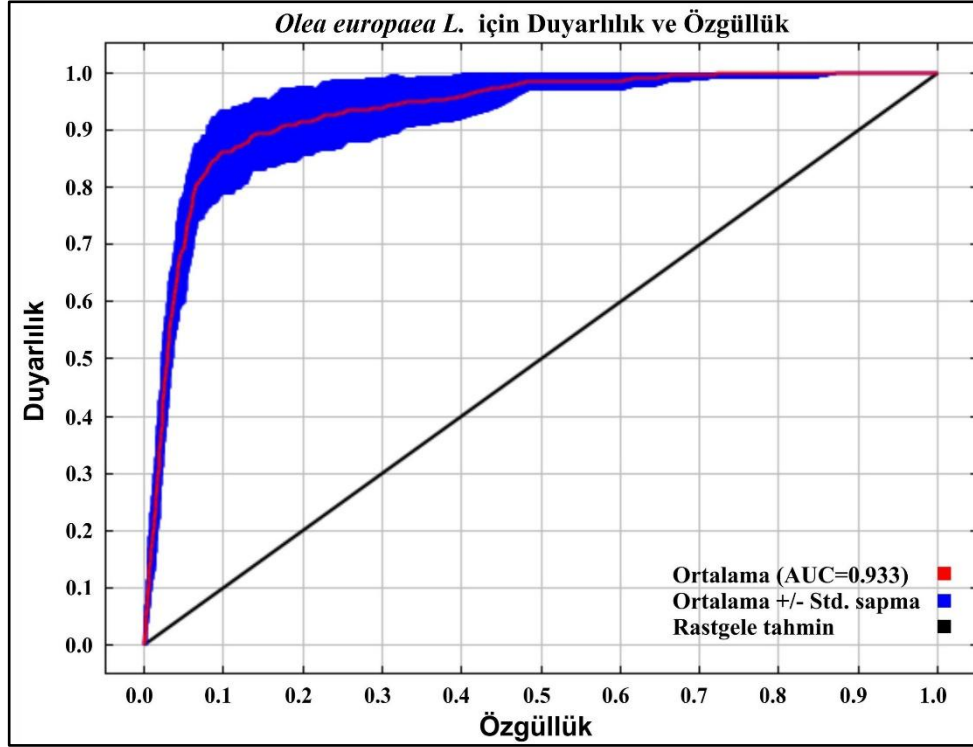
Şekil 16. 1970-2000 Dönemi için Korelasyon Sonuçları

4.1.2. AUC ve Jackknife Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Korelasyon analizi ile belirlenen 1960-1990 ve 1970-2000 referans periyotlu biyoiklim değişkenlerinin kullanılmasıyla oluşturulan modellerin performansı AUC değeri ile ölçülmüştür. 1960-1990 modeli için oluşturulan modelin performansı 0,925 olarak tespit edilmiştir (Şekil 17). 1970-2000 modeli için oluşturulan modelin performansı ise 0,933 olarak tespit edilmiştir (Şekil 18). Her iki modelde de $AUC \geq 0,9$ olması modellerin çok iyi tahmin gücüne sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 17. 1960-1990 Modeli için AUC Değeri

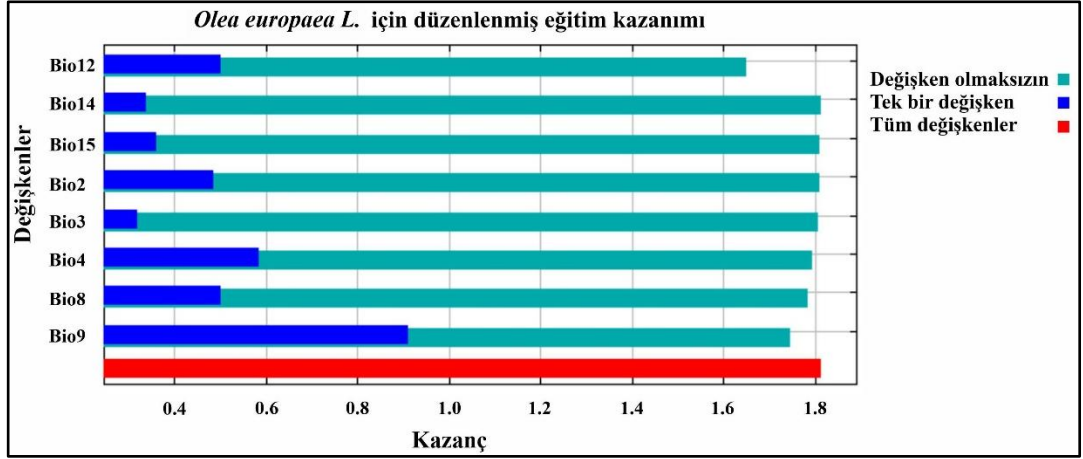


Şekil 18. 1990-2000 Modeli için AUC Değeri

Jackknife testi ile değişkenlerin oluşturulan modellere sağladıkları katkılar tespit edilmiştir. Çalışmada 15 tekrarlı olarak modeller oluşturulmuş ve elde edilen modellerin ortalama modelleri kullanılmıştır. 1960-1990 dönemi için oluşturulan modele en fazla katkıyı sağlayan değişkenler Bio12 (%35,6), Bio4 (%29,3) ve Bio9 (%19,9)'dur (Çizelge 6). Modelde tek başına kullanıldığında kazancı en çok arttıran değişken Bio9 iken modelden çıkarıldığında kazancı en çok azaltan değişken ise Bio12'dir (Şekil 19).

Çizelge 6. 1960-1990 Modeli için Biyoiklim Değişkenlerinin Yüzde Katkıları

Değişken Kodu	Biyoiklim Değişkeni	Yüzde Katkı (%)
Bio12	Yıllık yağış miktarı	35,6
Bio4	Sıcaklığın mevsimselliği	29,3
Bio9	En kurak 3 ayın ortalama sıcaklığı	19,9
Bio15	Yağışın mevsimselliği	7,9
Bio8	En nemli 3 ayın ortalama sıcaklığı	3,6
Bio2	Günlük ortalama değişim aralığı	1,6
Bio3	İsotermallik	1,5
Bio14	En kurak ayın yağış miktarı	0,6

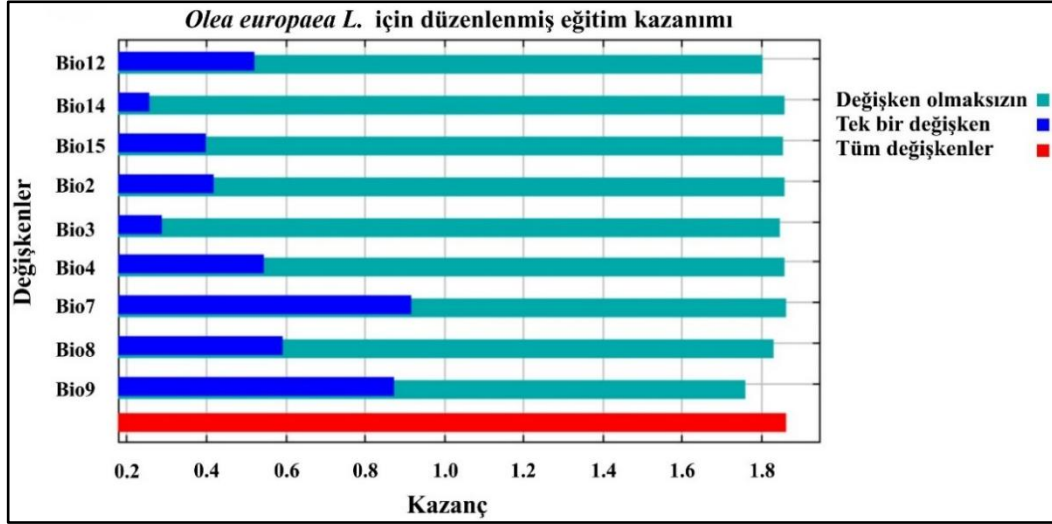


Şekil 19. 1960-1990 Modeli için Jackknife Testi Sonuçları

1970-2000 dönemi için oluşturulan modele en fazla katkıyı sağlayan değişkenler ise sırasıyla Bio12 (%30), Bio7 (%29,9) ve Bio9 (%21)'dir (Çizelge 7). Bio7 tek başına kullanıldığında en yüksek kazanç sağlayan değişken, Bio9 ise modelden çıkarıldığında kazancı en çok azaltan değişkendir (Şekil 20).

Çizelge 7. 1970-2000 Modeli için Biyoiklim Değişkenlerinin Yüzde Katkıları

Değişken Kodu	Biyoiklim Değişkeni	Yüzde Katkı (%)
Bio12	Yıllık yağış miktarı	30
Bio7	Yıllık sıcaklık değişim aralığı	29,9
Bio9	En kurak 3 ayın ortalama sıcaklığı	21
Bio15	Yağışın mevsimselliği	8,4
Bio3	İsotermallik	3,6
Bio8	En nemli 3 ayın ortalama sıcaklığı	3
Bio4	Sıcaklığın mevsimselliği	2,1
Bio2	Günlük ortalama değişim aralığı	1,5
Bio14	En kurak ayın yağış miktarı	0,4



Şekil 20. 1970-2000 Modeli İçin Jackknife Testi Sonuçları

4.2. Türkiye’de Zeytin Alanlarının Günümüzdeki Potansiyel Dağılımı Nasıldır?

4.2.1. 1960-1990 Referans Periyotlu Günümüz Modeline göre Zeytinin Potansiyel Dağılım Alanları Nasıldır?

Türkiye’de zeytinin günümüzdeki potansiyel habitat alanlarının dağılımını tespit etmek için 1960-1990 referans periyotlu biyoiklim değişkenleri kullanılmıştır. 8 bağımsız değişkenden elde edilen günümüz modeline göre, Türkiye’nin büyük çoğunluğu zeytin için uygun habitat alanı sunmamaktadır ve bu alanlar toplam alanın %74,7’sine karşılık gelmektedir (Çizelge 8). Ancak Güneydoğu Anadolu, Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde farklı uygunluk sınıflarında habitat alanları dağılımı göstermektedir. Çok az uygun sahalar Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde; Adıyaman, Gaziantep, Kilis, Mardin, Şanlıurfa ve Şırnak’ta dağılım alanına sahiptir. Akdeniz Bölgesi’nde özellikle Kahramanmaraş ve Toros Dağlarının güney yamaçlarında dağılım sergilemektedir. Ege Bölgesi’nin kıyıdan uzak iç kesimlerinde bu sınıfa giren alanlar görülebilmektedir. Marmara Bölgesi’nde; Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Edirne, Kırklareli ve Kocaeli’nde özellikle de iç kesimlerde çok az uygun sınıflı habitat alanlarına rastlanmaktadır. Karadeniz Bölgesi’nde ise Düzce’den Trabzon’a kadar uzanan Karadeniz kıyısı boyunca bu alanlar dağılımı göstermektedir (Şekil 21). Çok az uygun potansiyel gösteren araziler, toplam alanın %14,2’sine karşılık gelmekte ve 109.133 km²’lik alandan oluşmaktadır (Çizelge 8).

Uygun habitat sınıfına dahil olan sahalar, Akdeniz Bölgesi’nde genel olarak Toros Dağlarının güney yamaçlarında dağılımı göstermektedir. Akdeniz Bölgesi’nde

uygun sınıflı alanlar özellikle Adana, Mersin ve Osmaniye’de önemli dağılışı alanına sahiptir. Ege Bölgesi’nin kıyı kuşağında ve ova tabanlarında uygun sınıflı araziler görülebilmektedir ve bu alanlar yükseltinin artmasıyla kesintiye uğratılmaktadır. Aydın, Denizli, İzmir ve Manisa’da uygun sınıflı alanlar önemli dağılışı alanı göstermektedir. Marmara Bölgesi’nin kıyı kesimi uygun sınıflı sahaların dağılışı gösterdiği alanlardır. Aynı zamanda Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Kocaeli ve İstanbul’un iç kesimlerinde de uygun sınıflı alanlar dağılışı sergilemektedir. Karadeniz Bölgesi’nde, Bafra ve Çarşamba ovaları ile Erbaa ve Niksar ovaları gibi çevresine göre alçak sahalar, tür için uygun habitat ortamı sunmaktadır. Ayrıca Trabzon’un kıyı kesiminde de yer yer uygun potansiyelli araziler görülebilmektedir (Şekil 21). Çalışma sahası içerisinde uygun potansiyel gösteren alanlar, çalışma alanının %8,2’sine karşılık gelmektedir ve bu alanlar 62.842 km² alan kaplamaktadır (Çizelge 8).

Çizelge 8. 1960-1990 Dönemi için Elde Edilen Modele göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar

Uygunluk Sınıfları	Günümüz (km ²)	%
Uygun Değil	572.445	74,7
Çok Az Uygun	109.133	14,2
Uygun	62.842	8,2
Çok Uygun	19.109	2,5
Son Derece Uygun	2.717	0,4

Habitat açısından çok uygun potansiyel gösteren sahalar, genel olarak Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinin kıyı kesimlerinde dağılışı göstermektedir. Akdeniz Bölgesi’nde çok uygun sınıflı habitat alanları; Adana (Karataş, Seyhan, Yumurtalık ve Yüreğir), Mersin (Anamur, Aydıncık, Bozyazı, Silifke ve Tarsus) ve Antalya’da (Alanya, Aksu, Gazipaşa, Manavgat, Kepez ve Serik) en önemli dağılışı alanlarına sahiptir. Ege Bölgesi’nde; Muğla (Bodrum, Dalaman, Marmaris, Milas ve Seydikemer), Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Menderes, Menemen, Seferihisar, Selçuk, Torbalı ve Urla) ve Manisa (Alaşehir) çok uygun sınıfına dahil olan habitat alanlarının dağılışı gösterdiği alanlardır. Marmara Bölgesi’nde ise Balıkesir (Ayvalık) ve Çanakkale (Ayvacık, Eceabat ve Ezine) bu sınıfın görüldüğü alanlardır (Şekil 21). Çok uygun sınıflı alanlar toplam alanın %2,5’ine karşılık gelir ve 19.109 km² alan kaplamaktadır (Çizelge 8).

Türkiye’de en az dağılışı gösteren alanlar, son derece uygun sınıfına dahil edilen alanlardır. Bu modele göre, Türkiye’nin %0,4’ü (2.717 km²) çok uygun sınıfına dahil olan habitat alanlarını barındırmaktadır (Çizelge 8). Hatay (Samandağ), Adana (Karataş), Mersin (Anamur, Akdeniz, Erdemli, Mezitli, Silifke, Tarsus ve Yenişehir), Antalya (Alanya, Demre, Gazipaşa ve Kaş), Muğla (Datça ve Bodrum), Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Çeşme, Karaburun ve Urla) ve Çanakkale (Ayvacık, Bozcaada ve Ezine) illerinin kıyı kesimlerinde son derece uygun habitat potansiyelindeki alanlar yayılışı göstermektedir (Şekil 21).

4.2.2. 1970-2000 Referans Periyotlu Günümüz Modeline göre Zeytinin Potansiyel Dağılım Alanları Nasıldır?

1970-2000 referans periyotlu 9 bağımsız değişken ile oluşturulan günümüz modeline göre, çalışma alanında tür için uygun olmayan alanların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Bu alanlar çalışma alanının %75,9’una karşılık gelirken, 582.732 km² alan kaplamaktadır. Potansiyel olarak çok az uygun alanlar ise çalışma alanının %10,8’ine karşılık gelir ve 83.102 km² alan kaplamaktadır (Çizelge 9). Çok az uygun potansiyel gösteren alanlar, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde dağılışı alanına sahiptir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde; Adıyaman, Batman, Gaziantep, Kilis, Mardin, Şanlıurfa ve Şırnak çok az uygun potansiyel gösteren alanların görüldüğü illerdir. Akdeniz Bölgesi’nde özellikle yamaçların olduğu kesimler tür için çok az uygun potansiyel gösteren sahalardır. Ege Bölgesi’nde özellikle Manisa ve Uşak çok az uygun alanların dağılışı gösterdiği yerlerdir. Marmara Bölgesi’nin daha çok iç kesimlerinde bu sınıftaki alanlar görülebilmektedir. Balıkesir, Bursa, Edirne, İstanbul, Kırklareli ve Kocaeli illerinin belirli kesimlerinde çok az uygun potansiyelli alanlar yayılışı alanına sahiptir. Karadeniz Bölgesi’nde ise kıyı hattı boyunca bu sınıftaki arazilere rastlanırken özellikle Bafra, Çarşamba, Niksar ve Erbaa ovaları gibi alçak arazilerde de çok az uygun potansiyelli olan habitat alanlarına rastlanılmaktadır (Şekil 22).

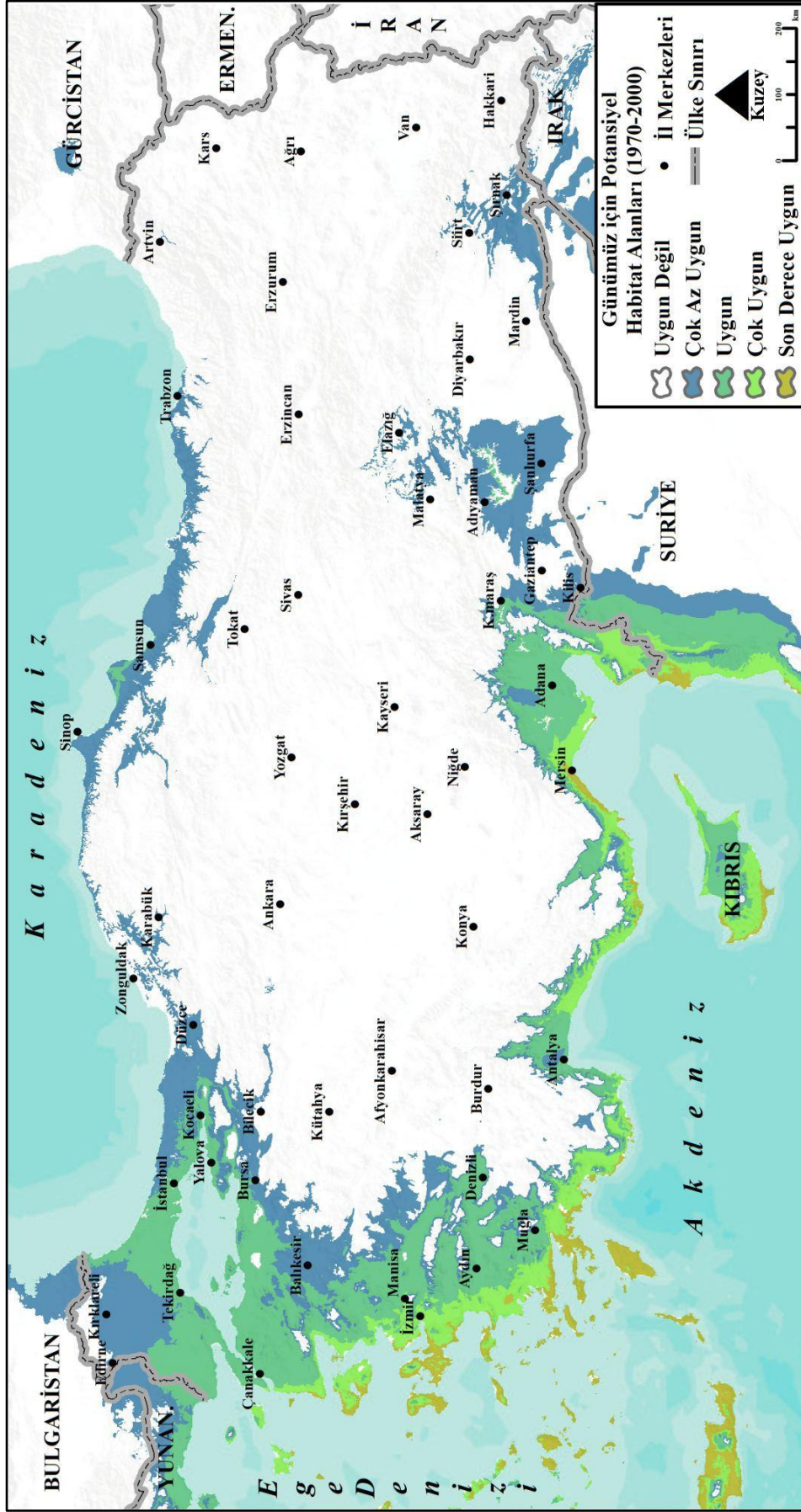
Bu modelin uygun sınıflı alanları araştırma sahasında %9,8’lik bir alana karşılık gelirken, 75.489 km²’lik alanı oluşturmaktadır (Çizelge 9). Uygun potansiyelli habitat alanları Akdeniz’den başlayarak Marmara Bölgesi’ne kadar yayılışı alanı göstermektedir. Akdeniz Bölgesi’nde; Adana (Ceyhan, Çukurova, Kadirli, Karaisalı, Kozan, Seyhan, Yumurtalık ve Yüreğir), Antalya (Aksu, Kemer, Konyaaltı, Kumluca, Manavgat ve Serik), Hatay (Erzin, Hassa, Kırıkhan ve Yayladağı), Mersin (Mut ve

Tarsus) ve Osmaniye (Düziçi, Kadirli, Sumbas ve Toprakkale) tür için uygun potansiyelli habitat alanlarının görüldüğü yerlerdir. Ege Bölgesi'nde; Aydın (Bozdoğan, Buharkent, Çine, Germencik, İncirliova, Karacasu, Karpuzlu, Koçarlı, Kuyucak, Köşk, Nazilli, Sultanhisar, Yenidoğan ve Yenipazar), Denizli (Babadağ, Buldan, Honaz, Merkezefendi, Kale, Pamukkale ve Sarayköy), İzmir (Beydağ, Bayındır, Bergama, Dikili, Kemalpaşa, Kınık, Kiraz, Ödemiş ve Tire), Manisa (Ahmetli, Akhisar, Alaşehir, Gölarmara, Kırıkagaç, Köprübaşı, Salihli, Sarıgöl, Saruhanlı, Soma ve Turgutlu) ve Muğla (Menteşe ve Yatağan), türün uygun habitat alanlarını barındırmaktadır. Marmara Bölgesi'nde; Çanakkale'nin çok büyük bir kısmı, Balıkesir (Bandırma, Burhaniye, Edremit, Erdek, Gönen, Havran, İvrindi, Manyas ve Susurluk), Bursa (Gemlik, İznik, Karacabey, Mudanya ve Mustafakemalpaşa), Yalova, İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Edirne'nin denizel etkinin sokulduğu kesimleri tür için uygun potansiyel göstermektedir. Karadeniz Bölgesi'nde ise Samsun (Bafra) tür için uygun potansiyelli alana karşılık gelmektedir (Şekil 22).

Çizelge 9. 1970-2000 Dönemi için Elde Edilen Modele göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar

Uygunluk Sınıfları	Günümüz (km ²)	%
Uygun Değil	582.732	75,9
Çok Az Uygun	83.102	10,8
Uygun	75.489	9,8
Çok Uygun	20.720	2,7
Son Derece Uygun	5.555	0,7

Çok uygun alanlar Hatay'dan Çanakkale'ye uzanan kıyı hattı boyunca görülebilmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Karataş), Antalya (Alanya, Demre, Finike, Gazipaşa, Kaş ve Manavgat), Hatay (Altınözü, Arsuz, Belen, Defne, Dörtüyl, İskenderun, Kırıkhan, Kumlu, Payas, Reyhanlı, Samandağ ve Yayladağı) ve Mersin (Anamur, Aydıncık, Bozyazı, Silifke ve Tarsus), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim Kuşadası ve Söke), İzmir (Bergama, Dikili, Foça, Menemen, Menderes, Seferihisar, Selçuk, Torbalı) ve Muğla, (Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Milas, Ortaca ve Seydikemer ve Ula), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık, Edremit ve Gömeç) ve Çanakkale (Ayvacık, Ezine, Eceabat ve Gökçeada) zeytin bitkisi için çok uygun potansiyel gösteren alanlardır (Şekil 22). Bu alanlar çalışma alanının %2,7'sini oluştururken, 20.720 km² alan kaplamaktadır (Çizelge 9).



Şekil 22. 1970-2000 Referans Periyotlu Yakın Geçmiş Verilerinden Elde Edilen Günümüz için Potansiyel Habitat Alanları

Son derece uygun olan habitat alanları ise daha çok kıyı kenarlarında dağılış alanı bulmaktadır. Bu sınıftaki alanlar büyük ölçüde Akdeniz ve Ege Bölgelerinde dağılış gösterirken, çok küçük ölçüde de Marmara Bölgesi'nde dağılış göstermektedir. Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Karataş), Antalya (Demre ve Kaş), Hatay (Arsuz ve Samandağ) ve Mersin (Anamur, Akdeniz, Bozyazı, Erdemli, Mezitli, Silifke ve Yenişehir) ve Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Söke ve Kuşadası), İzmir (Çeşme, Foça, Karaburun, Menderes, Seferihisar ve Urla) ve Muğla (Bodrum, Dalaman, Datça, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Milas, Ortaca ve Seydikemer), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık) ve Çanakkale (Ayvacık, Bozcada ve Ezine) son derece uygun habitat ortamı sunan illerdir (Şekil 22). Son derece uygun sınıflı araziler araştırma sahasının %0,7'sine karşılık gelir ve 5.555 km² alan oluşturmaktadır (Çizelge 9).

4.3. CCSM4 Gelecek Senaryosu Kapsamında Zeytin Alanlarının Gelecekteki Olası Dağılımı Nasıldır?

CCSM4 gelecek modelleri oluşturulurken, 1960-1990 dönemi esas alınarak gelecek projeksiyonu elde edilmiştir. Elde edilen gelecek modelleri RCP4.5 (orta iyimser) ve RCP8.5 (kötümser) senaryolarının 2050 (2041-2060) ve 2070 (2061-2080) dönemlerini temsil etmektedir.

4.3.1. CCSM4 Modelinin RCP4.5 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Dağılış Alanları Nasıldır?

RCP4.5 2050 Dönemi Gelecek Tahminleri: RCP4.5 senaryosunun 2050 dönemi için oluşturulan model incelendiğinde; günümüze göre uygun olmayan alanların azaldığı görülmektedir ve bu senaryoya göre uygun olmayan alanların kapladığı alan %69,6'dır. Çok az uygun sınıftaki habitat alanları ise toplam alanın %16,2'sini oluşturmaktadır (Çizelge 10). Bu alanlar, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak'ta, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Burdur, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, Manisa, Muğla ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bursa, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ'da, Karadeniz Bölgesi'nde ise özellikle Kuzey Anadolu Dağlarının kuzey yamaçlarında önemli dağılış alanı göstermektedir (Şekil 23).

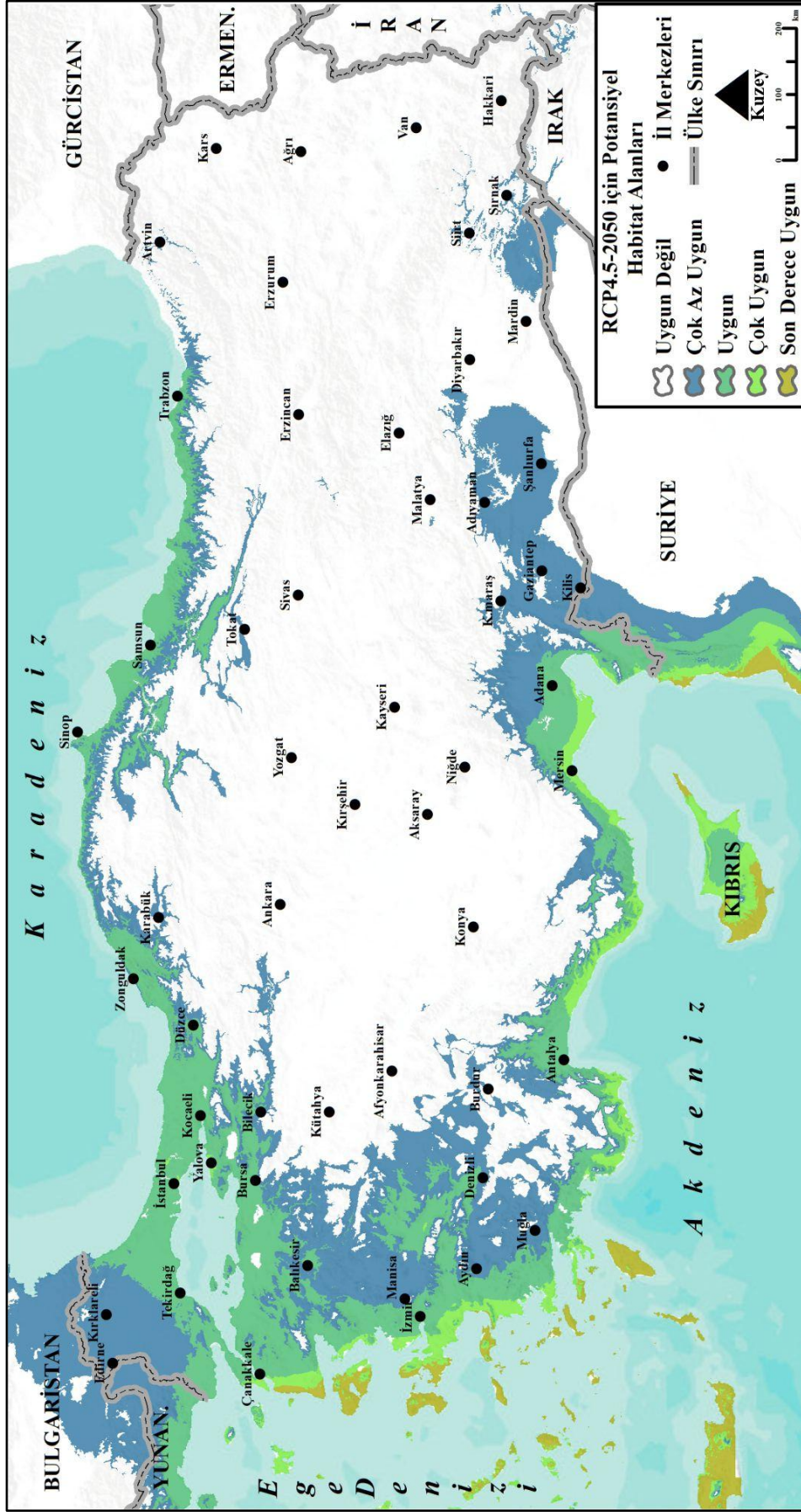
Uygun sınıflı arazilerin Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde dağılış alanı gösterebileceği tahmin edilmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde; Adana,

Antalya, Hatay ve Mersin (alan itibariyle daha küçük olmakla beraber Osmaniye, Burdur ve Isparta), Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bursa, Bilecik, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ, Yalova, Karadeniz Bölgesi'nde ise Düzce'den başlayarak Trabzon'a uzanan kıyı şeridi boyunca uygun sınıflı arazilerin yayılış gösterebileceği öngörülmektedir (Şekil 23). Uygun sınıfa dahil olan bu araziler toplam arazinin %12,4'üne karşılık gelirken, 94.764 km² alan kaplamaktadır (Çizelge 10).

Çizelge 10. RCP4.5 2050 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	RCP4.5 2050	%
Uygun Değil	572.445	74,7	533.092	69,6
Çok Az Uygun	109.133	14,2	124.418	16,2
Uygun	62.842	8,2	94.764	12,4
Çok Uygun	19.109	2,5	12.573	1,6
Son Derece Uygun	2.717	0,4	1.399	0,2

Çok uygun sınıflı olan sahalar çalışma alanında 12.573 km² alan kaplarken, bu alan toplam alanın %1,6'sına karşılık gelmektedir (Çizelge 10). RCP4.5 senaryosunun 2050 döneminde çok uygun olan araziler Akdeniz ve Ege Bölgelerinde önemli yer tutar. Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Karataş ve Yumurtalık), Antalya (Alanya, Gazipaşa, Demre, Finike, Manavgat, Kaş ve Kumluca) ve Mersin (Akdeniz, Anamur, Bozyazı, Erdemli, Mezitli, Tarsus, Silifke ve Yenişehir), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Dikili, Foça, Menderes, Karaburun, Seferihisar, Selçuk ve Urla) ve Muğla (Bodrum, Fethiye, Marmaris ve Seydikemer), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık) ve Çanakkale (Ayvacık, Bozcada, Gökçeada, Eceabat ve Ezine) tür için çok uygun potansiyel gösteren alanların dağılışı gösterebileceği yerlerdir. Son derece uygun sınıflı habitat alanları ise sadece Ege ve Marmara Bölgelerinde yayılış alanı bulmaktadır. Ege Bölgesi'nde, Aydın (Kuşadası) ve İzmir (Çeşme, Karaburun ve Urla), Marmara Bölgesi'nde ise Çanakkale (Ayvacık, Bozcada ve Ezine) son derece uygun sınıflı arazilerin yayılış gösterebileceği alanlar olarak tahmin edilmektedir (Şekil 23). Bu modele göre son derece uygun sınıflı araziler çalışma alanında en az yer kaplayan habitat sınıfıdır. Bu sınıf çalışma alanında %0,2'lik bir alanı temsil eder ve 1.399 km² alan kaplamaktadır (Çizelge 10).



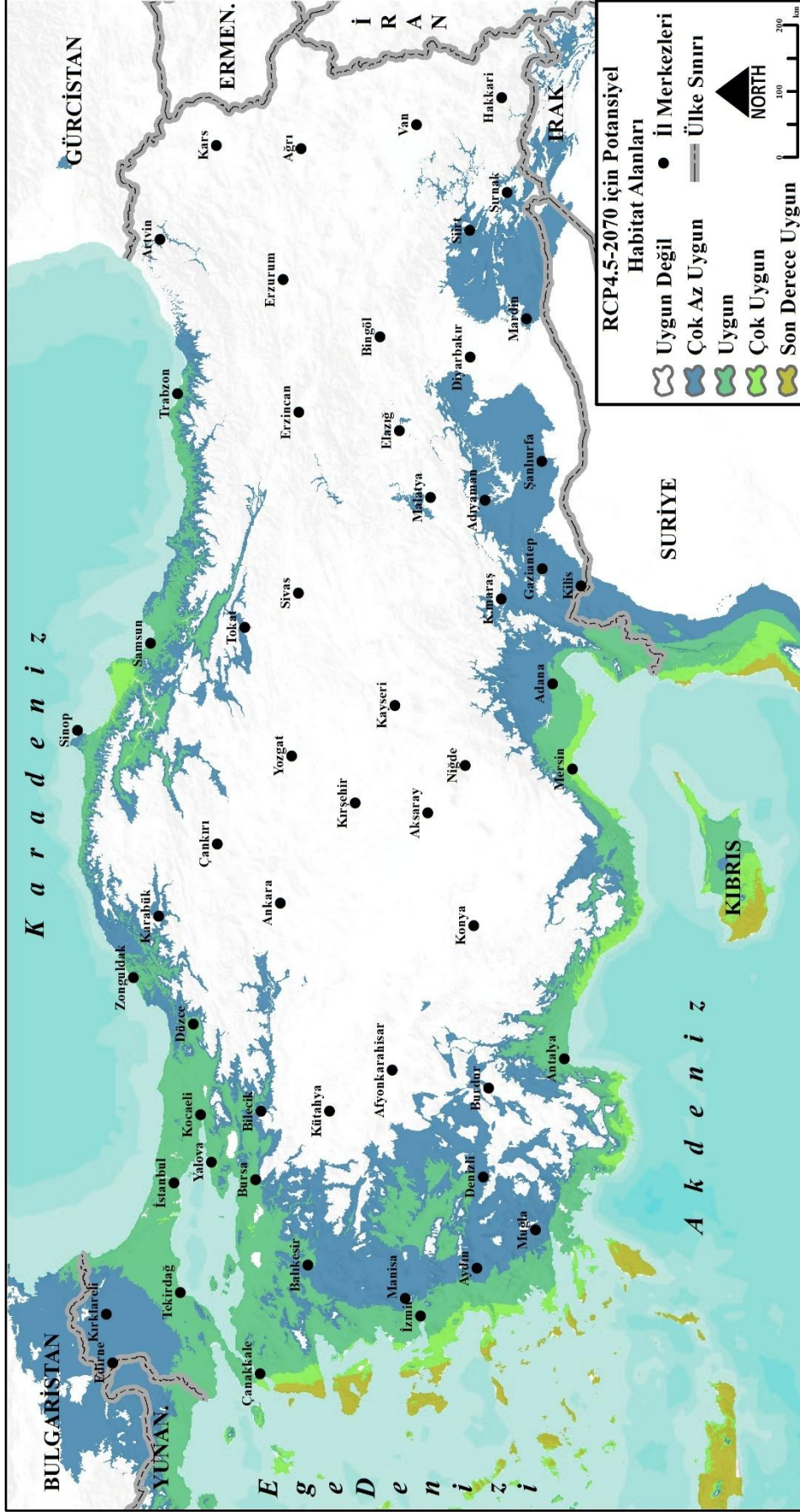
Şekil 23. RCP4.5 2050 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı

RCP4.5 2070 Dönemi Gelecek Tahminleri: 2070 dönemi modelleri küresel çapta 2050 yılına göre daha sıcak iklim koşullarının egemen olacağını öngörmektedir. Bu durumun da yer yüzünde dağılışı gösteren bazı türler için olumlu etki gösterebileceği gibi bazı türler için de olumsuz etki gösterebileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda 2070 dönemi için RCP4.5 modeli incelendiğinde, Türkiye’de zeytin bitkisi için uygun olmayan alanların toplam alanın %64,4’üne karşılık gelebileceği ve 493.359 km² alan kaplayabileceği görülmektedir. Çok az uygun sınıflı alanların ise %19,5 oranında ve 149.462 km² alan kaplayabileceği tespit edilmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. RCP4.5 2070 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	RCP4.5 2070	%
Uygun Değil	572.445	74,7	493.359	64,4
Çok Az Uygun	109.133	14,2	149.462	19,5
Uygun	62.842	8,2	111.299	14,5
Çok Uygun	19.109	2,5	11.350	1,5
Son Derece Uygun	2.717	0,4	785	0,1

Çok az uygun sınıfındaki bu araziler, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde; Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak’ta, Akdeniz Bölgesi’nde; Adana, Antalya, Burdur, Isparta, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye’de, Ege Bölgesi’nde; Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak’ta, Marmara Bölgesi’nde; Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ’da, Karadeniz Bölgesi’nde; Düzce’den başlayarak Trabzon’a kadar uzanan kıyı şeridi boyunca ve bölgenin bazı iç kesimlerindeki alçak arazilerde yayılışı gösterebileceği model sonuçlarına göre tahmin edilmektedir. Uygun sınıflı araziler oluşturulan modele göre, Akdeniz Bölgesi’nde; Adana, Antalya, Hatay ve Mersin’de, Ege Bölgesi’nde; Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak’ta, Marmara Bölgesi’nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli ve Sakarya’da, Karadeniz Bölgesi’nde; Düzce, Giresun, Kastamonu, Ordu, Samsun, Sinop ve Zonguldak’ta yayılışı gösterebileceği öngörülmektedir (Şekil 24). Uygun sınıflı araziler çalışma alanının %14,5’ine karşılık gelirken, 111.299 km² alan kaplamaktadır (Çizelge 11).



Şekil 24. RCP4.5 2070 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı

Çok uygun alanların RCP4.5 2070 modeline göre Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde dağılışı alanı bulabileceği öngörülmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Karataş, Seyhan ve Yumurtalık), Antalya (Alanya, Demre, Gazipaşa, Gündoğmuş, Finike, Kaş, Kumluca ve Manavgat), Hatay (İskenderun ve Samandağ) ve Mersin (Anamur, Erdemli, Mezitli, Silifke ve Tarsus), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Germencik, Kuşadası ve Söke), İzmir (Dikili, Foça, Karaburun, Menderes, Merkez, Selçuk ve Urla) ve Muğla (Bodrum, Datça, Fethiye ve Marmaris), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık) ve Çanakkale (Ayvacık, Eceabat, Ezine, Gökçeada ve Merkez), Karadeniz Bölgesi'nde; Samsun (Alaçam, Bafra, Ondokuz Mayıs ve Yakakent) ve Sinop'un (Boyabat, Dikmen ve Gerze), tür için çok uygun sınıflı alanları barındırabileceği tahmin edilmektedir (Şekil 24). Bu sınıftaki araziler çalışma alanının %1,5'ine karşılık gelirken, 11.350 km² alan kaplamaktadır. Son derece uygun alanlar ise çalışma alanının %0,1'ine karşılık gelirken, 785 km² alan kaplamaktadır (Çizelge 11). Son derece uygun habitat sınıfındaki araziler oluşturulan modele göre, Muğla (Datça), İzmir (Çeşme, Karaburun ve Urla) ve Çanakkale'de (Ayvacık, Bozcada ve Ezine) yayılışı alanı bulabileceği öngörülmektedir (Şekil 24).

4.3.2. CCSM4 Modelinin RCP8.5 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Dağılışı Alanları Nasıldır?

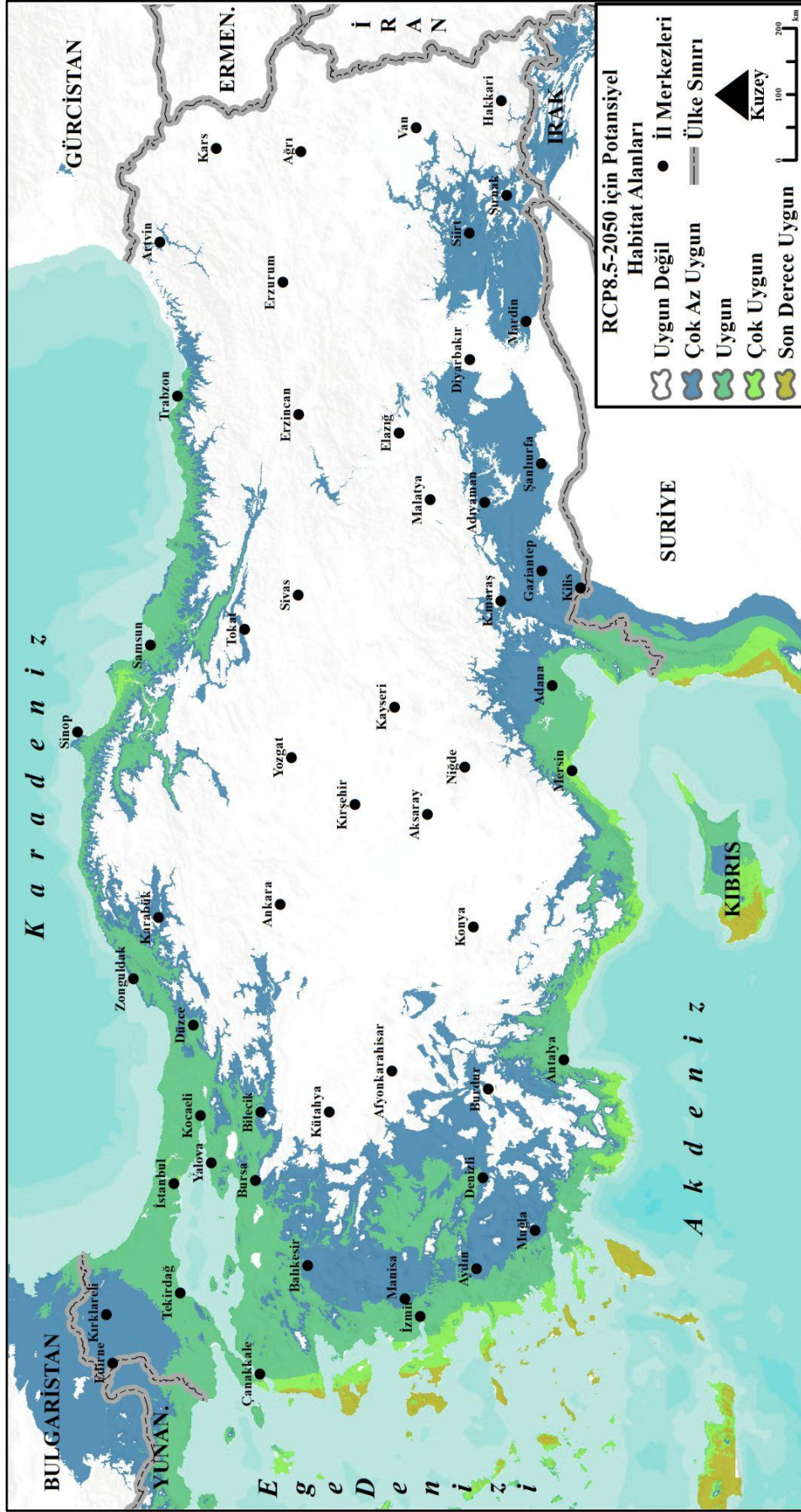
RCP8.5 2050 Dönemi Gelecek Tahminleri: RCP8.5 senaryoları RCP senaryoları içerisinde en yüksek ışımsal zorlama (2100 yılında 8,5 W/m²) ve konsantrasyon değerine sahiptir. Bu nedenle RCP8.5 senaryoları yıllar geçtikçe daha sıcak koşullara vurgu yapmaktadır. Bu kapsamda, RCP8.5 senaryosunun 2050 modeline göre Türkiye'de uygun olmayan alanların %66,9 oranıyla 512.279 km² alan kaplayabileceği, çok az uygun alanların ise %19 oranıyla 145.387 km² alan kaplayabileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 12).

Çizelge 12. RCP8.5 2050 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	RCP8.5 2050	%
Uygun Değil	572.445	74,7	512.279	66,9
Çok Az Uygun	109.133	14,2	145.387	19,0
Uygun	62.842	8,2	96.305	12,6
Çok Uygun	19.109	2,5	10.995	1,4
Son Derece Uygun	2.717	0,4	1.279	0,2

Bu dönemde çok az uygun alanlar Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde önemli yayılış alanı göstermektedir. Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Kilis, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak illerinin daha önce bu sınıfta olmayan alanları, RCP8.5 senaryosunun 2050 döneminde çok az uygun sınıflı alanlara dönüşmektedir. Adana, Burdur, Isparta, Kahramanmaraş, Osmaniye ve Toros Dağlarının güney yamaçları Akdeniz Bölgesi'nde çok az uygun arazilerin yayılış gösterdiği alanlardır. Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla ve Uşak, Marmara Bölgesi'nde; özellikle Balıkesir, Edirne, Kırklareli ve Bursa'nın iç kesimleri, Karadeniz Bölgesi'nde ise Kuzey Anadolu Dağlarının kuzey yamaçları çok az uygun sahaların yayılış gösterebileceği alanlardır (Şekil 25).

2050 dönemi RCP8.5 senaryosuna göre, uygun sahaların 96.305 km² (%12,6) alan kapladığı tespit edilmiştir (Çizelge 12). Bu alanlar Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Ceyhan, Karaisalı, Seyhan, Yumurtalık ve Yüreğir) Antalya (Akseki, Gündoğmuş, Kaş, Kumluca, Manavgat ve Serik,) , Burdur (Bucak), Hatay (Altınözü, Erzin, Dört Yol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı, Samandağ ve Yayladağ) ve Mersin (Anamur, Aydıncık, Bozyazı, Erdemli, Gülnar, Mut, Silifke ve Tarsus), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Germencik, Didim, Koçarlı ve Söke), Denizli (Buldan ve Güney), İzmir (Aliağa, Dikili, Foça, Menemen, Merkez, Kemalpaşa, Ödemiş, Tire ve Torbalı), Manisa (Alaşehir, Gördes, Demirci, Kula, Salihli ve Selendi), Muğla (Bodrum, Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Milas ve Ortaca) ve Uşak (Eşme ve Ulubey), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık, Balya, Bandırma, Burhaniye, Edremit, Erdek, Gömeç, Havran, İvrindi, Kepsut, Manyas ve Susurluk), Bilecik (Merkez, Osmaneli ve Söğüt), Bursa (Gemlik, İnegöl, İznik, Karacabey, Kestel, Mudanya, Mustafakemalpaşa, Nilüfer, Orhangazi ve Yenişehir), Çanakkale (Bayramiç, Biga, Çan, Eceabat, Gelibolu, Lapseki ve Yenice), Edirne (Enez, İpsala ve Keşan), İstanbul, Kırklareli (Vize ve Demirköy), Kocaeli (Gebze, Karamürsel ve Kandıra), Sakarya (Geyve, Hendek ve Karasu), Tekirdağ (Hayrabolu, Malkara ve Şarköy) ve Yalova (Armutlu ve Çınarcık), Karadeniz Bölgesi'nde; Bartın, Düzce, Giresun, Kastamonu, Ordu, Samsun, Sinop, Trabzon ve Zonguldak gibi yerleşmelerin daha çok kıyı ve alçak kesimleri ile Amasya ve Tokat yerleşmelerinin ovalık arazilerinde tür için uygun sınıflı araziler yayılış gösterebileceği öngörülmektedir (Şekil 25).



Şekil 25. RCP8.5 2050 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı

Çok uygun alanların elde edilen modele göre; Akdeniz, Ege, Marmara ve çok dar bir alanda da Karadeniz Bölgelerinde yayılış göstereceği tahmin edilmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Karataş), Antalya (Alanya, Demre, Finike, Gazipaşa, Kaş, Kemer, Kumluca ve Manavgat), Hatay (Arsuz ve Samandağ) ve Mersin (Anamur, Akdeniz, Bozyazı, Erdemli, Mezitli, Silifke ve Yenişehir), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Foça, Karaburun, Menderes, Selçuk, Seferihisar ve Urla) ve Muğla (Bodrum, Datça, ve Seydikemer), Marmara Bölgesi'nde; Çanakkale (Ayvacık, Bozcaada, Ezine ve Eceabat), Karadeniz Bölgesi'nde ise lokal olarak Samsun'da (Alaçam ve Bafra) dağılış göstermektedir (Şekil 25). Dağılış gösteren bu alanlar %1,4 oranında ve 10.995 km² alan kaplamaktadır. Son derece uygun sınıfına dahil olan alanlar ise çalışma alanının %0,2'sine karşılık gelirken 1.279 km² yer kaplamaktadır (Çizelge 12). Son derece uygun sınıflı bu alanlar, İzmir (Çeşme ve Karaburun) ve Çanakkale (Ayvacık ve Ezine) kıyılarında yayılış alanı göstereceği öngörülürken, Akdeniz kıyılarında ise çok küçük ölçekte Antalya'da (Alanya ve Gazipaşa) yayılış göstereceği öngörülmektedir (Şekil 25).

RCP8.5 2070 Dönemi Gelecek Tahminleri: Çalışmada incelenen RCP modelleri ve dönemler içerisinde en uç senaryoya RCP8.5 2070 senaryosu sahiptir. Bu uç senaryoya göre, çalışma alanında zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan alanlar, toplam alanın %65,5'ine karşılık gelir ve 501.641 km² alan oluşturmaktadır. Çok az uygunluk gösteren araziler ise toplam alanın %22,1'ine karşılık gelir ve 169.486 km² yer kaplamaktadır (Çizelge 13).

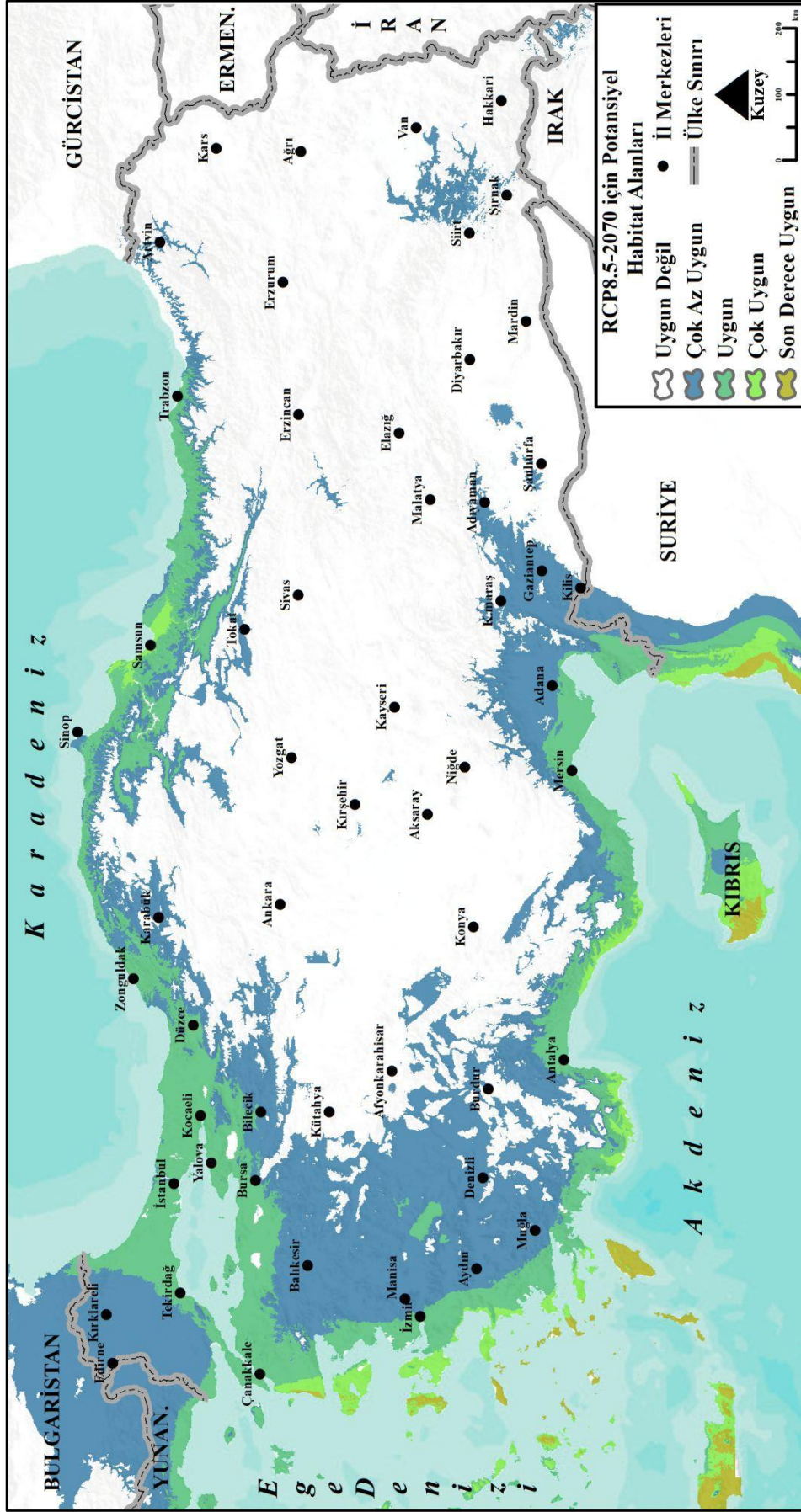
Çizelge 13. RCP8.5 2070 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	RCP8.5 2070	%
Uygun Değil	572.445	74,7	501.641	65,5
Çok Az Uygun	109.133	14,2	169.486	22,1
Uygun	62.842	8,2	87.988	11,5
Çok Uygun	19.109	2,5	6.974	0,9
Son Derece Uygun	2.717	0,4	156	0,0

Model çıktılarına göre çok az uygunluk gösteren bu araziler, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Adıyaman, Bitlis, Gaziantep, Kilis, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak'ta, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Burdur, Hatay, Isparta, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Afyonkarahisar, Denizli, İzmir,

Manisa, Kütahya, Muğla ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ'da, Karadeniz Bölgesi'nde; özellikle kıyı kesiminde yayılış alanı gösterebilecektir. Uygun sınıflı araziler, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Hatay ve Mersin'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, İzmir, Manisa ve Muğla'da, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova'da, Karadeniz Bölgesi'nde; Amasya, Bartın, Düzce, Giresun, Kastamonu, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Zonguldak'ta yayılış alanı bulabileceği tahmin edilmektedir (Şekil 26). Bu araziler çalışma alanının %11,5'ini oluştururken, 87.988 km² yer kaplamaktadır (Çizelge 13).

RCP8.5 modelinin 2070 yılı senaryosuna göre Türkiye'de zeytin yetiştiriciliği için çok uygun potansiyelli habitat alanlarının Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde yayılış gösterebileceği öngörülmektedir. Bu model çok uygun sınıftaki habitat alanlarının, Akdeniz Bölgesi'nde, Antalya (Alanya, Demre, Gazipaşa, Kaş, Kumluca ve Manavgat) ve Mersin'de (Bozyazı ve Anamur), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Kuşadası, Didim ve Söke), İzmir (Çeşme, Karaburun, Menderes, Seferihisar, Selçuk ve Urla) ve Muğla'da (Bodrum, Datça ve Seydikemer), Marmara Bölgesi'nde; Çanakkale'de (Ezine ve Ayvacık), Karadeniz Bölgesi'nde; Samsun'da (Atakum, Bafra, Canik, Çarşamba, İlkadım, 19 Mayıs ve Tekkeköy) yayılış alanı sergileyebileceğini göstermektedir. Son derece uygun potansiyel gösteren alanlar ise Çanakkale (Ezine ve Ayvacık) ve Muğla'da (Datça) yayılış alanı bulmaktadır (Şekil 26). Çok uygun potansiyel gösteren araziler çalışma alanında 6.974 km² (%0,9) alan kaplayabileceği, son derece uygun potansiyel gösteren arazilerin ise 156 km² (%0) alan kaplayabileceği öngörülmektedir (Çizelge 13).



Şekil 26. RCP8.5 2070 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı

4.4. MRI-ESM2-0 Gelecek Senaryosu Kapsamında Zeytin Alanlarının Gelecekteki Olası Dağılımı Nasıldır?

Bu başlık altında MRI-ESM2-0 modelinin SSP2-4.5 ve SSP5-8.5 senaryolarının 2041-2060, 2061-2080 ve 2081-2100 dönemlerindeki gelecek tahminlerinden elde edilen bulgulara değinilecektir. Bu gelecek tahminleri, 1970-2000 referans periyotlu günümüz modelinin geleceğe projeksiyonlanmasıyla elde edilmiştir.

4.4.1. MRI-ESM2-0 Modelinin SSP2-4.5 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Dağılım Alanları Nasıldır?

MRI-ESM2-0 SSP2-4.5 Modeli için 2041-2060 Dönemi Gelecek Tahminleri: SSP2-4.5 senaryosunun 2041-2060 dönemi için öngörüler incelendiğinde, zeytin bitkisi için uygun potansiyel göstermeyen alanların %72,7'lik bir alana karşılık gelebileceği ve bu alanın 557.752 km² alan kaplayabileceği belirlenmiştir. Çok az uygun potansiyel gösteren alanların ise %9,1'lik bir alana karşılık gelerek, 69.920 km² alan kaplayabileceği tespit edilmiştir (Çizelge 14).

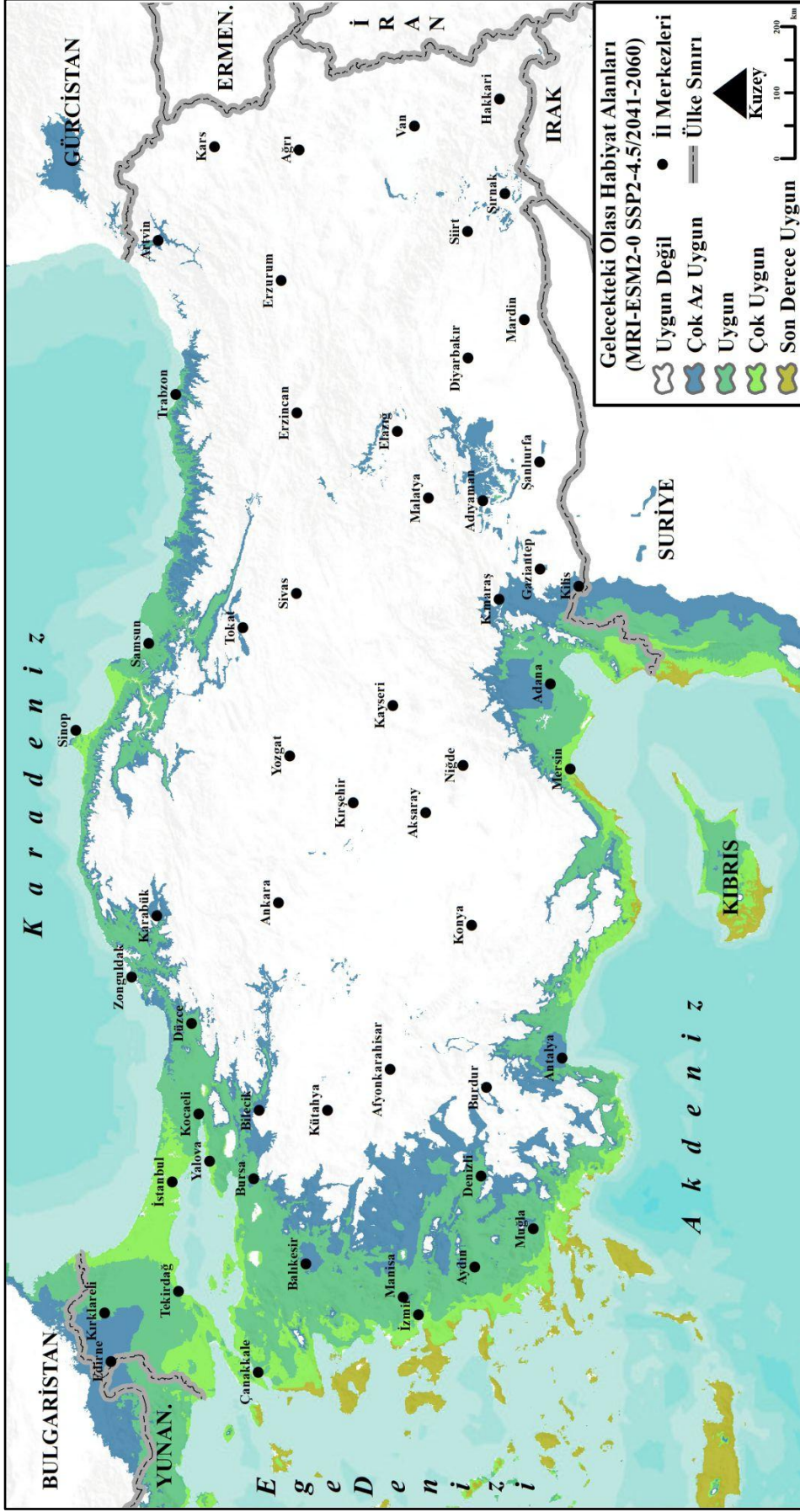
Çizelge 14. MRI-ESM2-0 Modeli SSP2-4.5 2041-2060 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km²)

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	2041-2060	%
Uygun Değil	582.732	75,9	557.752	72,7
Çok Az Uygun	83.102	10,8	69.920	9,1
Uygun	75.489	9,8	99.729	13,0
Çok Uygun	20.720	2,7	34.922	4,5
Son Derece Uygun	5.555	0,7	5.275	0,7

Çok az uygun potansiyel gösteren alanların, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Adıyaman, Gaziantep, Kilis ve Şanlıurfa'da, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Burdur, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Edirne ve Kırklareli'nde, Karadeniz Bölgesi'nde; özellikle Ordu'da ve yer yer kıyı kuşağında önemli dağılım alanları bulabileceği tahmin edilmektedir. Bu modele göre uygun potansiyel gösterebilecek alanlar ise, Hatay'dan Trabzon'a uzanan kıyı hattı boyunca görülebilmektedir. SSP2-4.5 2041-2060 modeli, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Hatay, Mersin ve Osmaniye, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova, Karadeniz Bölgesi'nde;

Amasya, Bartın, Düzce, Giresun, Kastamonu, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Zonguldak gibi yerleşmelerin zeytin için uygun potansiyel gösterebilecek sahalar olabileceğini vurgulamaktadır (Şekil 27). Uygun potansiyel gösteren bu alanların toplam alanın %13'üne karşılık gelebileceği ve 99.729 km² alan kaplayabileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 14).

2041-2060 dönemi için oluşturulan SSP2-4.5 modeline göre çok uygun sınıflı alanların çalışma alanının %4,5'ine karşılık gelebileceği ve 34.922 km² alan kaplayabileceği dikkat çekmektedir (Çizelge 14). Çok uygun potansiyelli bu alanların Akdeniz, Ege, Marmara Bölgelerinde, daha yerel ölçekte de Karadeniz Bölgesi'nde yayılış gösterebileceği model tarafından tahmin edilmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde; Antalya (Alanya, Demre, Gazipaşa, Kaş ve Manavgat), Adana (Karataş), Hatay (Altınözü, Antakya, Arsuz, Defne, İskenderun, Kumlu, Payas, Reyhanlı, Samandağ ve Yayladağı) ve Mersin (Akdeniz, Anamur, Aydıncık, Bozyazı, Gülnar, Mezitli, Silifke, Tarsus ve Yenişehir), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Bergama, Dikili, Foça, Merkez, Menderes, Torbalı, Seferihisar ve Selçuk) ve Muğla (Bodrum, Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Menteşe, Milas, Ortaca ve Seydikemer ve Ula), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık, Bandırma, Burhaniye, Edremit, Erdek, Gönen ve Marmara Adası), Bursa (Karacabey), Çanakkale (Ayvacık, Bayramiç, Biga, Çan, Eceabat, Ezine, Gelibolu, Gökçeada, Lapseki ve Merkez), Edirne (Enez, İpsala ve Keşan), İstanbul (Silivri, Çatalca ve Merkez İlçeler), Kırklareli (Demirköy ve Vize), Kocaeli (Karamürsel ve Gölcük), Tekirdağ (Çorlu, Kapaklı, Malkara, Marmaraereğlisi, Saray, Süleymanpaşa ve Şarköy) ve Yalova (Altınova, Armutlu, Çınarcık ve Termal), Karadeniz Bölgesi'nde; Samsun (Alaçam ve Bafra) ve Sinop (Ayancık, Erfelek, Gerze ve Merkez) çok uygun potansiyel göstereceği tahmin edilen yerlerdir. Son derece uygun habitat sınıflı arazilere sahip olabileceği düşünülen araziler ise Akdeniz Bölgesi'nde; Antalya (Gazipaşa), Hatay (Arsuz ve Samandağ) ve Mersin'de (Anamur, Bozyazı, Erdemli, Mezitli ve Silifke), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Çeşme, Foça, Güzelbahçe, Karaburun, Menderes, Narlıdere, Seferihisar ve Urla) ve Muğla'da (Bodrum, Dalaman, Datça, Fethiye, Marmaris, Milas ve Ortaca), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık) ve Çanakkale'de (Ayvacık, Bozcaada, Gökçeada ve Ezine) yayılış alanı bulabileceği öngörülmektedir (Şekil 27). Yayılış bulması düşünülen bu sınıftaki araziler, toplam alanın %0,7'sine karşılık gelir ve 5.275 km² alan oluşturmaktadır (Çizelge 14).



Şekil 27. MRI-ESM2-0 Modeli SSP2-4.5 2041-2060 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habiyyat Alanlarının Dağılışı

MRI-ESM2-0 SSP2-4.5 Modeli için 2061-2080 Dönemi Gelecek Tahminleri:

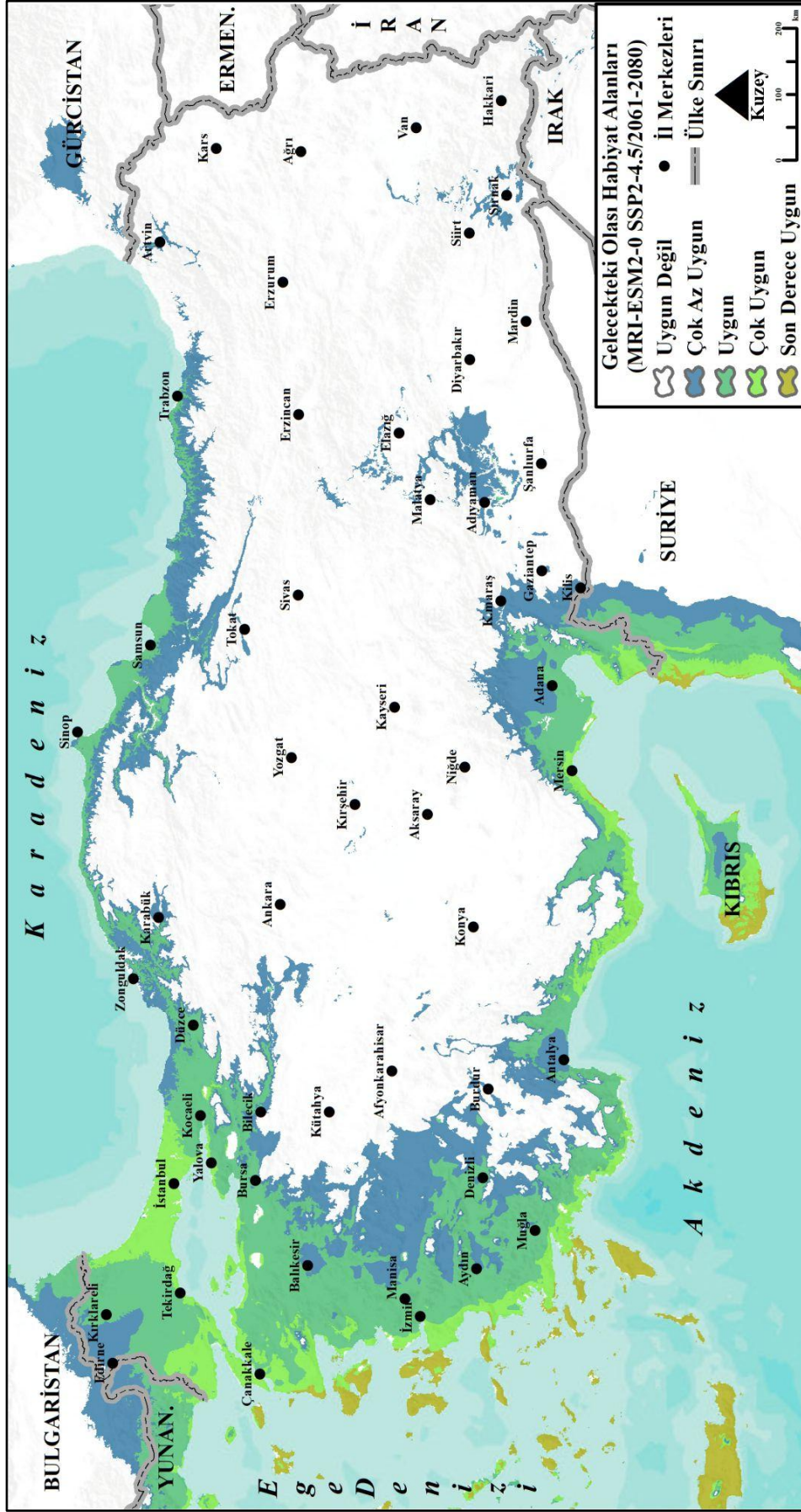
2061-2080 dönemi için elde edilen SSP2-4.5 modelinde zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan arazilerin %70,8 oranına karşılık geldiği ve bu alanların 543.492 km² alan kaplayabileceği tespit edilmiştir. Çok az uygun potansiyelli alanların ise çalışma alanının %11,9'una karşılık gelerek 91.240 km² alan kaplayabileceği belirlenmiştir (Çizelge 15).

Çizelge 15. MRI-ESM2-0 Modeli SSP2-4.5 2061-2080 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km²)

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	2061-2080	%
Uygun Değil	582.732	75,9	543.492	70,8
Çok Az Uygun	83.102	10,8	91.240	11,9
Uygun	75.489	9,8	99.698	13,0
Çok Uygun	20.720	2,7	30.053	3,9
Son Derece Uygun	5.555	0,7	3.115	0,4

Çok az uygun sınıflı alanlar önemli ölçüde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Adıyaman, Gaziantep ve Kilis'te, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Burdur ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bursa, Edirne, Kırklareli ve Sakarya'da, Karadeniz Bölgesi'nde; Bartın, Giresun, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Zonguldak'ta yayılış gösterebileceği öngörülmektedir. Uygun alanların ise Akdeniz Bölgesi'nde; Antalya, Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir ve Manisa'da, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova'da, Karadeniz Bölgesi'nde; Bartın, Düzce, Giresun, Kastamonu, Samsun, Sinop, Trabzon ve Zonguldak'ta dağılışı gösterebileceği öngörülmektedir (Şekil 28).

Son derece uygun sınıflı araziler özellikle Hatay (Samandağ), Mersin (Erdemli), Muğla (Bodrum, Datça ve Marmaris), Aydın (Kuşadası), İzmir (Çeşme, Karaburun ve Urla), Balıkesir (Ayvalık) ve Çanakkale'de (Ayvacık, Bozcada, Gökçeada ve Ezine) yayılış alanına sahip olabileceği tahmin edilmektedir (Şekil 28). Çok uygun potansiyelli alanların çalışma alanının %3,9'una karşılık gelerek, 30.053 km² alan kaplayabileceği, son derece uygun potansiyelli alanların ise çalışma alanının %0,4'üne karşılık gelerek 3.115 km² alan kaplayabileceği öngörülmektedir (Çizelge 15).



Şekil 28. MRI-ESM2-0 Modeli SSP2-4.5 2061-2080 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habiyyat Alanlarının Dağılışı

2061-2080 modelinin orta-iyimser senaryosuna göre, çok uygun sınıfına dahil olan alanların Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde dağılışı gösterebileceği tespit edilmiştir. Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Karataş), Antalya, (Alanya, Demre, Finike, Gazipaşa, Kaş ve Manavgat), Hatay (Altınözü, Antakya, Arsuz, Defne, İskenderun, Samandağ ve Yayladağı) ve Mersin (Anamur, Akdeniz, Aydincık, Bozyazı, Erdemli, Gülnar, Mezitli, Silifke, Tarsus ve Yenişehir), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Aliağa, Bergama, Dikili, Foça, Merkez, Menderes, Seferihisar ve Selçuk) ve Muğla (Bodrum, Dalaman, Datça, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Menteşe, Milas, Ortaca, Seydikemer ve Ula), Marmara Bölgesi'nde; İstanbul'un tamamı, Balıkesir (Ayvalık, Bandırma, Edremit, Erdek, Gönen ve Marmara Adası), Bursa (Karacabey ve Mudanya), Çanakkale (Ayvacık, Bayramiç, Biga, Çan, Eceabat, Ezine, Gelibolu, Gökçeada, Lapseki ve Merkez), Edirne (Enez, İpsala ve Keşan), Kırklareli (Demirköy ve Vize), Kocaeli (Gölcük ve Karamürsel), Sakarya (Geyve ve Sapanca), Tekirdağ (Malkara, Marmaraereğlisi, Süleymanpaşa ve Şarköy) ve Yalova (Altınova, Armutlu ve Çınarcık) çok uygun sınıflı arazilerin yayılımı gösterebileceği illerdir (Şekil 28).

MRI-ESM2-0 SSP2-4.5 Modeli için 2081-2100 Dönemi Gelecek Tahminleri:

2081-2100 dönemi, MRI-ESM2-0 SSP2-4.5 senaryoları içerisinde en uzak gelecek tahminlerini içermektedir. Bu bağlamda, uzak gelecek için elde edilen model tahminleri, zeytin bitkisi için uygun olmayan alanların %68,8 oranında olabileceği ve bu alanların 528.146 km²'lik bir alanı oluşturabileceğini, çok az uygun sınıflı alanların ise çalışma alanının %12,2'sine karşılık gelebileceği ve 93.810 km²'lik alanı oluşturabileceğini göstermektedir (Çizelge 16).

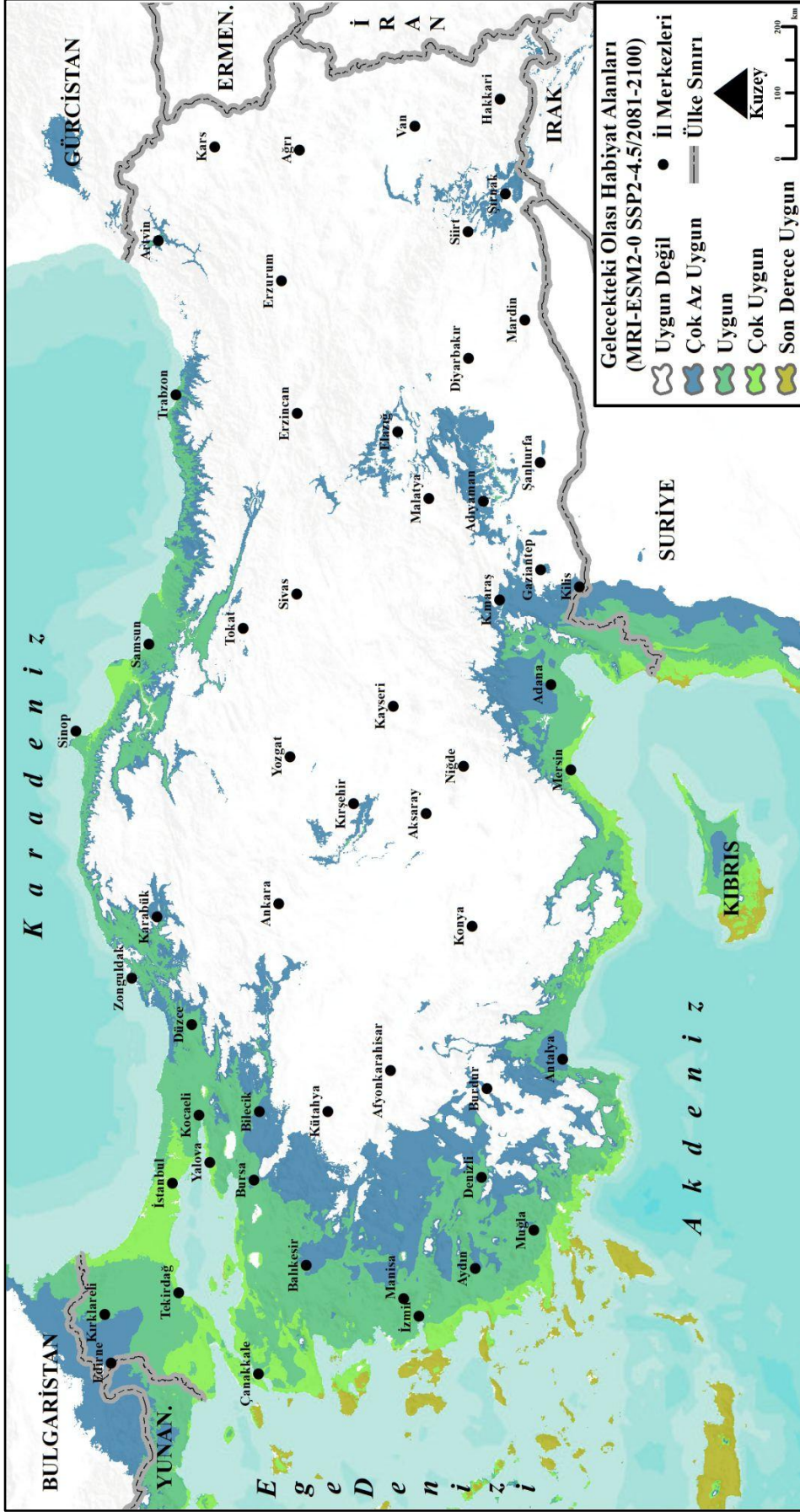
Çizelge 16. MRI-ESM2-0 Modeli SSP2-4.5 2081-2100 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km²)

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	2081-2100	%
Uygun Değil	582.732	75,9	528.146	68,8
Çok Az Uygun	83.102	10,8	93.810	12,2
Uygun	75.489	9,8	111.950	14,6
Çok Uygun	20.720	2,7	30.534	4,0
Son Derece Uygun	5.555	0,7	3.158	0,4

Uzak gelecekte çok az uygun arazilerin, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak'ta, Akdeniz

Bölgesi'nde, Antalya, Adana, Burdur, Kahramanmaraş ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Edirne ve Kırklareli'nde, Karadeniz Bölgesi'nde; özellikle bazı illerin kıyı kesimlerinde ve Kuzey Anadolu Dağlarının güney yamaçlarında önemli yer tutabileceği öngörülmektedir. Uygun sınıflı alanların, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Manisa ve Muğla'da, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bursa, Bilecik, Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova'da, Karadeniz Bölgesi'nde ise; Bartın Düzce, Giresun, Kastamonu, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Zonguldak'ta yayılış alanları bulabileceği tahmin edilmektedir (Şekil 29). Bu sınıftaki arazilerin çalışma alanınının 111.950 km²'sini (%14,6) kaplayabileceği öngörülmektedir (Çizelge 16).

Çok uygun potansiyelli habitat alanlarının, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Karataş), Antalya (Alanya, Demre, Gazipaşa, Kaş ve Manavgat), Hatay (Antakya, Arsuz, Defne, Samandağ ve Yayladağı) ve Mersin (Akdeniz, Anamur, Aydıncık, Bozyazı, Erdemli, Gülnar, Mezitli, Silifke, Tarsus ve Yenişehir), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Foça, Menemen, Menderes, Selçuk ve Seferihisar) ve Muğla (Bodrum, Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Milas, Ortaca, Seydikemer ve Ula), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık, Bandırma, Burhaniye, Edremit, Erdek, Gönen ve Marmara Adası), Bursa (Karacabey), Çanakkale (Ayvacık, Bayramiç, Biga, Çan, Ezine, Eceabat, Gelibolu ve Lapseki), Edirne (Enez, İpsala ve Keşan), Kırklareli (Demirköy ve Vize), Kocaeli (Altınova, Karamürsel, Gebze ve Gölcük), Sakarya (Sapanca), Tekirdağ (Malkara, Marmaraereğlisi, Saray, Süleymanpaşa ve Şarköy), İstanbul (Sarıyer, Beykoz ve Şile hariç diğer ilçeleri) ve Yalova (Armutlu, Çınarcık, Çiftlikköy ve Termal), Karadeniz Bölgesi'nde; Samsun (Alaçam, Bafra ve Terme) ve Sinop (Gerze) dağılış gösterebileceği yerlerdir. Son derece uygun potansiyelli alanlar ise; Mersin (Anamur, Bozyazı ve Silifke), Muğla (Bodrum, Dalaman, Datça Fethiye, Marmaris ve Ortaca), Aydın (Didim ve Kuşadası), İzmir (Çeşme, Foça, Karaburun ve Urla), Balıkesir (Ayvalık) ve Çanakkale (Ayvacık, Bozcaada ve Gökçeada) yerleşmelerinin özellikle kıyı kesimlerinde dağılış gösterebileceği tahmin edilmektedir (Şekil 29). Çok uygun potansiyelli alanların 30.534 km² (%4) alan kaplaması, son derece uygun potansiyelli alanların ise 3.158 km² (%0,4) alan kaplaması öngörülmektedir (Çizelge 16).



Şekil 29. MRI-ESM2-0 Modeli SSP2-4.5 2081-2100 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habiyyat Alanlarının Dağılışı

4.4.2. MRI-ESM2-0 Modelinin SSP5-8.5 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Dağılım Alanları Nasıldır?

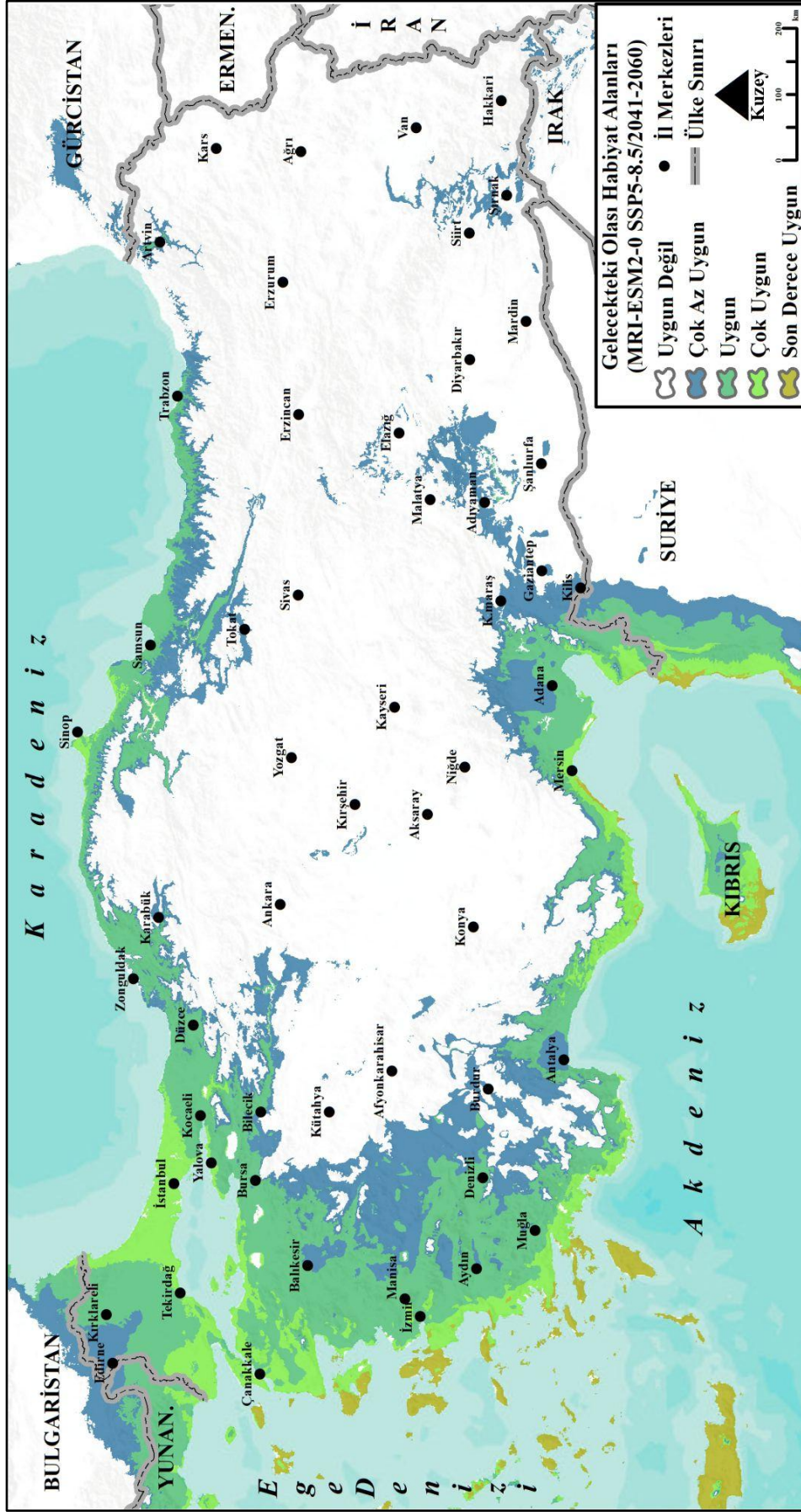
MRI-ESM2-0 SSP5-8.5 Modeli için 2041-2060 Dönemi Gelecek Tahminleri:

SSP5-8.5 senaryosunun 2041-2060 modeline göre, çalışma alanının %68,2'si zeytin bitkisi için uygun habitat ortamı göstermemektedir. Uygun olmayan bu araziler 523.636 km² alan kaplamaktadır. Çok az uygunluk gösteren habitat alanları ise çalışma alanının %11,7'sine karşılık gelirken, 90.159 km² alan kaplamaktadır (Çizelge 17).

Çizelge 17. MRI-ESM2-0 Modeli SSP5-8.5 2041-2060 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km²)

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	2041-2060	%
Uygun Değil	582.732	75,9	523.636	68,2
Çok Az Uygun	83.102	10,8	90.159	11,7
Uygun	75.489	9,8	115.402	15,0
Çok Uygun	20.720	2,7	34.729	4,5
Son Derece Uygun	5.555	0,7	3.672	0,5

Çok az uygun habitat ortamı gösteren bu arazilerin daha çok Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Adıyaman, Gaziantep, Kilis, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak'ta, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Burdur, Isparta, Kahramanmaraş ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Denizli, Kütahya, Manisa ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bursa, Edirne ve Kırklareli'nde, Karadeniz Bölgesi'nde ise; Ordu, Samsun ve Trabzon'da dağılım gösterebileceği öngörülmektedir. Elde edilen modele göre uygun sınıflı arazilerin Adana, Antalya, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Muğla ve Manisa'da, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bursa, Bilecik, Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova'da, Karadeniz Bölgesi'nde; Düzce, Bartın, Giresun, Karabük, Kastamonu, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Zonguldak'ta önemli yayılım alanı gösterebileceği tahmin edilmektedir (Şekil 30). Bu sınıftaki araziler 115.402 km² alan ile çalışma alanının %15'ini oluşturmaktadır (Çizelge 17).



Şekil 30. MRI-ESM2-0 Modeli SSP5-8.5 2041-2060 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habiyyat Alanlarının Dağılışı

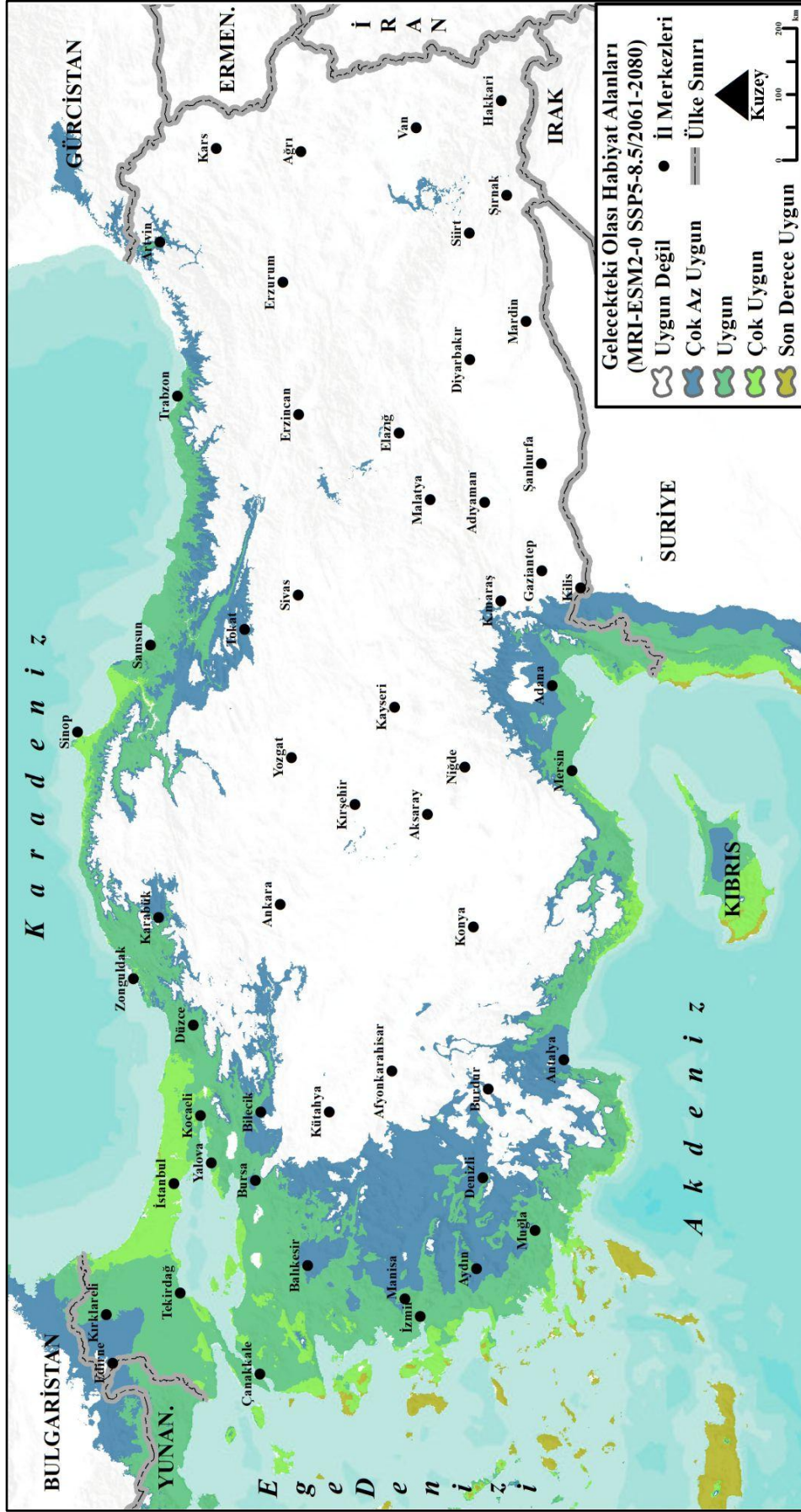
2041-2060 periyodunda çok uygun sınıflı habitat alanlarının, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Karataş), Antalya (Alanya, Demre, Finike, Gazipaşa ve Kaş), Hatay (Altınözü, Antakya, Arsuz, Defne, Dört Yol, İskenderun, Samandağ ve Yayladağı) ve Mersin'de (Akdeniz, Anamur, Aydıncık, Bozyazı, Erdemli, Gülnar, Mezitli, Silifke, Tarsus ve Yenişehir), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Bergama, Dikili, Foça, Kemalpaşa, Menderes, Menemen, Seferihisar ve Selçuk) ve Muğla'da (Bodrum, Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Menteşe, Milas, Ortaca, Seydikemer ve Ula), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık, Bandırma, Burhaniye, Edremit, Erdek, Gönen ve Marmara Adası), Bursa (Karacabey ve Mudanya), Çanakkale (Ayvacık, Bayramiç, Biga, Çan, Eceabat, Ezine, Gelibolu, Lapseki, Merkez ve Yenice), Edirne (Enez, İpsala, Keşan ve Meriç), İstanbul (tamamı), Kırklareli (Demirköy ve Vize), Kocaeli (Gölcük, Karamürsel ve Kandıra), Sakarya (Geyve ve Sapanca) ve Tekirdağ'da (Çerkezköy, Çorlu, Kapaklı, Malkara, Marmaraereğlisi, Saray, Süleymanpaşa ve Şarköy), Karadeniz Bölgesi'nde; Samsun (Alaçam, Bafra ve Yakakent) ve Sinop'ta (Erfelek ve Merkez), dağılışı gösterebileceği tahmin edilmektedir. Son derece uygun alanların ise, Hatay (Samandağ), Mersin (Anamur, Bozyazı, Erdemli, Mezitli ve Silifke), Muğla (Bodrum, Dalaman, Datça, Fethiye ve Marmaris), Aydın (Didim ve Kuşadası), İzmir (Çeşme, Karaburun ve Urla), Balıkesir (Ayvalık), Çanakkale (Ayvacık, Bozcaada ve Gökçeada) illerinde daha yerel ölçeklerde dağılışı göstereceği öngörülmektedir (Şekil 30). Çok uygun sınıflı arazilerin 34.729 km² alan ile çalışma alanının %4,5'ine karşılık gelebileceği, son derece uygun sınıflı arazilerin ise 3.672 km² alan ile çalışma alanının %0,5'ine karşılık gelebileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 17).

MRI-ESM2-0 SSP5-8.5 Modeli için 2061-2080 Dönemi Gelecek Tahminleri:

2061-2080 döneminde MRI-ESM2-0 modelinin SSP5-8.5 senaryosu, Türkiye'de zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan alanların 534.064 km² alan kaplayacağını ve bu alanların toplam alanın %69,6'sına karşılık gelebileceğini tahmin etmektedir. Çok az uygun sınıflı alanların ise 93.230 km² alan kaplayacağını ve çalışma alanının %12,1'ine karşılık gelebileceğini öngörmektedir (Çizelge 18). Çok az uygunluk gösteren arazilerin, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Gaziantep ve Kilis'te, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Burdur, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Edirne, Kırklareli'nde, Karadeniz Bölgesi'nde;

Amasya, Giresun, Karabük, Ordu, Samsun, Tokat ve Trabzon'da önemli yer tutabileceği tahmin edilmektedir. Model tahminine göre uygun potansiyelli alanların ise, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Hatay, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, İzmir, Manisa ve Muğla'da, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova'da, Karadeniz Bölgesi'nde; Amasya, Düzce, Bartın, Giresun, Karabük, Kastamonu, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Zonguldak'ta önemli yayılış alanı gösterebileceği beklenmektedir (Şekil 31). Uygun sınıflı bu arazilerin çalışma alanının %15,2'sine karşılık gelmesi ve 116.540 km² alanı oluşturması öngörülmektedir (Çizelge 18).

Modelin 2061-2080 SSP5-8.5 senaryosu, çok uygun potansiyelli arazilerin, Adana (Karataş), Antalya (Alanya, Demre, Finike, Gazipaşa ve Kaş), Hatay (Arsuz, Defne ve Samandağ) ve Mersin'de (Anamur, Akdeniz, Bozyazı, Erdemli, Mezitli, Silifke ve Yenişehir), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Bergama, Çeşme, Foça, Karaburun, Merkez, Menderes, Seferihisar ve Urla) ve Muğla'da (Bodrum, Dalaman, Datça, Fethiye, Marmaris, Ortaca ve Seydikemer), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık, Bandırma, Burhaniye, Erdek, Gönen, Havran ve Marmara Adası), Bursa (Karacabey), Çanakkale (Ayvacık, Biga, Ezine, Gökçeada, Lapseki ve Yenice), Edirne (Enez, İpsala ve Keşan), İstanbul (neredeyse tamamı), Kırklareli (Demirköy ve Vize), Tekirdağ (Çerkezköy, Kapaklı, Marmaraereğlisi, Saray, Süleymanpaşa ve Şarköy), Kocaeli (Derince, Gölcük, İzmit ve Kandıra), Sakarya (Ferizli, Karasu, Kaynarca, Sapanca ve Söğütü) ve Yalova'da (Armutlu, Çınarcık ve Termal), Karadeniz Bölgesi'nde; Samsun (Alaçam, Bafra ve Yakakent) ve Sinop'ta (Ayancık, Erfelek, Gerze, Merkez ve Türkeli) yayılış gösterebileceğini öngörmektedir. Öngörülen bu yayılış alanlarının çalışma alanında 23.074 km² alan kaplayabileceği ve araştırma alanının %3'ünü oluşturabileceği tespit edilmiştir (Çizelge 18). Oluşturulan model çıktıları son derece uygun potansiyelli alanların, Muğla (Datça), İzmir (Çeşme, Karaburun ve Urla) ve Çanakkale'de (Ayvacık ve Bozcaada) çok yerel ölçeklerde yayılış gösterebileceğini öngörmektedir (Şekil 31). Bu sahaların çalışma alanının %0,1'ine karşılık geleceği ve 690 km² alan kaplayabileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 18).



Şekil 31. MRI-ESM2-0 Modeli SSP5-8.5 2061-2080 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habiyyat Alanlarının Dağılışı

Çizelge 18. MRI-ESM2-0 modeli SSP5-8.5 2061-2080 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km²)

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	2061-2080	%
Uygun Değil	582.732	75,9	534.064	69,6
Çok Az Uygun	83.102	10,8	93.230	12,1
Uygun	75.489	9,8	116.540	15,2
Çok Uygun	20.720	2,7	23.074	3,0
Son Derece Uygun	5.555	0,7	690	0,1

MRI-ESM2-0 SSP5-8.5 Modeli için 2081-2100 Dönemi Gelecek Tahminleri:

MRI-ESM2-0 gelecek modelinin en uç senaryosu, SSP5-8.5 emisyon senaryosunun 2081-2100 dönemidir. Bu gelecek iklim senaryosu altında, Türkiye’de zeytin bitkisi için uygun olmayan sahaların 526.489 km² (%68,6) alan oluşturabileceği, çok az uygun sahaların ise 103.737 km² (%13,5) alan oluşturabileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 19). Çok az uygun sınıflı bu arazilerin yayılış alanları, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde; Gaziantep, Akdeniz Bölgesi’nde; Adana, Antalya, Burdur, Isparta, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye, Ege Bölgesi’nde; Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa ve Uşak, Ege Bölgesi’nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Edirne ve Kırklareli, Karadeniz Bölgesi’nde; Amasya, Karabük, Ordu, Rize, Samsun ve Tokat illerdir (Şekil 32).

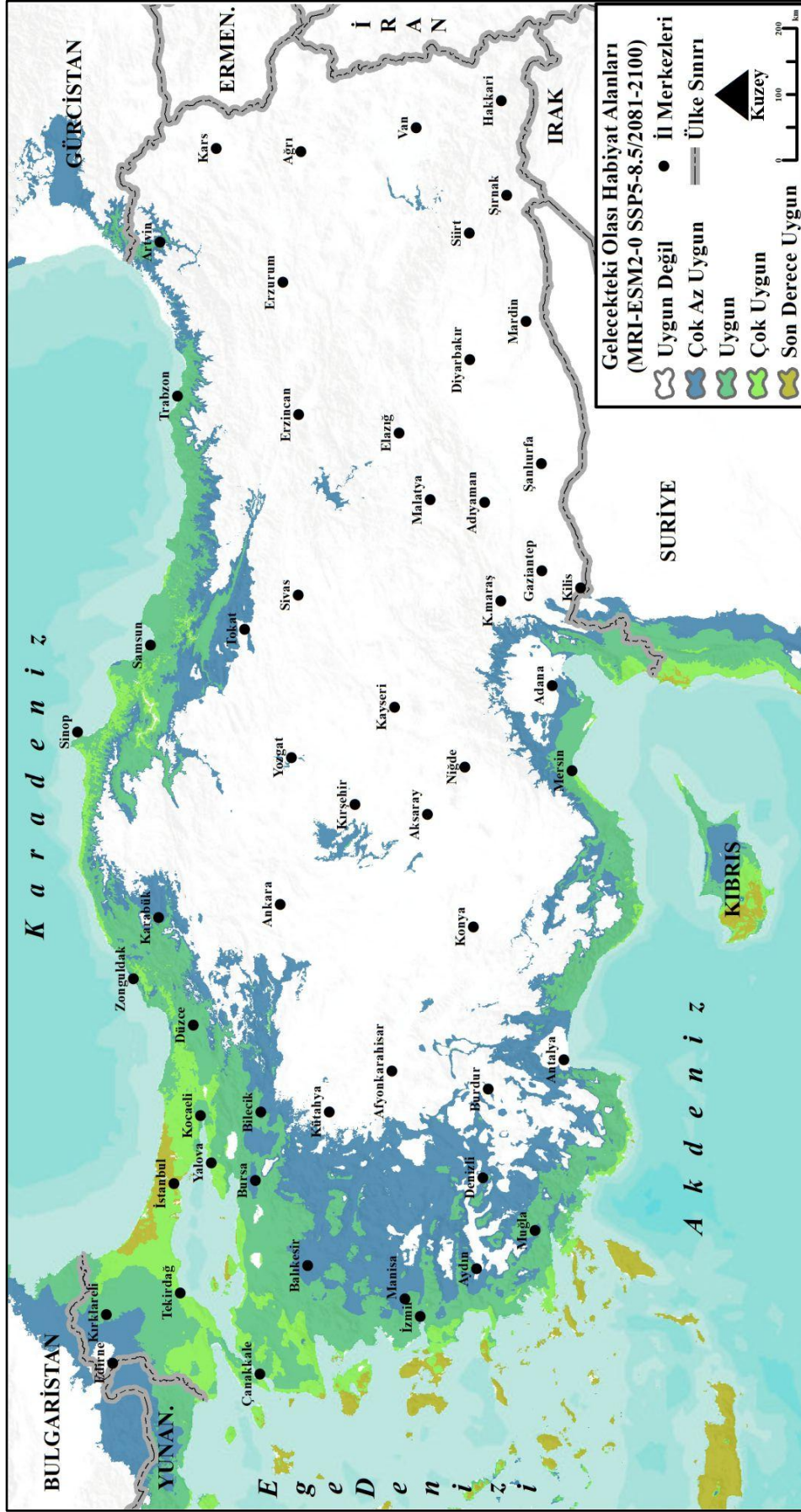
Uygun sınıflı arazilerin en önemli yayılış sahaları, Akdeniz Bölgesi’nde; Adana, Antalya, Hatay ve Mersin, Ege Bölgesi’nde; Aydın, İzmir ve Muğla, Marmara Bölgesi’nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova, Karadeniz Bölgesi’nde; Artvin, Bartın, Bolu, Düzce, Giresun, Karabük, Kastamonu, Ordu, Sinop, Samsun, Tokat, Trabzon ve Zonguldak illeridir (Şekil 32). Uygun sınıflı bu araziler çalışma alanında 104.490 km² alan oluştururken, çalışma alanının %13,6’sına karşılık gelebileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 19).

Bu uç senaryo çok uygun sınıflı alanların 2081-2100 döneminde çalışma alanında 28.169 km² alan kaplayabileceğini ve bu alanların %3,7’lik bir sahaya karşılık gelebileceğini öngörmektedir. Çok uygun sınıflı bu arazilerin, Akdeniz Bölgesi’nde; Adana (Karataş), Antalya (Alanya, Gazipaşa, Kaş ve Kumluca), Hatay (Arsuz, Defne, Samandağ ve Yayladağı) ve Mersin’de (Anamur, Akdeniz, Bozyazı, Erdemli, Mezitli, Silifke ve Yenişehir), Ege Bölgesi’nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve

Söke), İzmir (Çeşme, Foça, Merkez, Menderes, Seferihisar, Selçuk ve Urla) ve Muğla'da (Bodrum, Dalaman, Fethiye, Marmaris, Ortaca ve Seydikemer), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık, Bandırma, Edremit, Erdek, Gönen, Havran ve Marmara Adası), Bursa (Karacabey), Çanakkale (Ayvacık, Bayramiç, Biga, Çan, Eceabat, Ezine, Gelibolu, Gökçeada, Lapseki, Merkez ve Yenice), Edirne (Enez, İpsala ve Keşan), İstanbul (özellikle merkez ilçeleri), Kırklareli (Demirköy ve Vize), Kocaeli (Başiskele, Derince, Dilovası, Gebze, Gölcük, İzmit, Kandıra, Karamürsel ve Körfez), Sakarya (Ferizli, Geyve, Hendek, Kaynarca, Karasu, Kocaeli, Sapanca, Serdivan ve Söğüt), Tekirdağ (Çerkezköy, Çorlu, Ergene, Kapaklı, Malkara, Marmaraereğlisi, Saray, Süleymanpaşa ve Şarköy) ve Yalova'da (Armutlu, Çınarcık ve Termal), Karadeniz Bölgesi'nde; Bartın (Amasra ve Kurucay), Düzce (Akçakoca), Kastamonu (Abana, Bozkurt, Cide, Çatalzeytin, Doğanyurt ve İnebolu), Samsun (Alaçam, Ayvacık, Bafra, Ünye, Vezirköprü ve Yakakent), Sinop (Ayancık, Dikmen, Durağan, Erfelik, Gerze, Merkez ve Türkeli) ve Zonguldak'ta (Alaplı, Kozlu, Merkez ve Kilimli) önemli dağılış alanı sergileyebileceği öngörülmektedir. Son derece uygun alanların ise Muğla (Bodrum ve Datça), İzmir (Çeşme, Karaburun ve Urla), Balıkesir (Ayvalık, Erdek ve Marmara Adası), Çanakkale (Ayvacık, Bozcaada ve Gökçeada) ve İstanbul'un merkez ilçelerinde dağılış gösterebileceği öngörülmektedir (Şekil 32). Model çıktısına göre bu sınıftaki arazilerin, 4.713 km² alan oluşturabileceği ve bu alanlarında araştırma alanının %0,6'sına karşılık gelebileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 19).

Çizelge 19. MRI-ESM2-0 modeli SSP5-8.5 2081-2100 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km²)

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	2081-2100	%
Uygun Değil	582.732	75,9	526.489	68,6
Çok Az Uygun	83.102	10,8	103.737	13,5
Uygun	75.489	9,8	104.490	13,6
Çok Uygun	20.720	2,7	28.169	3,7
Son Derece Uygun	5.555	0,7	4.713	0,6



Şekil 32. MRI-ESM2-0 Modeli SSP5-8.5 2081-2100 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habiyyat Alanlarının Dağılışı

4.5. MIROC6 Gelecek Senaryosu Kapsamında Zeytin Alanlarının Gelecekteki Olası Dağılım Alanları Nasıldır?

Bu başlık altında MIROC6 modelinin SSP2-4.5 ve SSP5-8.5 senaryolarının 2041-2060, 2061-2080 ve 2081-2100 dönemlerindeki gelecek tahminlerinden elde edilen bulgulara değinilecektir. Bu gelecek tahminleri, 1970-2000 referans periyotlu günümüz modelinin geleceğe projeksiyonlanmasıyla elde edilmiştir.

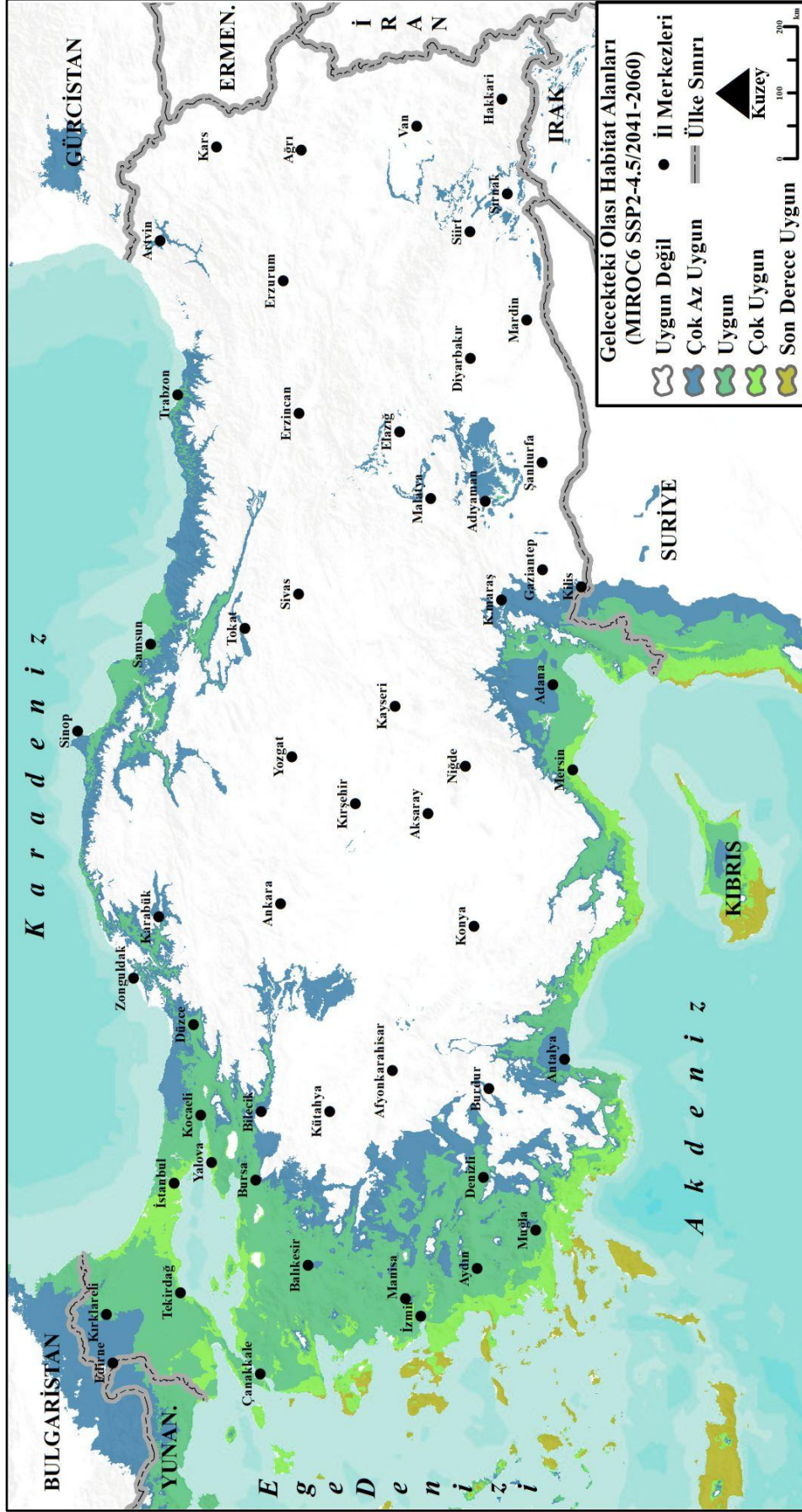
4.5.1. MIROC6 Modelinin SSP2-4.5 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Dağılım Alanları Nasıldır?

MIROC6 SSP2-4.5 Modeli için 2041-2060 Dönemi Gelecek Tahminleri: Elde edilen göre, 2041-2060 döneminde yetiştiricilik için uygun olmayan arazilerin 550.616 km² (%71,7) alana karşılık gelebileceği, çok az uygun arazilerin ise 79.654 km² (%10,4) alana karşılık gelebileceği belirlenmiştir (Çizelge 20). Çok az uygun arazilerin, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; özellikle Adıyaman, Gaziantep, Kilis ve Şanlıurfa'da, Akdeniz Bölgesi'nde; Antalya, Adana, Burdur, Kahramanmaraş ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Denizli, Kütahya, Manisa ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bursa, Edirne, Kırklareli, Kocaeli ve Sakarya'da, Karadeniz Bölgesi'nde; Düzce, Giresun, Kastamonu, Ordu, Samsun, Sinop ve Trabzon'da en önemli yayılışını gösterebileceği öngörülmektedir (Şekil 33).

Çizelge 20. MIROC6 Modeli SSP2-4.5 2041-2060 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km²)

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	2041-2060	%
Uygun Değil	582.732	75,9	550.616	71,7
Çok Az Uygun	83.102	10,8	79.654	10,4
Uygun	75.489	9,8	107.526	14,0
Çok Uygun	20.720	2,7	27.342	3,6
Son Derece Uygun	5.555	0,7	2.460	0,3

Uygun sınıflı arazilerin %14 oranında (107.526 km²) alan kaplayabileceği tahmin edilmektedir. (Çizelge 20). Bu alanların Akdeniz Bölgesi'nde; Antalya, Adana, Hatay, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova'da, Karadeniz Bölgesi'nde; Amasya, Bartın, Düzce, Giresun, Kastamonu, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Zonguldak'ta yayılış gösterebileceği öngörülmektedir (Şekil 33).



Şekil 33. MIROC6 Modeli SSP2-4.5 2041-2060 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı

2041-2060 döneminde çok uygun potansiyelli alanlar Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde dağılışı gösterebileceği tahmin edilmektedir. Bu alanların Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Karataş ve Yumurtalık), Antalya (Alanya, Demre, Finike, Gazipaşa, Gündoğmuş, Kaş, Kumluca ve Manavgat), Hatay (Arsuz, Defne, İskenderun, Samandağ ve Yayladağı) ve Mersin'de (Akdeniz, Anamur, Aydıncık, Bozyazı, Erdemli, Gülnar, Mezitli, Silifke, Tarsus, Toroslar ve Yenişehir), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Bergama, Çeşme, Dikili, Foça, Kemalpaşa, Menderes, Seferihisar, Selçuk, Torbalı ve Urla) ve Muğla'da (Bodrum, Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Milas, Ortaca, Seydikemer ve Ula), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık, Burhaniye, Bandırma, Edremit, Erdek, Gönen ve Marmara Adası), Bursa (Karacabey ve Mudanya), Çanakkale (Ayvacık, Bayramiç, Biga, Çan, Eceabat, Ezine, Gelibolu, Gökçeada ve Lapseki), Edirne (Enez, İpsala ve Keşan), İstanbul (Merkez ilçeleri), Kırklareli (Demirköy ve Vize), Tekirdağ (Çerkezköy, Çorlu, Kapaklı, Malkara, Marmaraereğlisi, Saray, Şarköy ve Süleymanpaşa) ve Yalova'da (Armutlu, Altınova, Çınarcık, Çiftlikköy ve Termal) dağılışı gösterebileceği öngörülmektedir (Şekil 33). Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde dağılışı gösterebileceği düşünülen bu arazilerin 27.342 km² alan ile inceleme alanının %3,6'sını oluşturabileceği tespit edilmiştir. Son derece uygun potansiyelli habitat alanları ise daha lokal ölçeklerde; Mersin (Anamur, Erdemli, Mezitli ve Silifke), Muğla (Bodrum, Dalaman, Datça, Fethiye, Ortaca, Marmaris ve Seydikemer), Aydın (Kuşadası), İzmir (Çeşme, Foça, Karaburun ve Urla), Çanakkale'de (Ayvacık ve Bozcaada) dağılışı göstermesi tahmin edilmektedir. Bu arazilerin 2.460 km² alan ile toplam alanın %0,3'üne karşılık gelebileceği model sonuçlarına göre beklenmektedir (Çizelge 20).

MIROC6 SSP2-4.5 Modeli için 2061-2080 Dönemi Gelecek Tahminleri:

2061-2080 döneminde zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan alanların, 532.731 km² alan ile çalışma alanının %69,4'ünü oluşturmaktadır. Çok az uygun alanlar ise 86.721 km² alan ile çalışma alanının %11,3'ünü oluşturmaktadır (Çizelge 21).

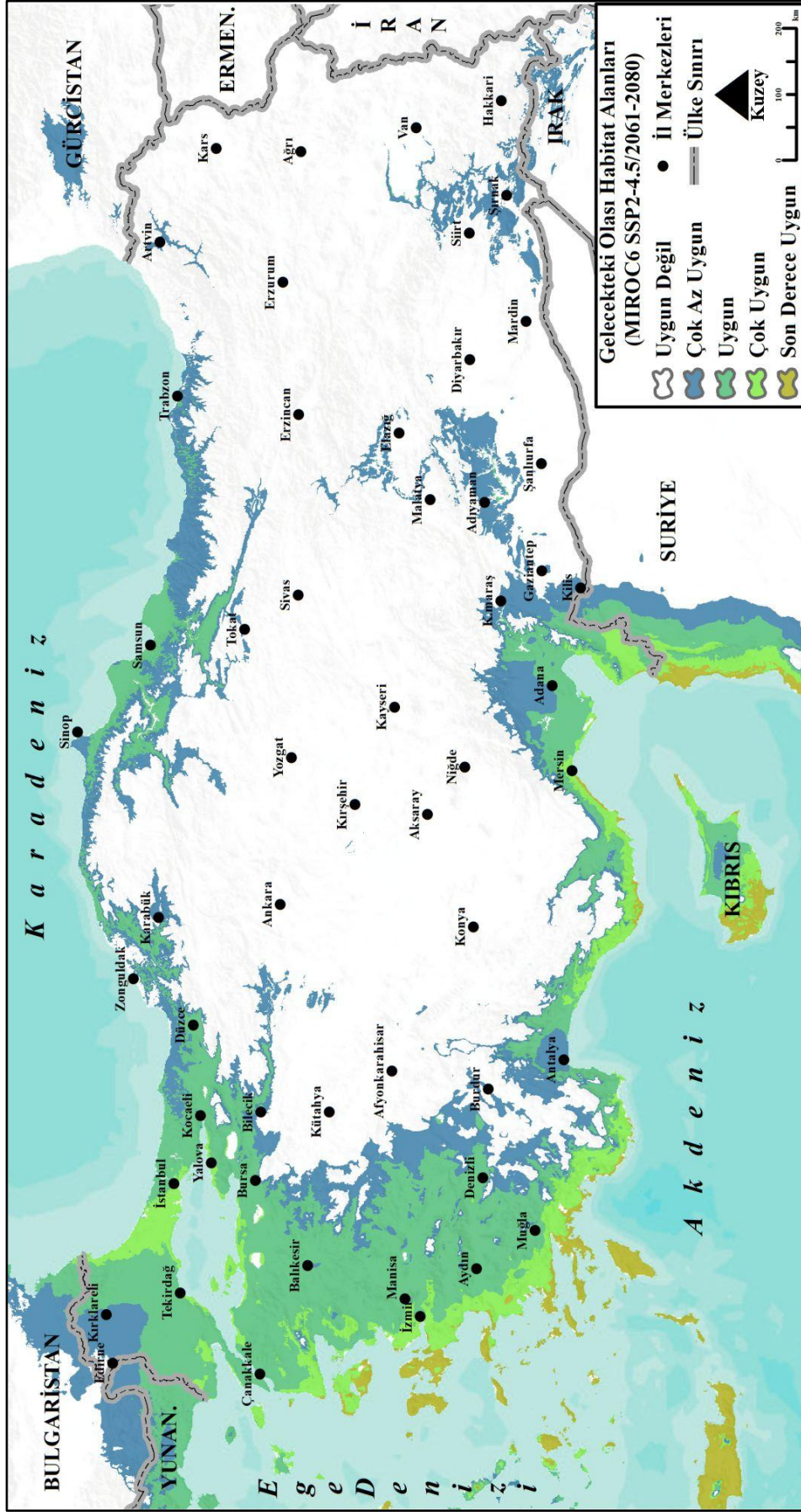
Çok az uygun sınıflı alanlar, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Adıyaman, Gaziantep, Kilis, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak'ta, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Burdur, Kahramanmaraş ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Denizli, Kütahya ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bursa, Edirne, Kırklareli, Kocaeli ve Sakarya'da, Karadeniz Bölgesi'nde; Düzce, Giresun, Kastamonu, Ordu, Samsun,

Sinop ve Trabzon'da en önemli dağılış gösterdiği yerlerdir. Uygun sınıflı alanların ise Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Gaziantep'te, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Burdur, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Amasya, Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Kocaeli, İstanbul, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova'da, Karadeniz Bölgesi'nde; Düzce, Bartın, Kastamonu, Karabük, Samsun, Sinop, Tokat ve Zonguldak'ta en önemli yayılış gösterdiği yerlerdir (Şekil 34). Bu sınıftaki araziler 115.594 km² ile inceleme alanının %15,1'ini oluşturmaktadır (Çizelge 21).

Çizelge 21. MIROC6 Modeli SSP2-4.5 2061-2080 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km²)

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	2061-2080	%
Uygun Değil	582.732	75,9	532.731	69,4
Çok Az Uygun	83.102	10,8	86.721	11,3
Uygun	75.489	9,8	115.594	15,1
Çok Uygun	20.720	2,7	27.926	3,6
Son Derece Uygun	5.555	0,7	4.627	0,6

2061-2080 döneminde çok uygun potansiyelli araziler, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Karataş ve Yumurtalık), Antalya (Alanya, Demre, Finike, Gazipaşa, Kaş, Kumluca ve Manavgat), Hatay (Antakya, Arsuz, Altınözü, Defne, Dörtüyl, İskenderun, Payas, Reyhanlı, Samandağ ve Yayladağı) ve Mersin'de (Anamur, Akdeniz, Aydınçık, Bozyazı, Erdemli, Gülnar, Mezitli, Silifke, Tarsus ve Toroslar), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Aliağa, Bergama, Dikili, Foça, Kemalpaşa, Merkez, Menemen, Menderes, Seferihisar ve Selçuk) ve Muğla'da (Bodrum, Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Milas, Ortaca, Seydikemer ve Ula), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık, Bandırma, Burhaniye, Edremit, Erdek, Gönen, Havran ve Marmara Adası), Bursa (Karacabey ve Mudanya), Çanakkale (Ayvacık, Bayramiç, Biga, Bozcaada, Ezine, Gelibolu, Gökçeada ve Lapseki), Edirne (Enez, İpsala ve Keşan), İstanbul (özellikle Marmara Denizi kıyısı boyunca dağılış gösteren ilçeleri), Kırklareli (Demirköy ve Vize), Kocaeli (Gölcük ve Karamürsel), Tekirdağ (Malkara, Marmaraeğlisi, Süleymanpaşa ve Şarköy) ve Yalova'da (Altınova, Armutlu, Çınarcık, Çiftlikköy ve Termal) yayılış alanı gösterebileceği tahmin edilmektedir (Şekil 34).



Şekil 34. MIROC6 Modeli SSP2-4.5 2061-2080 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı

Elde edilen model sonuçlarına göre, çok uygun potansiyelli arazilerin 27.926 km² alan ile çalışma alanının %3,6'sına karşılık gelebileceği, son derece uygun potansiyelli alanların ise 4.627 km² alan ile çalışma alanının %0,6'sına karşılık gelebileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 21). Son derece uygun potansiyelli arazilerin Akdeniz Bölgesi'nde; Antalya (Demre ve Kaş), Hatay (Samandağ) ve Mersin'de (Anamur, Bozyazı, Erdemli, Mezitli ve Silifke), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim ve Kuşadası), İzmir (Çeşme, Foça, Karaburun ve Urla) ve Muğla'da (Bodrum, Dalaman, Datça, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Milas, Ortaca ve Seydikemer), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık) ve Çanakkale'de (Ayvacık ve Bozcaada) yayılım alanı bulabileceği öngörülmektedir (Şekil 34).

MIROC6 SSP2-4.5 Modeli için 2081-2100 Dönemi Gelecek Tahminleri:

Orta-iyimser senaryonun uzak gelecek (2081-2100) senaryosunda Türkiye'de zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan alanların toplam alanın %69,9'una karşılık gelebileceği ve bu alanların 536.235 km² alan oluşturabileceği öngörülmektedir. Çok az uygunluk gösterebilecek arazilerin ise çalışma alanında 87.691 km² alan ile %11,4 oranında bir alana karşılık gelebileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 22). Model sonuçları çok az uygunluk gösterebilecek arazilerin daha çok Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Adıyaman, Gaziantep ve Kilis'te, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Burdur, Antalya, Kahramanmaraş ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bursa, Edirne ve Kırklareli'nde, Karadeniz Bölgesi'nde ise Giresun, Karabük, Ordu, Samsun, Sinop ve Trabzon'da yayılım alanı bulabileceğini işaret etmektedir (Şekil 35).

Uygun sınıflı arazilerin, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Hatay, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde, Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova'da, Karadeniz Bölgesi'nde ise Bartın, Düzce, Giresun, Kastamonu, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Zonguldak'ta yayılım gösterebileceği öngörülmektedir (Şekil 35). Yayılımı öngörülen bu arazilerin çalışma alanının %15,7'sini oluşturabileceği ve 120.469 km² alan kaplayabileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 22).

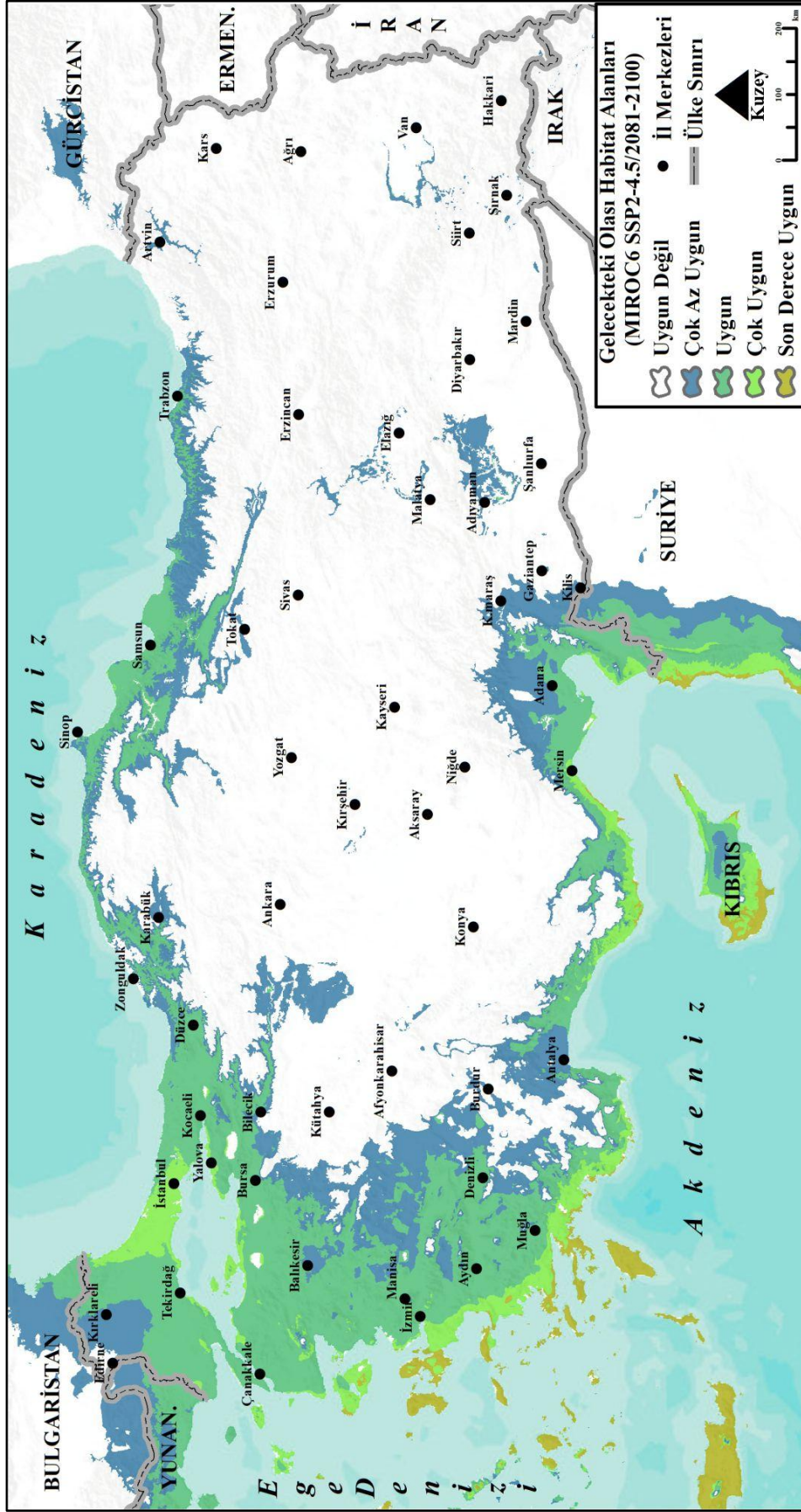
SSP2-4.5 senaryosunun 2081-2100 döneminde çok uygun potansiyelli arazilerin çalışma alanında 19.787 km² alana karşılık gelebileceği ve toplam arazinin %2,6'sını oluşturabileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 22). Tahmin edilen çok uygun

potansiyelli bu arazilerin, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Karataş ve Yumurtalık), Antalya (Anamur, Demre, Finike ve Gazipaşa), Hatay (Arsuz, Defne, İskenderun, Samandağ ve Yayladağı) ve Mersin'de (Akdeniz, Anamur, Aydınçık, Bozyazı, Erdemli, Gülnar, Mezitli, Silifke ve Yenişehir), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Çeşme, Foça, Merkez, Menderes, Seferihisar, Selçuk ve Urla) ve Muğla'da (Bodrum, Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Menteşe, Milas, Ortaca, Seydikemer ve Ula), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık, Bandırma, Edremit, Erdek, Gönen ve Marmara Adası), Bursa (Karacabey ve Mudanya), Çanakkale (Ayvacık, Bayramiç, Biga, Bozcaada, Ezine, Gökçeada ve Lapseki), Edirne (Enez ve İpsala), İstanbul (neredeyse tamamı), Kırklareli (Demirköy ve Vize), Kocaeli (Karamürsel ve Gölcük), Tekirdağ (Çerkezköy, Kapaklı, Marmaraereğlisi, Saray, Süleymanpaşa ve Şarköy) ve Yalova'da (Altınova, Armutlu, Çınarcık, Çiftlikköy ve Termal) yayılış gösterebileceği belirlenmiştir (Şekil 35).

Çizelge 22. MIROC6 Modeli SSP2-4.5 2081-2100 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km²)

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	2081-2100	%
Uygun Değil	582.732	75,9	536.235	69,9
Çok Az Uygun	83.102	10,8	87.691	11,4
Uygun	75.489	9,8	120.469	15,7
Çok Uygun	20.720	2,7	19.787	2,6
Son Derece Uygun	5.555	0,7	3.415	0,4

Son derece uygun sınıfa dahil olan arazilerin ise sadece Akdeniz ve Ege Bölgelerinde dağılım gösterebileceği öngörülmektedir. Bu sınıftaki arazilerin Akdeniz Bölgesi'nde; Mersin'de (Anamur, Bozyazı, Erdemli ve Silifke), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim ve Söke), İzmir (Çeşme, Karaburun ve Urla) ve Muğla'da (Bodrum, Dalaman, Datça, Fethiye, Marmaris ve Ortaca) dağılım gösterebileceği saptanmıştır (Şekil 35). Daha lokal ölçeklerde dağılım gösteren son derece uygun potansiyelli araziler, 3.415 km² alan ile inceleme alanının %0,4'üne karşılık gelmektedir (Çizelge 22).



Şekil 35. MIROC6 Modeli SSP2-4.5 2081-2100 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı

4.5.2. MIROC6 Modelinin SSP5-8.5 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Dağılım Alanları Nasıldır?

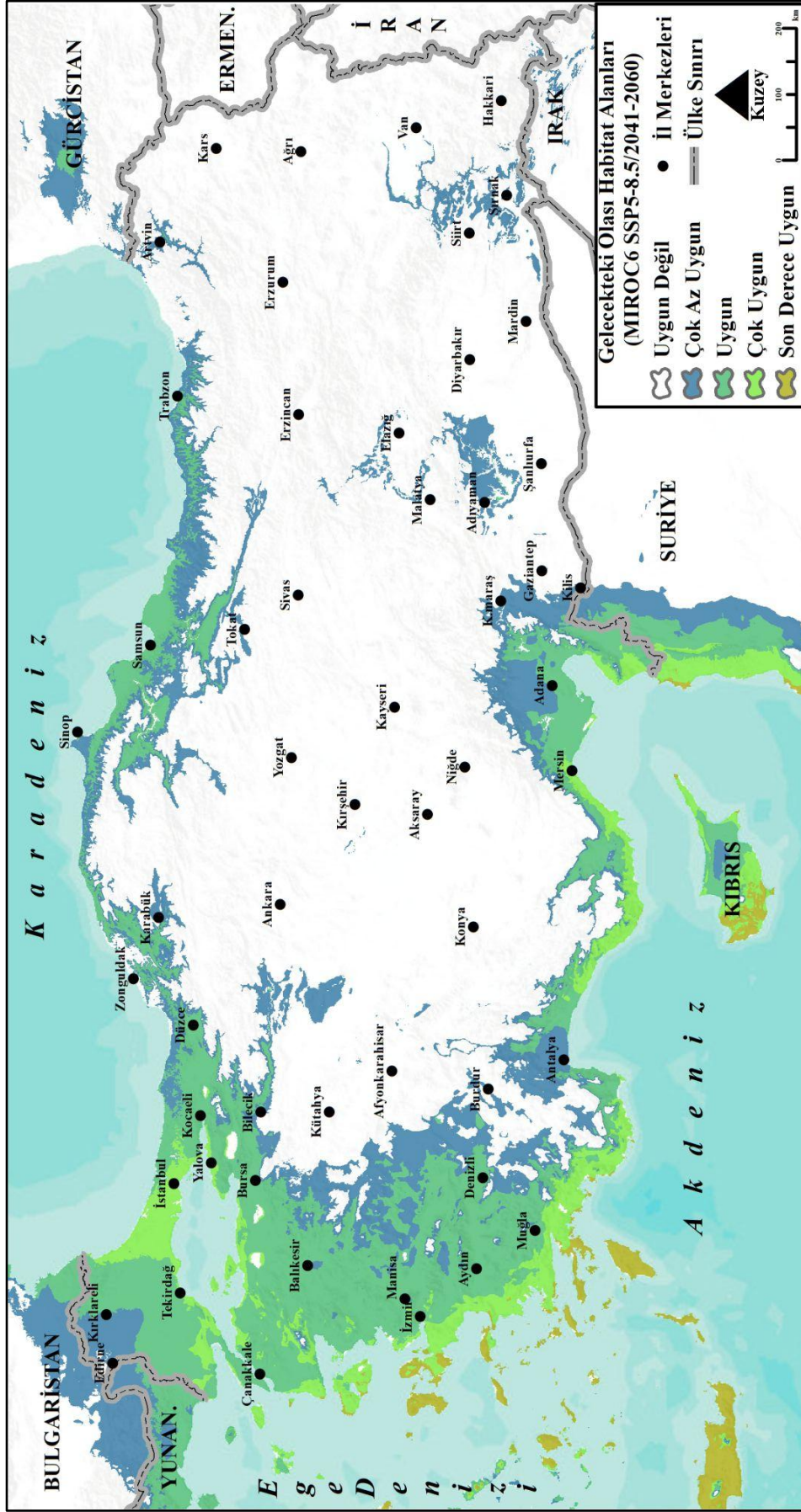
MIROC6 SSP5-8.5 Modeli için 2041-2060 Dönemi Gelecek Tahminleri:

MIROC6 modelinin kötümser senaryosu olan SSP5-8.5 senaryosuna göre, 2041-2060 döneminde Türkiye’de zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan araziler 534.983 km² alana karşılık gelmektedir ve bu araziler toplam arazinin %69,7’sini oluşturmaktadır. Çok az uygun potansiyelli araziler ise 85.511 km² alana karşılık gelmektedir ve toplam arazinin %11,1’ini oluşturmaktadır (Çizelge 23).

Çizelge 23. MIROC6 Modeli SSP5-8.5 2041-2060 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km²)

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	2041-2060	%
Uygun Değil	582.732	75,9	534.983	69,7
Çok Az Uygun	83.102	10,8	85.511	11,1
Uygun	75.489	9,8	116.327	15,2
Çok Uygun	20.720	2,7	28.501	3,7
Son Derece Uygun	5.555	0,7	2.276	0,3

Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde; Adıyaman, Gaziantep, Kilis, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak’ta, Akdeniz Bölgesi’nde; Antalya, Adana, Burdur, Kahramanmaraş ve Osmaniye’de, Ege Bölgesi’nde; Afyonkarahisar, Denizli, Kütahya, Manisa ve Uşak’ta, Marmara Bölgesi’nde; Balıkesir, Bursa, Edirne, Kırklareli, Kocaeli ve Sakarya’da, Karadeniz Bölgesi’nde ise Giresun, Karabük, Ordu, Sinop, Samsun ve Trabzon’da zeytin yetiştiriciliği için çok az uygun potansiyelli arazilerin dağılım gösterebileceği öngörülmektedir. Uygun sınıflı arazilerin, Akdeniz Bölgesi’nde; Adana, Antalya, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye’de, Ege Bölgesi’nde; Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak’ta, Marmara Bölgesi’nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova’da, Karadeniz Bölgesi’nde; Amasya, Bartın, Düzce, Giresun, Karabük, Kastamonu, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Zonguldak’ta dağılım gösterebileceği tahmin edilmektedir (Şekil 36). Uygun sınıflı bu arazilerin 116.327 km² ile araştırma alanının %15,2’sini oluşturabileceği öngörülmektedir (Çizelge 23).



Şekil 36. MIROC6 Modeli SSP5-8.5 2041-2060 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı

2041-2060 döneminde zeytin yetiştiriciliği için çok uygun sınıflı alanların çalışma alanının %3,7'sini oluşturabileceği ve bu alanların 28.501 km² alan kaplayabileceği öngörülmektedir (Çizelge 23). MIROC6 modelinin SSP5-8.5 senaryosunun 2041-2060 periyodu çok uygun potansiyel gösterebilecek habitat alanlarının Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde dağılışı bulabileceğini işaret etmektedir. Bu potansiyeldeki alanların Akdeniz Bölgesi'nde; Adana (Karataş), Antalya (Alanya, Demre, Finike, Gazipaşa, Kaş, Kumluca ve Manavgat), Hatay (Antakya, Arsuz, Defne, İskenderun, Samandağ ve Yayladağı) ve Mersin'de (Akdeniz, Anamur, Aydınçık, Bozyazı, Erdemli, Gülnar, Mezitli, Silifke ve Yenişehir), Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Bergama, Çeşme, Foça, Dikili, Menderes, Menemen, Kemalpaşa, Seferihisar, Selçuk, Torbalı ve Urla) ve Muğla'da (Bodrum, Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Menteşe, Milas, Ortaca, Seydikemer ve Ula), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık, Bandırma, Edremit, Erdek, Gönen ve Marmara Adası), Bursa (Karacabey ve Mudanya), Çanakkale (Ayvacık, Bayramiç, Biga, Bozcaada, Ezine, Gökçeada ve Lapseki), Edirne (Enez, İpsala ve Keşan), İstanbul (neredeyse tamamı), Kırklareli (Demirköy ve Vize), Kocaeli (Gebze, Gölcük ve Karamürsel), Tekirdağ (Çerkezköy, Çorlu, Kapaklı, Malkara, Marmaraereğlisi, Saray, Süleymanpaşa ve Şarköy) ve Yalova'da (Altınova, Armutlu, Çınarcık, Çiftlikköy ve Termal) yayılışı gösterebileceği tespit edilmiştir. Elde edilen model, son derece uygun potansiyel gösteren arazilerin ise Ege ve Marmara Bölgelerinde lokal ölçeklerde ortaya çıkabileceğini göstermektedir. Bu alanlar Ege Bölgesi'nde; Aydın (Kuşadası), İzmir (Çeşme, Karaburun ve Urla) ve Muğla (Bodrum, Datça, Dalaman, Fethiye, Marmaris, Ortaca ve Seydikemer), Marmara Bölgesi'nde ise Çanakkale (Ayvacık ve Bozcaada) illeridir (Şekil 36). Son derece uygun habitat özelliği göstermesi tahmin edilen arazilerin, araştırma alanında 2.276 km² alan ile toplam arazinin %0,3'ünü oluşturması öngörülmektedir (Çizelge 23).

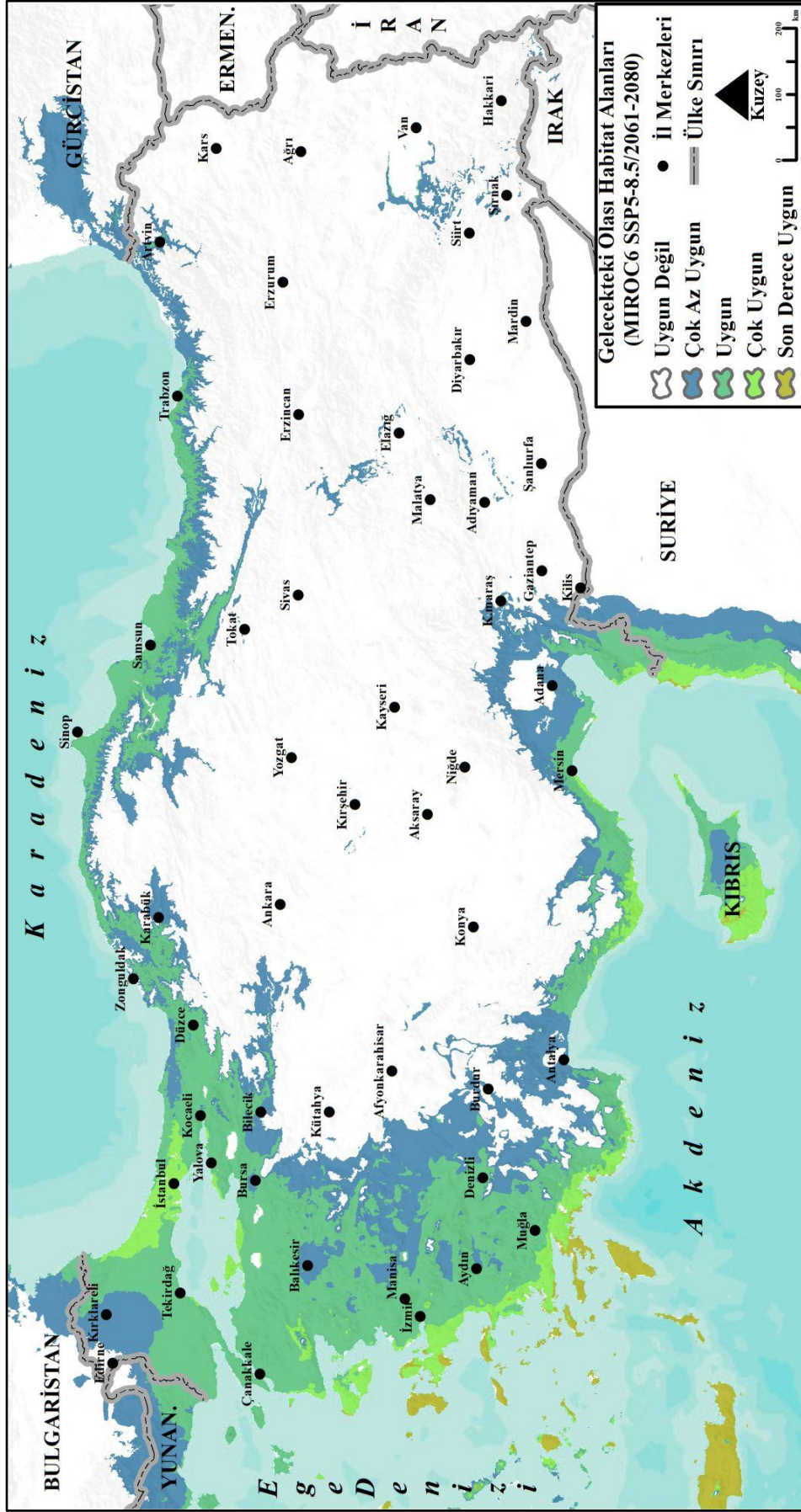
MIROC6 SSP5-8.5 Modeli için 2061-2080 Dönemi Gelecek Tahminleri:

2061-2080 döneminde, Türkiye'de 535.083 km² alanın (%69,7) zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayacağı model tarafından tahmin edilmektedir. Çok az uygunlukta habitat alanlarının ise 92.833 km² (%12,1) alanda dağılışı gösterebileceği öngörülmektedir (Çizelge 24). Elde edilen model çıktısına göre çok az uygunlukta bu alanlar özellikle, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Gaziantep ve Kilis'te, Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya, Burdur, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve

Osmaniye’de, Ege Bölgesi’nde; Afyonkarahisar, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa ve Uşak’ta, Marmara Bölgesi’nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Edirne, Kırklareli, Sakarya ve Tekirdağ’da, Karadeniz Bölgesi’nde; Artvin, Bartın, Giresun, Karabük, Kastamonu, Ordu, Rize, Sinop, Samsun ve Trabzon’da yayılış alanı bulabileceği tespit edilmiştir (Şekil 37).

Uygun sınıflı arazilerin ise Akdeniz Bölgesi’nde; Adana, Antalya, Hatay ve Mersin’de, Ege Bölgesi’nde; Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak’ta, Marmara Bölgesi’nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova’da, Karadeniz Bölgesi’nde; Amasya, Bartın, Düzce, Giresun, Kastamonu, Karabük, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Zonguldak’ta önemli yayılış alanı gösterebileceği saptanmıştır (Şekil 37). Ayrıca bu arazilerin 122.207 km² alan ile çalışma alanının %15,9’unu oluşturabileceği tespit edilmiştir (Çizelge 24).

2061-2080 dönemi için elde edilen modelde çok uygun sınıflı alanların çalışma alanında %2 oranında dağılış gösterebileceği ve bu arazilerin çalışma sahasında 15.562 km² alan kaplayabileceği öngörülmektedir (Çizelge 24). Çok uygun sınıflı arazilerin Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde dağılış alanı bulması tahmin edilmektedir. Bu arazilerin, Akdeniz Bölgesi’nde; Antalya (Alanya, Demre, Gazipaşa ve Kaş), Hatay (Arsuz, Defne, Samandağ ve Yayladağı) ve Mersin’de (Anamur, Aydıncık, Bozyazı, Erdemli, Mezitli, Silifke ve Yenişehir), Ege Bölgesi’nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Çeşme, Foça, Karaburun, Kemalpaşa, Merkez, Seferihisar, Selçuk ve Urla) ve Muğla’da (Bodrum, Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Menteşe, Milas, Ortaca, Seydikemer ve Ula), Marmara Bölgesi’nde; Balıkesir (Ayvalık, Bandırma, Edremit, Erdek ve Marmara Adası), Bursa (Karacabey), Çanakkale (Ayvacık, Bozcaada ve Ezine), Kırklareli (Demirköy ve Vize), Kocaeli (Karamürsel, Gebze ve Gölcük), İstanbul (neredeyse tamamı), Tekirdağ (Çerkezköy ve Kapaklı), ve Yalova’da (Armutlu ve Çınarcık) dağılış gösterebileceği tahmin edilmektedir. Son derece uygun potansiyel gösteren arazilerin ise bu dönemde sadece Ege Bölgesi’nde muhtemel bir yayılış alanı bulabileceği öngörülmektedir. Aydın (Kuşadası), İzmir (Çeşme, Karaburun ve Urla) ve Muğla (Bodrum, Datça, Fethiye, Marmaris ve Ortaca) illerinde son derece uygun potansiyelli habitat alanlarının yerel ölçeklerde yayılış gösterebileceği tahmin edilmektedir (Şekil 37). Bu alanların 1.912 km² (%0,2) alana karşılık gelebileceği düşünülmektedir (Çizelge 24).



Şekil 37. MIROC6 Modeli SSP5-8.5 2061-2080 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı

Çizelge 24. MIROC6 Modeli SSP5-8.5 2061-2080 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km²)

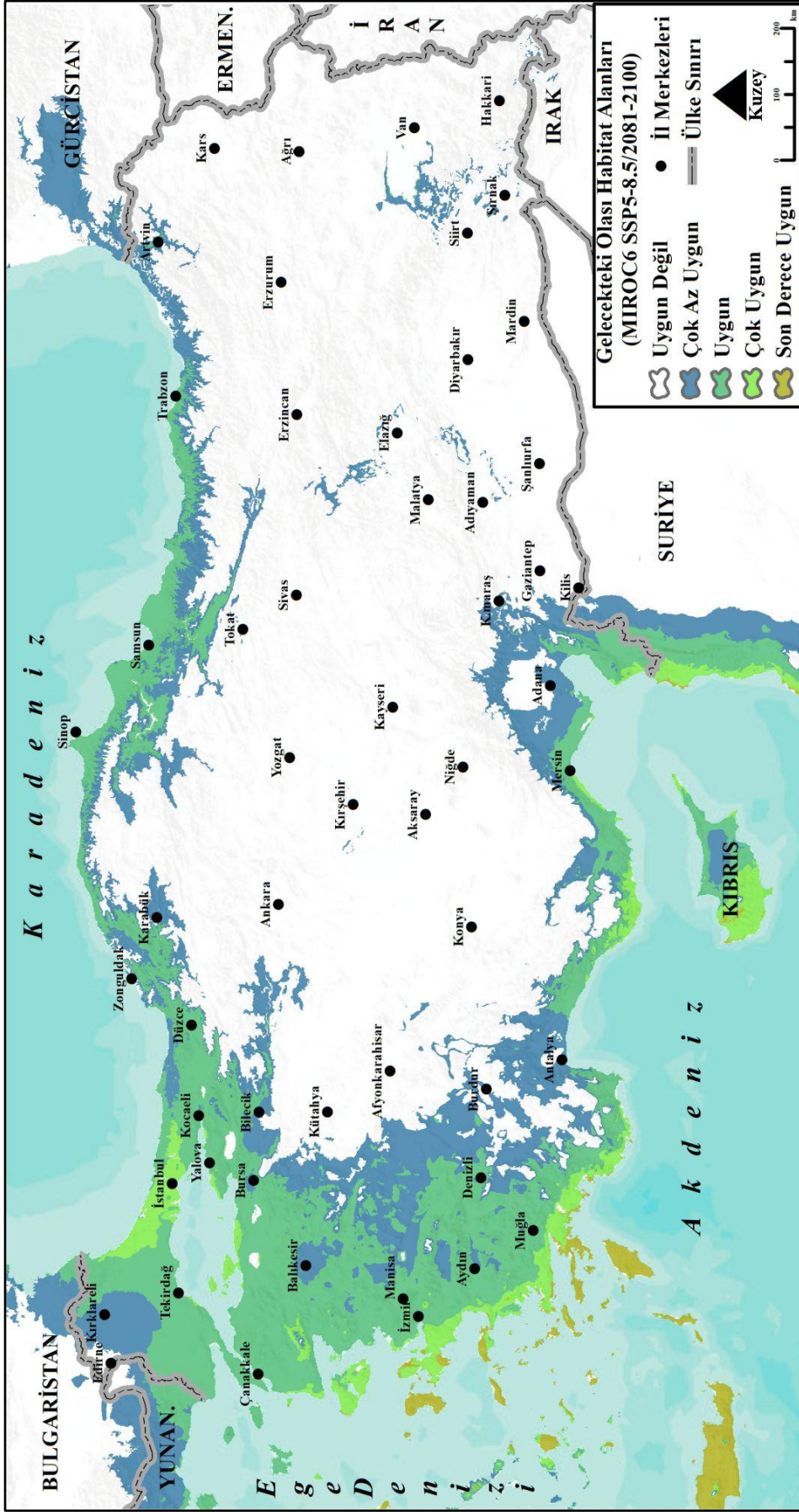
Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	2061-2080	%
Uygun Değil	582.732	75,9	535.083	69,7
Çok Az Uygun	83.102	10,8	92.833	12,1
Uygun	75.489	9,8	122.207	15,9
Çok Uygun	20.720	2,7	15.562	2,0
Son Derece Uygun	5.555	0,7	1.912	0,2

MIROC6 SSP5-8.5 Modeli için 2081-2100 Dönemi Gelecek Tahminleri:

MIROC6'nın en kötümser senaryosu olan SSP5-8.5 2081-2100 modeline göre, Türkiye'de zeytin yetiştiriciliği için uygun olamayan arazilerin %68,3 oranına karşılık gelebileceği ve bu arazilerin 524.564 km² alan oluşturabileceği tespit edilmiştir. Çok az uygun potansiyelli alanların ise %15,1 oranına karşılık gelebileceği ve 115.947 km² alan oluşturabileceği saptanmıştır (Çizelge 25). Çok az uygun potansiyel gösteren habitat alanlarının, Akdeniz Bölgesi'nde; Antalya, Burdur, Hatay, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ'da, Karadeniz Bölgesi'nde; Giresun, Karabük, Kastamonu, Ordu, Rize, Samsun, Sinop ve Trabzon'da geniş yer tutacağı öngörülmektedir. Uygun potansiyelli habitat alanlarının, Akdeniz Bölgesi'nde; Antalya, Hatay ve Mersin'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya ve Manisa'da, Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova'da, Karadeniz Bölgesi'nde; Bartın, Düzce, Giresun, Karabük, Kastamonu, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Zonguldak'ta yayılış gösterebileceği tahmin edilmektedir (Şekil 38).

Çizelge 25. MIROC6 Modeli SSP5-8.5 2081-2100 Senaryosuna göre Habitat Alanlarının Kapladığı Alanlar (km²)

Uygunluk Sınıfları	Günümüz	%	2081-2100	%
Uygun Değil	582.732	75,9	524.564	68,3
Çok Az Uygun	83.102	10,8	115.947	15,1
Uygun	75.489	9,8	118.444	15,4
Çok Uygun	20.720	2,7	8.028	1,0
Son Derece Uygun	5.555	0,7	616	0,0



Şekil 38. MIROC6 Modeli SSP5-8.5 2081-2100 Senaryosuna göre Gelecekteki Olası Habitat Alanlarının Dağılışı

Uygun sınıflı bu arazilerin, 118.444 km² alan kaplayarak çalışma alanının %15,4'ünü oluşturması düşünülmektedir. Çok uygun sınıflı arazilerin ise çalışma sahasında 8.028 km² alan kaplayarak çalışma alanının %1'ini oluşturması öngörülmektedir (Çizelge 25). SSP5-8.5 modelinin 2081-2100 dönemine göre çok uygun potansiyel gösteren habitat alanlarının, daha çok Ege ve Marmara Bölgelerinde yayılış gösterebileceği tahmin edilmektedir. Bu alanların Ege Bölgesi'nde; Aydın (Didim, Kuşadası ve Söke), İzmir (Çeşme, Foça, Karaburun ve Urla) ve Muğla'da (Bodrum, Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Ortaca ve Seydikemer), Marmara Bölgesi'nde; Balıkesir (Ayvalık, Bandırma, Edremit, Erdek ve Marmara Adası), Bursa (Karacabey), Çanakkale (Ayvacık ve Bozcaada), Kırklareli (Vize), Kocaeli (Karamürsel, Gebze ve Gölcük), İstanbul (iç kesimleri), Tekirdağ (Çerkezköy ve Kapaklı) ve Yalova'da (Armutlu, Çınarcık ve Termal) yayılış göstermesi tahmin edilmektedir (Şekil 38). Son derece uygun potansiyelli arazilerin 616 km² alan kaplayabileceği öngörülmektedir ve bu alanların İzmir (Karaburun) ve Muğla (Datça ve Marmaris) kıyılarında yayılış göstermesi tahmin edilmektedir (Çizelge 25; Şekil 38).

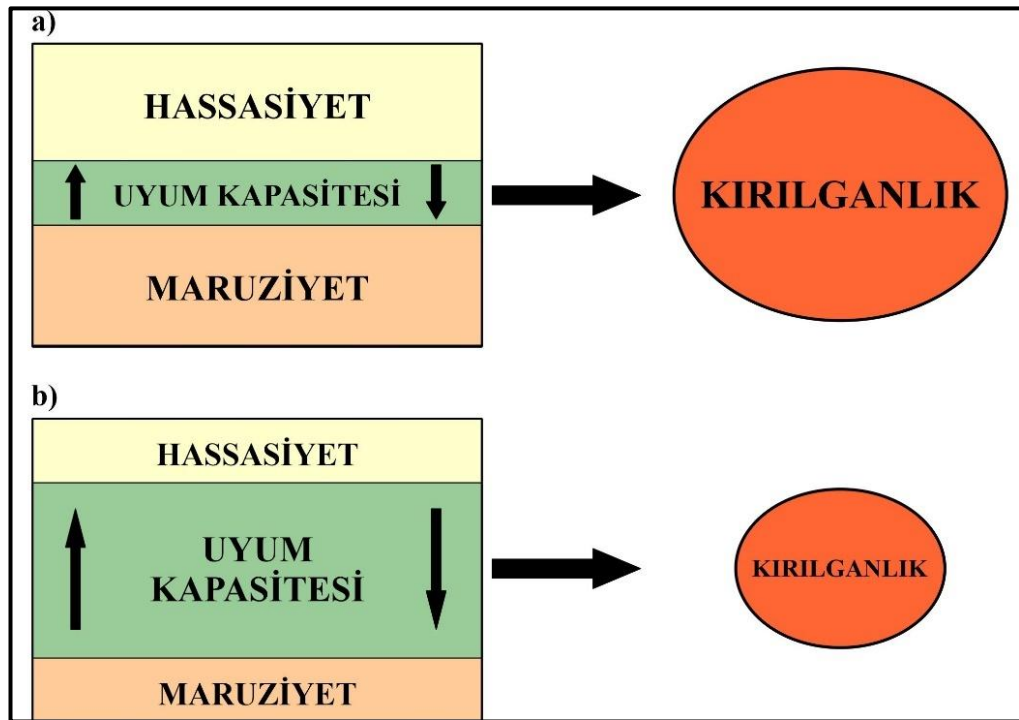
4.6. Zeytin Tarımı Kapsamında İklim Değişikliği Kırılabilirliği Etkileyen Faktörler Nelerdir?

İklim değişikliği kapsamında kırılabilirlik (vulnerability), bir sistemin (ekolojik, sosyal veya ekonomik) sel ve kuraklık gibi aşırı olaylarda dahil olmak üzere iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı hassasiyetini ve bu olumsuz etkilerle başa çıkamama derecesini ifade eden bir kavramdır (IPCC, 2007, s. 6). IPCC, bu kavramı 3 temel bileşen ile açıklamaktadır (Şekil 39).



Şekil 39. Kırılabilirliğin Bileşenleri

Maruziyet (exposure), bir sistemin veya türün iklim değişikliklerine veya aşırı hava koşullarına bağlı olarak zarar görme derecesini ifade eder (Engle, 2011, s. 649; Glick, Stein ve Edelson, 2011, s. 19). Hassasiyet (sensitivity), bir sistemin veya türün iklimdeki değişikliklerden veya aşırı hava koşullarından doğrudan veya dolaylı olarak etkilenme olasılığının derecesidir (Füssel ve Klein, 2006, s. 314; Aubin vd., 2018, s. 2). Uyum kapasitesi (adaptive capacity) ise bir sistemin veya türün iklim değişikliği ya da iklimsel olayların olumsuz etkilerini azaltma veya bu etkilerle başa çıkma potansiyelini ifade eder (Glick, Stein ve Edelson, 2011, s. 2; IPCC, 2021, s. 2216). Kırılabilirlik; maruziyet, hassasiyet ve uyum kapasitesinin karşılıklı etkileşimi sonucu şekillenir (Engle, 2011, s. 649). IPCC'ye (2007) göre kırılabilirlik, iklim değişikliğine maruz kalma ve hassasiyetin bir fonksiyonu olup, aynı zamanda uyum kapasitesinin bir sonucudur. Maruziyet ve hassasiyete göre düşük olan uyum kapasitesi, yüksek kırılabilirliğe katkıda bulunur (Şekil 40a). Buna karşılık, daha yüksek uyum kapasitesi maruziyet ve hassasiyet etkilerini azaltmaya yardımcı olur ve karşılığında kırılabilirliği azaltır (Şekil 40b).

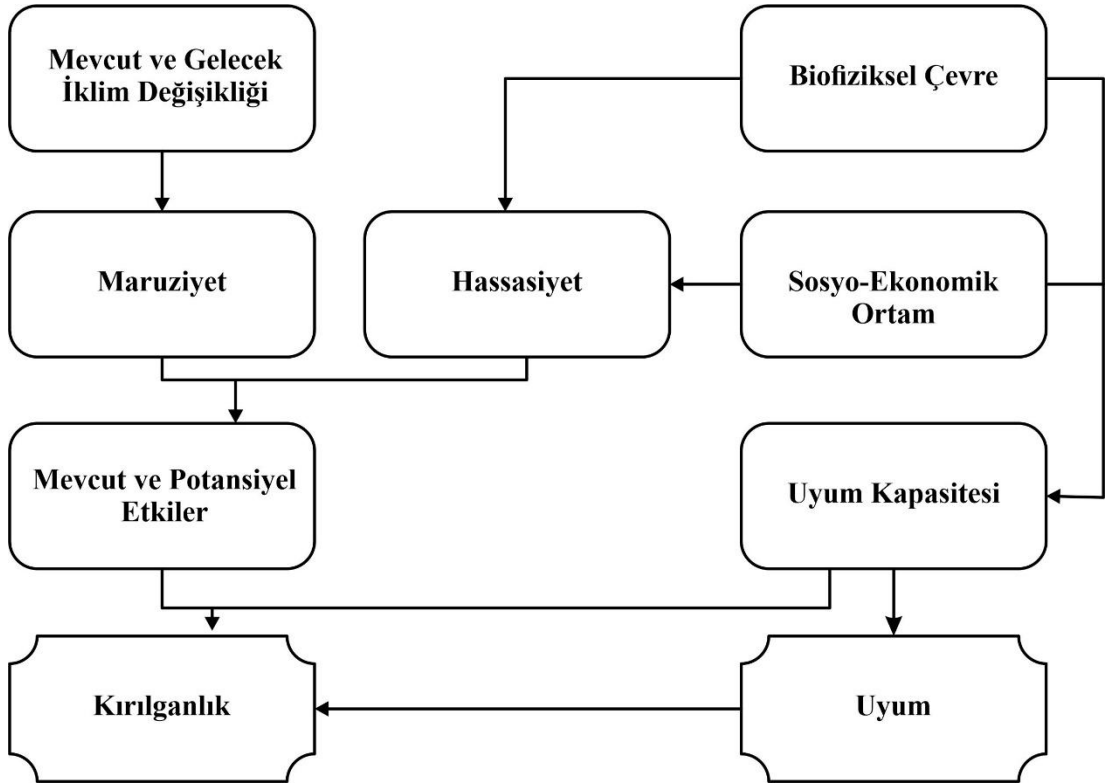


Şekil 40. Uyum Kapasitesinin Kırılabilirliği Etkilemesindeki Rolü

Kaynak: Engle, N. L. (2011). Adaptive capacity and its assessment. *Global environmental change*, 21(2), 647-656.

Mevcut ve gelecekteki iklim değişiklikleri, sistemlerin veya türlerin maruziyet ve hassasiyet düzeylerine bağlı olarak mevcut ve potansiyel etkilerini

şekillendirmektedir. Bu etkiler, biyofiziksel çevre ve sosyo-ekonomik koşullarla etkileşime girerek zarar görebilirlik üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Ayrıca sistemlerin uyum kapasitesi, bu etkilerle başa çıkma ve gelecekteki değişikliklere uyum sağlama kabiliyetini etkileyerek kırılganlığın azaltılmasında önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Uyum kapasitesinin etkin kullanımı, sistemlerin veya türlerin değişen iklim koşullarına karşı daha dirençli hale gelmesini sağlayarak uyum düzeyini artırmaktadır (Şekil 41).



Şekil 41. Maruziyet, Hassasiyet ve Uyum Kapasitesinin Kırılganlık ve Uyuma Etkisi

Kaynak: Bedeke, S. B. (2023). Climate change vulnerability and adaptation of crop producers in sub-Saharan Africa: a review on concepts, approaches and methods. *Environment, development and sustainability*, 25(2), 1017-1051.

Zeytin tarımının iklim değişikliği tehditlerine karşı kırılganlığını anlamak ve azaltmak amacıyla maruziyet, hassasiyet ve uyum kapasitesi ile ilgili bileşenleri ele almak önemlidir. Çünkü her bir bileşen, zeytin tarımının iklim değişikliğine karşı kırılganlığını farklı yönlerden etkilemektedir.

4.6.1. Zeytin Tarımı Kapsamında Maruziyet

Maruziyet, zeytin tarımının çevresel tehditlere ne derecede açık olduğunu belirler ve büyük ölçüde iklimsel faktörlere dayanır. Bu faktörler, zeytin yetiştiriciliği için potansiyel riskleri anlamada kilit bir rol oynamaktadır. İklim değişikliği, zeytin

yetiştiriciliğini doğrudan etkileyen bir dizi çevresel faktörü şekillendirerek, zeytin tarımının karşı karşıya olduğu riskleri artırmaktadır. Artan sıcaklıklar, değişen yağış rejimleri, sıklığı ve süreleri artan aşırı hava olayları zeytin tarımını etkileyen başlıca tehditler arasında yer almaktadır. Bu tehditleri belirlemek ve analiz etmek, gelecekte zeytin yetiştiriciliğinin karşılaşacağı zorlukları ve riskleri önceden tahmin etmeye olanak tanır. Maruziyet kapsamında dikkate alınması gereken faktörler:

- **Sıcaklık Artışları:** Zeytin yetiştiriciliği yapılan alanlarda yıllık ortalama sıcaklıkların alt sınırı 14°C, üst sınırı 19°C'dir. Türkiye'de zeytin yetiştiriciliği yapılan alanlarda ise yıllık ortalama sıcaklıklar 15°C ile 17°C arasında değişirken, ideal bir yetiştiricilik için yıllık ortalama sıcaklık değeri 16°C'dir (Efe vd., 2011, s. 156). Sıcaklık artışları, özellikle zeytin tarımı için kritik öneme sahiptir. Zeytin ağaçlarının fenolojik dönemlerindeki sıcaklık istekleri farklıdır. Sıcaklık değerlerindeki değişiklikler fenolojik dönemlerde kaymaya neden olabileceği gibi sıcaklıkların uzun süreli olarak optimum değerlerin üzerinde seyretmesi ağaç üzerinde olumsuz etkilerin yaşanmasına neden olabilir.

- **Yıllık ve Mevsimsel Yağış Değişimleri:** Türkiye'de zeytin yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı alanlarda yıllık toplam yağış 541 mm ila 1157 mm arasında değişmektedir. Sulama ihtiyacı olmadan yapılan yetiştiricilik için yıllık ortalama toplam yağış değeri 849 mm'dir (Efe vd., 2011, s. 167). Türkiye'de yapılan zeytincilik büyük ölçüde yağmur sularına bağımlı olarak yapılmaktadır. Bu nedenle hem yıl içerisinde düşen toplam yağış hem de yağışın mevsimselliği zeytincilik faaliyetleri için önemli bir maruziyet faktörüdür. Yağış miktarı ve dağılımı, özellikle kurak dönemlerin süresi ve sıklığı maruziyeti doğrudan etkilemektedir.

- **Aşırı Hava Olayları:** Dolu, fırtına, aşırı sıcaklıklar veya ani soğuma gibi aşırı hava olayları, zeytin ağaçlarına ciddi zararlar verebilir. Bu tür aşırı olayların sıklığında ve süresindeki artış, zeytin tarımının karşılaştığı riskleri önemli ölçüde artırmaktadır. Özellikle aşırı sıcak veya soğuk hava dalgaları, zeytin ağaçlarının büyüme döngülerini olumsuz etkileyerek verim veya kalite kayıplarına yol açabilir. Ayrıca, dolu ve fırtına gibi şiddetli hava koşulları, meyve hasadını ve ağaçların genel sağlığını tehdit edebilir.

- **Orman Yangınları:** İklim değişikliğiyle birlikte özellikle Akdeniz Havzası'nda orman yangınlarında önemli artışlar kaydedilmiştir (Calda vd., 2020, s. 15). Akdeniz iklimi, sıcak ve kuru yazlarla karakterize olduğu için öngörülen sıcaklık artışlarının Akdeniz Havzası'ndaki orman yangınlarının sıklığını ve şiddetini önemli ölçüde

artırma potansiyeli taşımaktadır (El Garroussi vd., 2024, s. 1). Bu nedenle, ülkemizde zeytin tarımının yapıldığı bölgelerde artan orman yangını riski, yüksek maruziyete yol açmaktadır. Orman yangınlarının yayılma olasılığı ve şiddetindeki artış, zeytin tarımının yapıldığı alanlarda ciddi zararlara yol açabilir. Orman yangınları ayrıca çevresel koşulları olumsuz yönde değiştirerek zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan koşulların ortaya çıkmasına neden olabilir.

- **CO₂ Seviyesindeki Artış:** 1850 yılında atmosferik CO₂ konsantrasyonunun 280 ppm olduğu belirtilmektedir (Botsyun vd., 2022, s. 3). 2023 yılı itibarıyla bu değer, 421 ppm'e yükselmiştir (http-1). Geleceğe yönelik tahminler, atmosferik CO₂ seviyelerinde ciddi artışlar öngörmektedir. Örneğin, RCP4.5 senaryosuna göre 2100 yılında atmosferik CO₂ miktarının yaklaşık 538 ppm'e, RCP8.5 senaryosuna göre ise 936 ppm'e ulaşması beklenmektedir (IPCC, 2013, s. 1422). CO₂ seviyelerinde öngörülen bu artışların zeytin ağaçlarının fotosentez hızını ve büyümesini arttırabilir. Ancak bunun verim ve kalite açısından etkileri karmaşıktır. CO₂ değerlerindeki artışlar diğer çevresel stres faktörleri ile etkileşime bağlı olarak maruziyet üzerinde farklı etkiler oluşturabilir.

- **Toprak Bozulması:** İklim değişikliğinin neden olduğu aşırı yağışlar ve kuraklıklar, zeytinliklerin toprak yapısını olumsuz etkileyerek üretim üzerinde önemli riskler oluşturabilir. Özellikle eğimli arazilerde kurulan zeytinliklerde yoğun yağışlar, toprağın üst tabakasını taşıyarak bitki besin maddelerinin kaybına, dolayısıyla verimde azalmaya yol açabilir. Kuraklık dönemlerinde ise bitki örtüsünün azalması ve toprağın çıplak kalması, erozyon riskini artırarak zeytin ağaçlarının kök sistemini tehlikeye sokabilir. Artan sıcaklık ve azalan nem, zeytinlik topraklarının organik madde içeriğini düşürerek biyolojik yapıyı bozabilir, bu da zeytin ağaçlarının büyümesi ve verimi için kritik olan toprak mikroorganizmalarının etkinliğini azaltabilir. Diğer yandan yüksek sıcaklık ve düşük nem koşullarında buharlaşma sonrasında toprak yüzeyinde tuz birikimi artar ve tuzlanma nedeniyle zeytin ağaçları olumsuz etkilenebilir.

4.6.2. Zeytin Tarımı Kapsamında Hassasiyet

Hassasiyet, zeytin ağaçlarının biyolojik, ekolojik ve çevresel özelliklerinin iklim değişikliklerine karşı ne derece duyarlı olduğunu belirler. Biyolojik hassasiyet, zeytin ağaçlarının genetik yapısının ve fenolojik süreçlerinin iklim değişikliğine karşı gösterdiği duyarlılığı kapsar. Ekolojik hassasiyet, zeytin ağaçlarının ekosistem içindeki rolünü ve diğer türler ile olan etkileşimlerini içerir. Çevresel hassasiyet ise

iklim ve toprak koşulları, su mevcudiyeti ve hava olayları gibi dışsal faktörlerin ağaçlar üzerindeki etkisini yansıtır. Ayrıca, sosyo-ekonomik hassasiyet, zeytin üretiminin ekonomik olarak sürdürülebilirliğini ve zeytincilikle uğraşan çiftçilerin bu değişikliklere karşı kırılganlık düzeylerini etkileyen önemli bir bileşendir; maliyet artışı, pazar erişimi, tarımsal destekler ve çiftçi nüfusunun demografik yapısı gibi faktörler bu kapsamda değerlendirilir. Bu bağlamda hassasiyet, zeytin tarımının iklim değişikliğine karşı kırılganlığını anlamak ve uygun uyum stratejileri geliştirmek için kritik bir bileşendir. Hassasiyet kapsamında dikkate alınması gereken faktörler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır. Bu faktörlerin her birinin iklim değişikliği kırılganlığı üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır.

1. Fizyolojik ve Biyolojik Faktörler:

- **Zeytin Çeşitleri ve Genetik Yapı:** Farklı zeytin çeşitlerinin iklim değişikliklerine karşı hassasiyeti farklıdır. Bazı çeşitler yüksek sıcaklık (veya düşük sıcaklık) ve su stresine daha dayanıklıyken, bazıları bu koşullara daha hassastır.

- **Yetiştirme İstekleri:** Zeytin ağaçları farklı fenolojik evrelerde özellikle su stresine karşı daha duyarlıdır. Örneğin; çiçeklenme ve meyve tutumu aşamalarında zeytinin suya olan ihtiyacı yüksektir (Sevim, Varol ve Köseoğlu, 2022, s. 417). Bununla beraber yine her fenolojik evrenin sıcaklıklara olan duyarlılığı farklıdır. Örneğin; çiçeklenme döneminde sıcaklık isteği 15°C ile 20°C'dir (Temuçin, 1993, s. 119).

- **Kök Gelişimi:** Toprakta yeterli besin elementlerinin ve suyun bulunmaması, zeytin ağaçlarının kök gelişimini zayıflatır ve bu durum hassasiyetin artmasına neden olur.

2. Çevresel ve Ekolojik Faktörler:

- **Su Kaynaklarının Mevcudiyeti:** Kuraklık ve su kaynaklarının azlığı, zeytin ağaçlarının su stresine girmesine yol açarak (Özilbey, 2020 s, 103) hassasiyeti artırır.

- **Hastalık ve Zararlılar:** İklim değişiklikleri, zeytin ağaçlarını etkileyen hastalıkların ve zararlıların yayılımını artırabilir (Akça Uçkun, 2022, s. 6). Bu durum hastalık ve zararlılara duyarlı çeşitler için önemli bir sorundur.

3. Sosyo-ekonomik Faktörler:

- **Sulama Yönetimi:** Yanlış sulama yöntemleri, bitkilerin su stresi çekmesine yol açabilirken, aşırı sulama bitki üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir (Güneri, 2016, s. 66, 67).

- **Toprak Yönetimi:** Toprağın iyi drene edilmemesi, toprağın doğru bir şekilde işlenmemesi, toprağın organik madde içeriği ve yapısının ideal düzeyde tutulmaması hassasiyeti artıran etkenlerdir.

- **Gübreleme ve Besin Yönetimi:** Yanlış ve yetersiz gübreleme, zeytin ağaçlarının gerekli besinleri alamamasına ve stres koşullarına karşı daha duyarlı olmasına neden olabilir (Fernández-Escobar, 2019, s. 1).

- **Budama ve Dikim:** Yanlış uygulanan budama ve dikim teknikleri gibi tarımsal hatalar, ağaçların mevcut stres faktörlerine karşı hassasiyetini artırır. Özellikle aşırı veya yanlış zamanda yapılan budama, ağacın çevresel streslere karşı savunmasız hale gelmesine neden olurken (Martins vd., 2024, s. 13), yanlış dikim uygulamaları, ağacın fizyolojik gelişimini sınırlayarak su ve besin yetersizliği riskini artırabilir.

- **Maliyet Artışı:** Değişen iklim koşullarının getirdiği zorluklarla beraber zeytin üretiminde maliyet artabilir. Bu nedenle üreticiler zeytinciliği ya tamamen bırakabilir ya da ekonomik getirisi daha yüksek olan türlerin yetiştiriciliğine kayabilir.

- **Pazar Ortamı:** İklim değişikliği, zeytin yetiştiriciliğinde kaliteyi olumsuz etkileyerek pazardaki talebi daraltabilir. Özellikle de iklim stresinin neden olduğu verim kayıpları ve ürün kalitesindeki düşüşler nedeniyle tüketici beklentilerinin karşılanamaması, üretilen mahsullerin pazarda talep görme potansiyelini azaltır. Kalite standartlarının beklentilerin altında kalması, ürünleri ulusal veya uluslararası pazarlarda rekabet edemez hale getirebilir. Örneğin, sıcaklık artışı veya düzensiz yağışlar, zeytinyağı üretiminde yağ asit dengesini bozarak kaliteyi düşürebilir. Diğer yandan yetersiz sulama, sofralık zeytinde dane boyutlarının standartların altında kalmasına neden olabilir. Bu durum, kalite sertifikasyonu veya tüketicilerin iyi ürün beklentilerinin karşılanamamasına yol açarak, pazar erimini zorlaştırabilir.

- **Demografik Yapı:** Düşük gelir düzeyine sahip üreticiler, ekonomik koşulları nedeniyle iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı daha hassas olabilir. Çünkü bu gelir grubunda yer alan üreticiler, kalitedeki kayıpları önlemek veya üretimi devamlı kılmak için gereken kaynaklara erişimde zorluk yaşayabilir. Aynı şekilde, kırsal alanlarda nüfusun yaşlanması ve genç iş gücünün azalması zeytincilik sektörünün hassasiyetini artırabilir. Yaşlı nüfus, genellikle fiziksel iş gücü gerektiren üretim süreçlerinde daha sınırlı katkı sağlayabilir ve mekanizasyon aşamasında modern tarım teknolojilerine uyum sağlamada güçlük yaşayabilir. Ayrıca, kırsaldan kente göç nedeniyle zeytinliklerin terk edilmesi, zeytin yetiştiriciliği yapılan bölgelerde sosyo-

ekonomik hassasiyeti artırabilir. Bu bağlamda, iklim değişikliğinin etkileri zeytincilik sektöründe var olan ekonomik ve demografik hassasiyetleri tetikleyerek, sektörün kırılganlığını daha belirgin hale getirmektedir.

4.6.3. Zeytin Tarımı Kapsamında Uyum Kapasitesi

Zeytin tarımının iklim değişikliklerine karşı uyum kapasitesi, zeytin yetiştiriciliğinin değişen iklim koşullarına nasıl uyum sağladığını ve bu değişikliklerle başa çıkma yeteneklerini ifade eder. Zeytin tarımının sürdürülebilirliğini sağlamak ve kırılganlığı azaltmak için uyum kapasitesini artırmak kritik bir öneme sahiptir. Bu doğrultuda, tezde zeytin tarımında iklim değişikliğine uyum, 4.6. Uyum Önerileri başlığı altında ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu bölümde ise uyum kapasitesini geliştirebilecek bazı faktörler genel hatlarıyla maddeler halinde sunulmuştur.

1. Teknik ve Yönetimsel Faktörler

• Tarımsal Teknolojiler:

- **Sulama sistemleri:** Yeraltı damla sulama veya damla sulama gibi verimli sulama sistemleri, hem su kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasını hem de suyun ağaçlar tarafından etkili bir şekilde kullanılmasına olanak tanıyarak uyum kapasitesini artırır.
- **Mekanizasyon:** Yüksek teknoloji tarım makinelerinin zeytincilikte kullanımı uyum kapasitesini artırır.
- **İklim dirençli çeşitler:** İklim değişikliği nedeniyle yüksek sıcaklıklara, kuraklığa, hastalık ve zararlılara dayanıklı türler tercih edilebilir.

• Toprak Yönetimi:

- **Toprak işleme:** Doğru toprak işleme yöntemlerinin uygulanması hem toprak hem de ağaç sağlığı açısından önemlidir.
- **Organik madde artırımı:** Organik gübreler ve kompost kullanımı, toprak sağlığını koruyarak, toprağın su tutma kapasitesini artırır ve ağaç sağlığını iyileştirir. Bu durum çevresel stres faktörlerine karşı direnci artırarak uyum kapasitesini geliştirir.
- **Toprak koruma önlemleri:** Doğru toprak işleme yöntemlerinin uygulanması, yüksek eğim değerine sahip arazilerde teraslamanın yapılması, rüzgâr perdeleri veya siperlerin kullanılması, erozyonla mücadelede dikkate alınması gereken unsurlardır.

2. Ekonomik ve Finansal Faktörler

• Destekler ve Teşvikler:

- **Devlet destekleri:** Zeytin üreticilerine sunulan teşvikler, hibe programları veya düşük faizli krediler gibi tarımsal destekler, üreticilerin iklim değişikliğine karşı uyum stratejilerini hayata geçirmelerini kolaylaştırabilir.
- **Sigorta sistemleri:** Tarımsal sigorta programları, üreticilerin iklim değişikliğinden kaynaklanan kayıplarını en aza indirmeye yardımcı olabilir.

• Yatırım ve Finansman:

- **Finansal kaynaklar:** Zeytin üreticilerinin yeni teknolojilere ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına yatırım yapabilmeleri için finansal destekler ve kredi imkanlarının sunulması uyum kapasitesinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

3. Eğitim ve Bilinçlendirme

• Eğitim Programları

- **Eğitimler:** Üreticilere, iklim değişikliği, iklim değişikliğine uyum, hastalık ve zararlılar mücadele gibi farklı konularda sağlanacak eğitimler, zeytin tarımının sürdürülebilirliğini desteklemek ve uyum kapasitesini güçlendirmek açısından kritik bir öneme sahiptir. Çünkü, bilinçli ve eğitilmiş üreticiler çevresel koşullara daha hızlı uyum sağlayabilir.
- **Tarım danışmanlığı:** Alanda uzmanlaşmış tarım danışmanlarının, üreticilere teknik ve pratik bilgiler sağlayarak destek olmaları, zeytin tarımında verimliliği ve kaliteyi artırmak ve iklim değişikliğine uyum süreçlerini hızlandırmak için önemli bir katkı sunar.

• Bilgi ve İnovasyon:

- **Araştırma ve geliştirme (Ar-Ge):** Değişen iklim ve çevre koşullarına uyum sağlamak için yeni adaptif zeytin çeşitlerinin geliştirilmesi ve bu koşullara uygun verimli tarım tekniklerinin uygulanması, uyum kapasitesinin artırılmasında önemli bir etkiye sahip olabilir.
- **Bilgi paylaşımı:** Üreticilerin yenilikçi teknikler ve uyum stratejileri konusunda bilgi alışverişinde bulunmaları, zeytincilikte verimliliği

artırmaya ve karşılaşılan zorluklara daha etkili çözümler üretmeye olanak tanır. Bu süreç uyum kapasitesini olumlu yönde geliştirir.

4. Sosyal ve Politik Faktörler

- **Toplumsal Katılım:**

- **Kooperatifleşme ve sosyal yapılar:** Üreticilerin kooperatifler, dernekler veya sivil toplum kuruluşları gibi sosyal yapılar içinde örgütlenmesi, bilgi ve kaynak paylaşımını teşvik eder. Bu tür organizasyonlar, toplu hareket ederek uyum stratejilerini hayata geçirdiklerinde, uyum kapasitesinin artmasına önemli katkılar sağlayabilirler.

- **Politika ve Planlama:**

- **Sürdürülebilir tarım politikaları:** Hükümet ve yerel yönetimlerin, zeytincilik için sürdürülebilir tarım politikalarını benimseyip desteklemeleri, üreticilerin iklim değişikliğine karşı uyum kapasitesini artırmalarına yardımcı olur. Bu politikaların uygulamaya konulması, zeytin üretiminin çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan sürdürülebilirliğini sağlamada önemli bir rol oynayabilir.

- **Uzun vadeli planlama:** İklim değişikliğine karşı uzun vadeli stratejik planların hazırlanması, bu planların uygulamaya konulması, zeytin yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğini sağlamak ve üreticilerin uyum kapasitesini artırmak için önemli bir adımdır. Uzun vadeli planlamalar, iklim kaynaklı riskleri en aza indirmek ve zeytinciliği gelecekteki çevresel koşullara karşı güçlendirmek için gerekli yönlendirmeleri sunar (Martins vd., 2024, s. 5).

4.7. İklim Değişikliği Projeksiyonları Işığında Türkiye'deki Zeytin Tarımının Kırılganlık Durumu Nasıldır?

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin 5. Değerlendirme Raporu'nda tanıtılan RCP (Representative Concentration Pathways/Temsili Konsantrasyon Yolları) senaryoları, iklim değişikliğinin gelecekteki potansiyel etkilerini incelemek için kullanılmaktadır. RCP'ler ısınım sal zorlama seviyelerine göre 4 farklı senaryoyu içermektedir. Bu çalışmada kullanılan ve orta derece emisyon senaryosu olan RCP4.5, gelişen teknoloji ve artan nüfusa bağlı olarak CO₂ miktarının 2050 ve 2070 yıllarında sırasıyla 486,5 ppm'e ve 524,3 ppm'e, sıcaklıkların ise sırasıyla 1,2°C ve 1,5°C'ye yükseleceğini öngörmektedir. RCP4.5 senaryosunda iklim değişikliğinin etkilerini

hafifletmek için bazı önlemlerin uygulandığı, fakat bu önlemlerin karbonu tamamen nötrlemede yetersiz kaldığı varsayılır. Yüksek emisyon senaryosu olan RCP8.5 senaryosunda ise nüfusun sürekli artacağı, gelişen teknolojiyle beraber sanayileşmenin de büyük oranda artacağı ve bu nedenle de fosil yakıtların yaygın bir şekilde kullanılmaya devam edeceği varsayılır. Dolayısıyla RCP8.5 senaryosu CO₂ miktarının 2050 ve 2070 yıllarında sırasıyla 540,5 ppm'e ve 677,1 ppm'e sıcaklıkların ise sırasıyla 1,7°C ve 2,6°C artabileceğini öngörmektedir (IPCC, 2013, s. 1422, 1444; Özdemir, Özkan ve Mert, 2020, s. 363, 364).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin 6. Değerlendirme Raporu'nda tanımlanan SSP (Shared Socioeconomic Pathways/Ortak Sosyo-ekonomik Rotalar) senaryoları ise gelecekteki iklim etkilerini ve uyum seçeneklerini değerlendirmek için kullanılan senaryolar grubudur. SSP'ler, RCP senaryolarının dikkate almadığı sosyo-ekonomik bağlamı tamamlar. Bu sayede, SSP senaryoları toplumların uyum kapasitelerini ve sürdürülebilirlik hedeflerini anlamak için önemli bir temel oluşturur. SSP'ler, küresel toplulukların gelecekte nasıl şekilleneceğine dair beş farklı yol sunar. Bu yollar, ışımsal zorlama seviyelerine ek olarak nüfus artışı, ekonomik büyüme, teknolojik ilerleme, eğitim seviyeleri ve yönetim gibi sosyo-ekonomik faktörleri de içermektedir. Bu çalışmada kullanılan SSP2-4.5 (orta yol) senaryosu, emisyonların orta seviyede arttığını, ekonomik büyümenin orta düzeyde olduğunu, kalkınma ve gelir artışının düzensiz ilerlediğini, gelir eşitsizliklerinin kısmen devam ettiğini, kaynak ve enerji kullanım yoğunluğunun genel olarak azaldığını, politika çabalarının dengeli, ancak büyük gelişme göstermediğini, dünya nüfusun ılımlı bir şekilde arttığını ve yüzyılın ikinci yarısında nüfusun sabitlendiğini varsaymaktadır. Bu senaryo, 2041-2060 döneminde sıcaklıkların 2°C, 2081-2100 döneminde ise 2,7°C artabileceğini öngörmektedir. SSP5-8.5 (fosil yakıtlı kalkınma) senaryosu ise, ekonomik büyümenin fosil yakıt kullanımına dayalı olduğu, çevresel sürdürülebilirliğin geri planda olduğu, enerji yoğun yaşam tarzının benimsendiği, yüzyılın sonunda emisyon seviyelerinin ve küresel nüfusun zirveye ulaştığı bir dünya varsaymaktadır. Bu senaryo küresel sıcaklığın, 2041-2060 döneminde 2,4°C, 2081-2100 döneminde ise 4,4°C artabileceğini öngörmektedir (Riahi vd., 2017, s. 157; IPCC, 2021, s. 14).

RCP ve SSP senaryoları, farklı emisyon seviyeleri (örneğin RCP4.5 ve RCP8.5) ve çeşitli sosyoekonomik koşullar (örneğin; SSP2: "orta yol", SSP5: "fosil yakıtlı kalkınma") altında iklim değişikliğine bağlı kırılganlıkların mekânsal ve

zamansal değişimlerini değerlendirmek için kritik bir araçtır. Örneğin, SSP senaryolarına dayalı olarak üretilen biyoiklim değişkenleri, iklim değişikliğinin türlerin dağılımı ve varlığını sürdürme üzerindeki etkilerini zamansal ve mekânsal ölçekte modellemeye olanak tanır ve bu sayede türlerin maruziyeti değerlendirilebilir. Ayrıca, SSP'ler, sosyo-ekonomik faktörlerin türlerin iklim değişikliğine olan hassasiyetini nasıl artırdığını veya azalttığını anlamak için bir temel sunar. Uyum kapasitesi bağlamında SSP'ler; altyapı gelişimi, teknolojik yenilikler, ekonomik büyüme ve politika uygulamalarının, toplulukların ve ekosistemlerin iklim değişikliğine uyum yeteneğini nasıl şekillendirdiğini analiz etmeye olanak sağlar. Bu çok boyutlu yaklaşım, iklim değişikliği etkilerinin sosyo-ekolojik sistemler üzerindeki dinamiklerini daha derinlemesine incelemeye ve kırılganlıkların nedenlerini daha iyi anlamaya yardımcı olur.

Bu kapsamda, Türkiye'de zeytin yetiştiriciliği için uygun alanların, farklı dönemlere ve emisyon senaryolarına göre RCP ve SSP modellerinin biyoiklim değişkenleri temelinde nasıl değiştii incelenmiştir. Günümüzdeki uygunluk sınıfları referans alınarak, kırılgan alanlar ile yeni ortaya çıkması muhtemel potansiyel alanların mekânsal ve zamansal değişimleri değerlendirilmiştir.

4.7.1. RCP Senaryoları Kapsamında Kırılganlıkların İncelenmesi

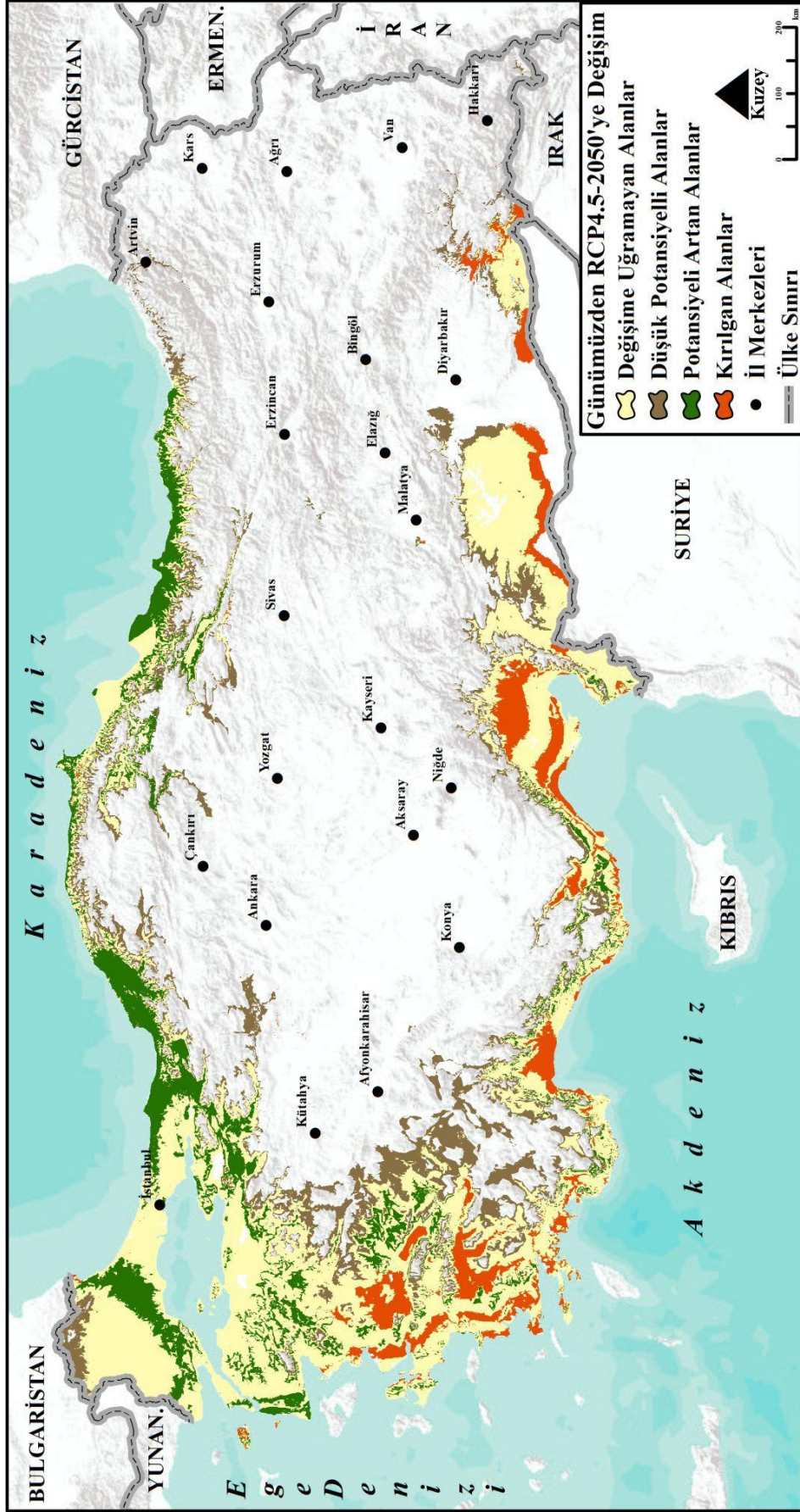
RCP4.5 senaryosunda, sıcaklık artışının nispeten sınırlı olması nedeniyle yüzyılın ortasında zeytin yetiştirilen alanların %3,6'sının değişen iklim koşullarından etkilenecek kırılgan bir özellik sergileyebileceği tahmin edilmektedir. Bu dönemde, çalışma alanının %4,7'sinin zeytin yetiştiriciliği için potansiyelinin artacağı, %17'sinin ise mevcut uygunluk durumunda herhangi bir değişiklik olmayacağı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, çalışma alanının %5,8'i zeytin yetiştiriciliği için düşük potansiyelli alanlar olarak değerlendirilmektedir. 2070 yılı itibarıyla iklim koşulları göz önüne alındığında, çalışma alanının %4,3'ünün kırılgan bir yapı gösterebileceği, %5,4'ünün uygunluk potansiyelinin artabileceği ve %15,7'sinin mevcut uygunluk düzeyini koruyacağı öngörülmektedir. Diğer yandan senaryo verilerine göre, toplam alanın %8,3'ünün zeytin tarımı açısından düşük potansiyelli alanlar olarak sınıflandırılabilir tahmin edilmektedir (Çizelge 26).

Çizelge 26. Günümüzden RCP4.5 2050 ve 2070 Dönemlerine Değişim

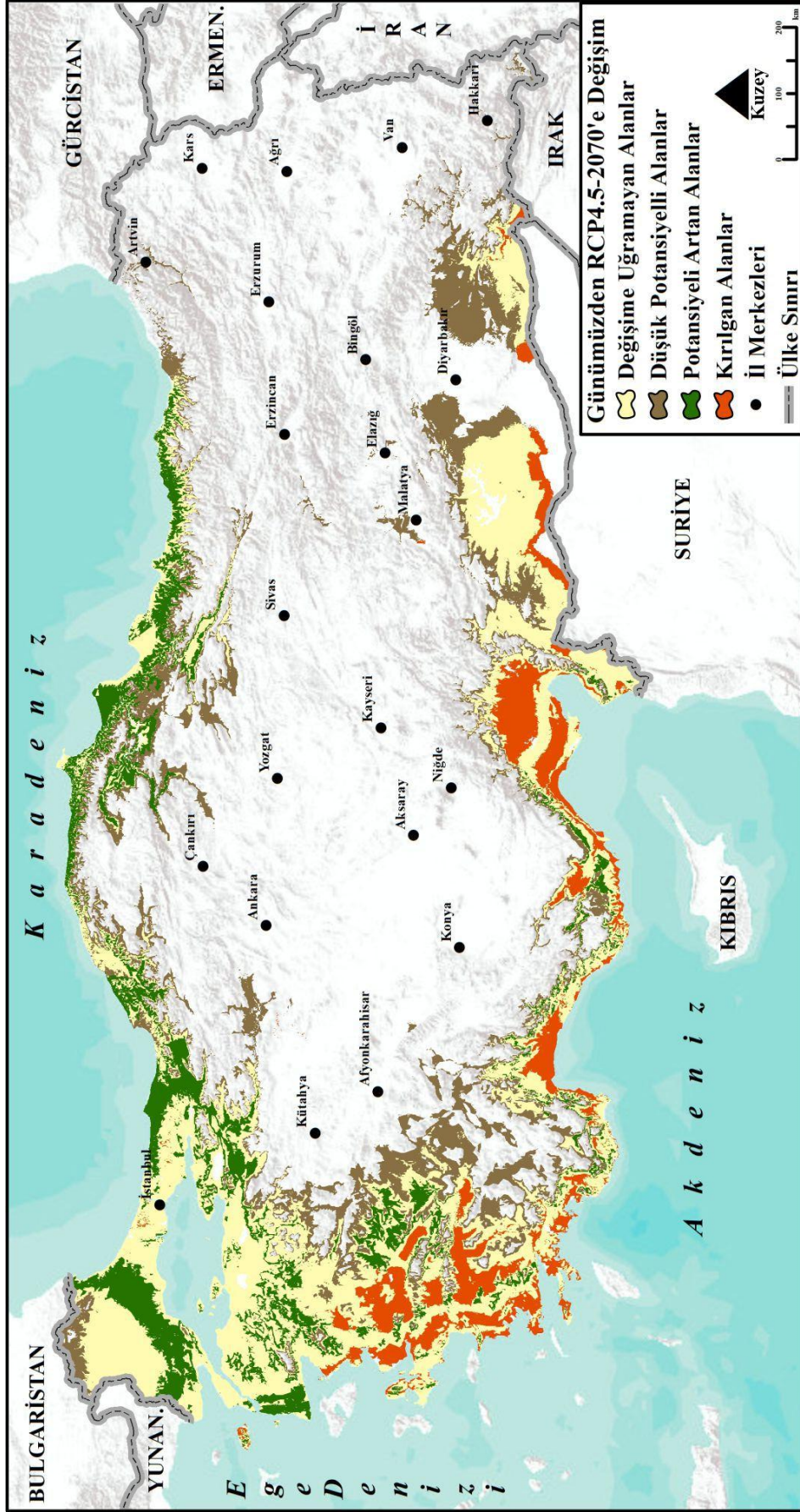
Değişim Sınıfları	RCP4.5-2050		RCP4.5-2070	
	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%
Uygun Olmayan Alanlar	527.395	68,8	507.964	66,3
Değişime Uğramayan Alanlar	130.800	17,1	120.153	15,7
Düşük Potansiyelli Alanlar	44.321	5,8	63.600	8,3
Potansiyeli Artan Alanlar	36.359	4,7	41.302	5,4
Kırılğan Alanlar	27.372	3,6	33.228	4,3
Toplam	766.247	100,0	766.247	100,0

RCP4.5 senaryosuna göre, 2050 ve 2070 yıllarında kırılğanlığa açık alanlar ağırlıklı olarak Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Akdeniz Bölgesi'nde Adana, Antalya, Mersin ve Osmaniye; Ege Bölgesi'nde Aydın, Manisa, Muğla ve İzmir; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise Gaziantep, Mardin ve Şanlıurfa kırılğanlık açısından öne çıkan iller olarak dikkat çekmektedir. Öte yandan zeytin yetiştiriciliği için potansiyelini artırması beklenen alanların çoğunlukla Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde yer aldığı görülmektedir. Marmara Bölgesi'nde Bursa, Bilecik, Edirne, Kocaeli, Sakarya ve Tekirdağ; Karadeniz Bölgesi'nde ise Bartın, Giresun, Ordu, Samsun, Trabzon ve Zonguldak potansiyel artışı gösterebilecek önemli iller arasında yer almaktadır. Günümüzde Marmara ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde mevcut uygunluk sınıflarının, RCP4.5 senaryosunun 2050 ve 2070 dönemlerinde de büyük ölçüde değişim göstermeyerek mevcut durumlarını koruyacakları belirlenmiştir (Şekil 42, Şekil 43).

İklimdeki kötüleşmenin daha şiddetli olduğu RCP8.5 senaryosunda, yüzyılın ortalarına gelindiğinde kırılğanlık gösterebilecek alanların çalışma alanının yaklaşık %4'ünü oluşturacağı tahmin edilmektedir. Aynı dönemde, potansiyel olarak uygunluğunu artırabilecek alanların yaklaşık %7, mevcut uygunluk durumunu koruyarak herhangi bir değişim göstermeyecek alanların ise yaklaşık %15 oranında yer tutacağı öngörülmektedir. 2070 yılı itibarıyla, kırılğanlık gösterebilecek alanların oranının yaklaşık %8'e çıkacağı, uygunluk potansiyelini artırabilecek alanların %5'e gerileyeceği, değişim göstermeyerek varlığını sürdüren alanların ise yaklaşık %13 seviyelerine gerileyeceği tahmin edilmektedir (Çizelge 27).



Şekil 42. Günümüzden RCP4.5-2050 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı



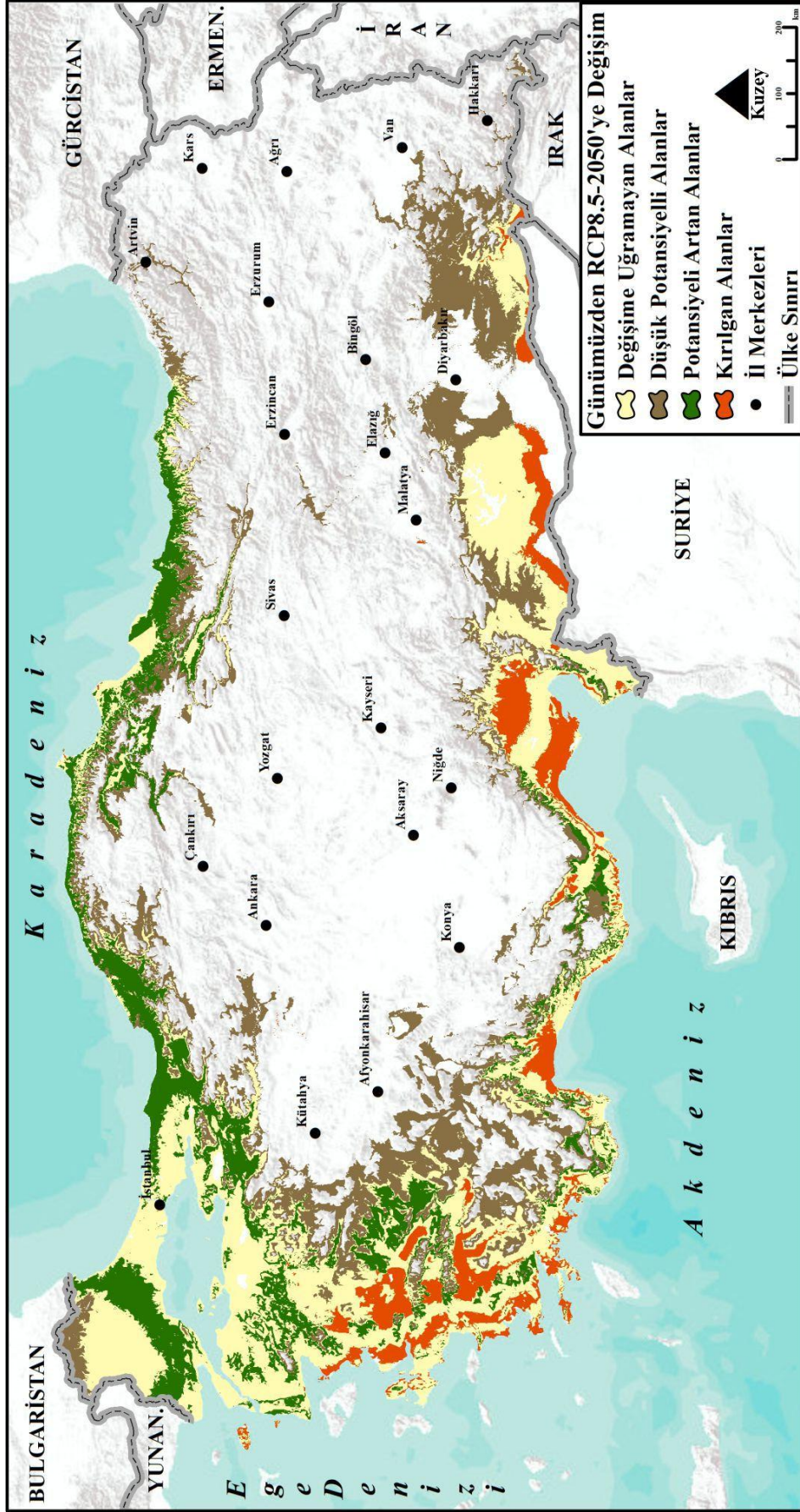
Şekil 43. Günümüzden RCP4.5-2070 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı

Çizelge 27. Günümüzden RCP8.5 2050 ve 2070 Dönemlerine Değişim

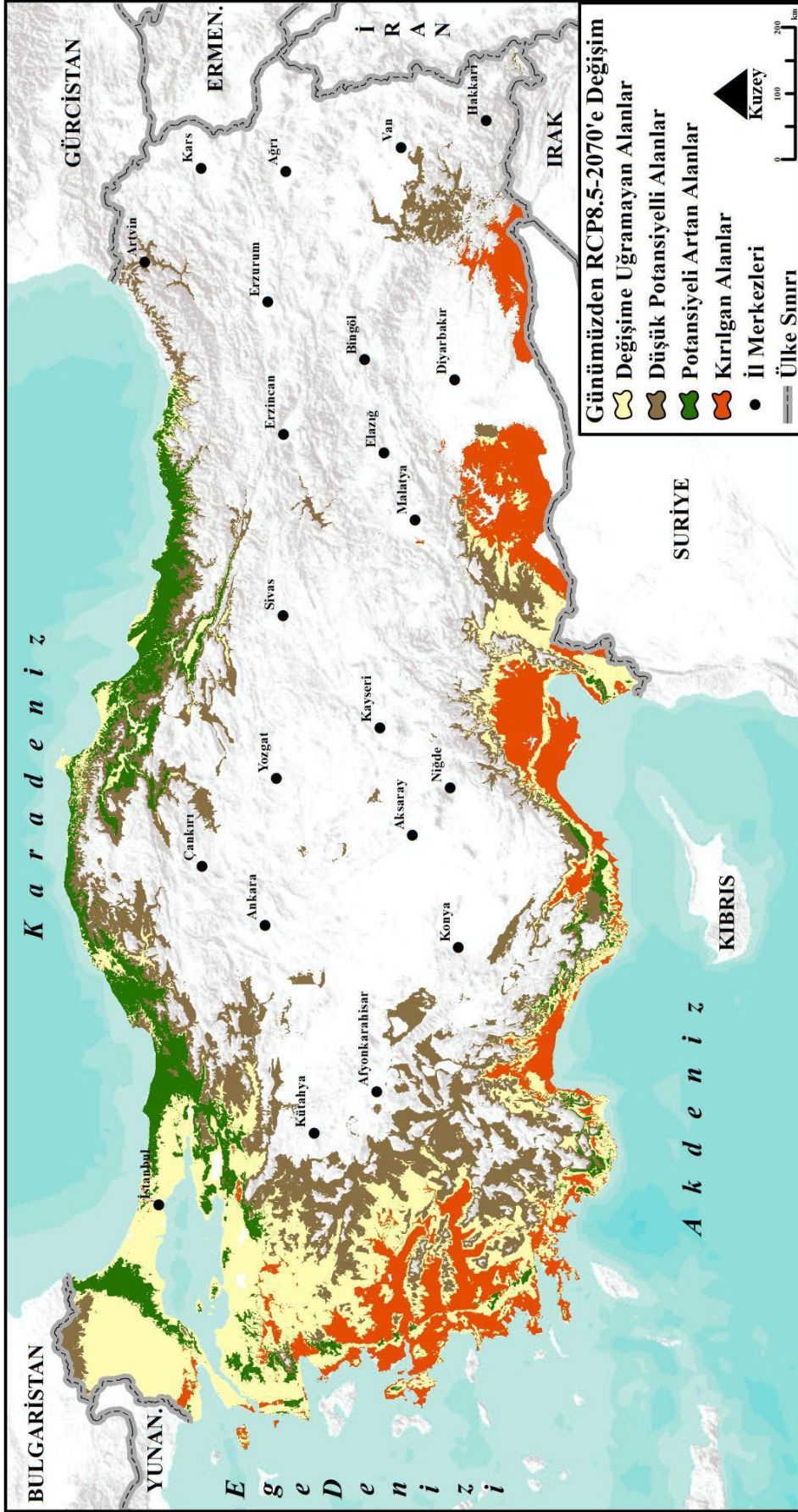
Değişim Sınıfları	RCP8.5-2050		RCP8.5-2070	
	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%
Uygun Olmayan Alanlar	486.014	63,4	481.249	62,8
Değişime Uğramayan Alanlar	113.937	14,9	97.877	12,8
Düşük Potansiyelli Alanlar	84.297	11,0	87.132	11,4
Potansiyeli Artan Alanlar	51.832	6,8	36.761	4,8
Kırılğan Alanlar	30.167	3,9	63.228	8,3
Toplam	766.247	100,0	766.247	100,0

RCP8.5 senaryosuna göre 2050 döneminde kırılğan yapı gösterebilecek alanların Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yayılış gösterebileceği görülmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde; Adana, Antalya ve Mersin, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Manisa, Muğla ve İzmir, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Gaziantep, Şanlıurfa ve Mardin kırılğan özellik gösterebilecek illerdir. RCP8.5 2050 senaryosu kapsamında Ege Bölgesi'nde Manisa ve Uşak'ta, Marmara Bölgesi'nde Bilecik, Bursa, Edirne ve Tekirdağ'da, Karadeniz Bölgesi'nde ise Bartın, Giresun, Ordu, Samsun, Sinop ve Zonguldak'ta zeytin yetiştiriciliği için potansiyelini artırabilecek sahaların yayılış gösterebileceği belirlenmiştir (Şekil 44).

2070 döneminde ise kırılğan alanların önceki dönemde yayılış gösterdiği alanlarda yayılış alanlarını daha da genişletebileceği ve farklı alanlarda da kırılğanlığın ortaya çıkabileceği dikkat çekmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde; Antalya, Adana, Mersin ve Osmaniye'de, Ege Bölgesi'nde; Aydın, Denizli, İzmir, Manisa ve Muğla'da, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Adıyaman, Gaziantep, Mardin ve Şanlıurfa'da iklimdeki değişkenlik nedeniyle kırılğanlığa uğrayabilecek alanların yayılış gösterebileceği tahmin edilmektedir. İklimdeki bu değişikliğe bağlı olarak potansiyelini artırabilecek alanların ise özellikle Karadeniz kıyısı boyunca önemli gelişme gösterebileceği düşünülmektedir. Bartın, Düzce, Giresun, Ordu, Sakarya ve Samsun uygunluk potansiyelini artırabilecek illere örnektir. Marmara Bölgesi'nde ise Kırklareli ve Tekirdağ potansiyelini artırabilecek illerdir (Şekil 45).



Şekil 44. Günümüzden RCP8.5-2050 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı



Şekil 45. Günümüzden RCP8.5-2070 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı

4.7.2. SSP Senaryoları Kapsamında Kırılğanlıkların İncelenmesi

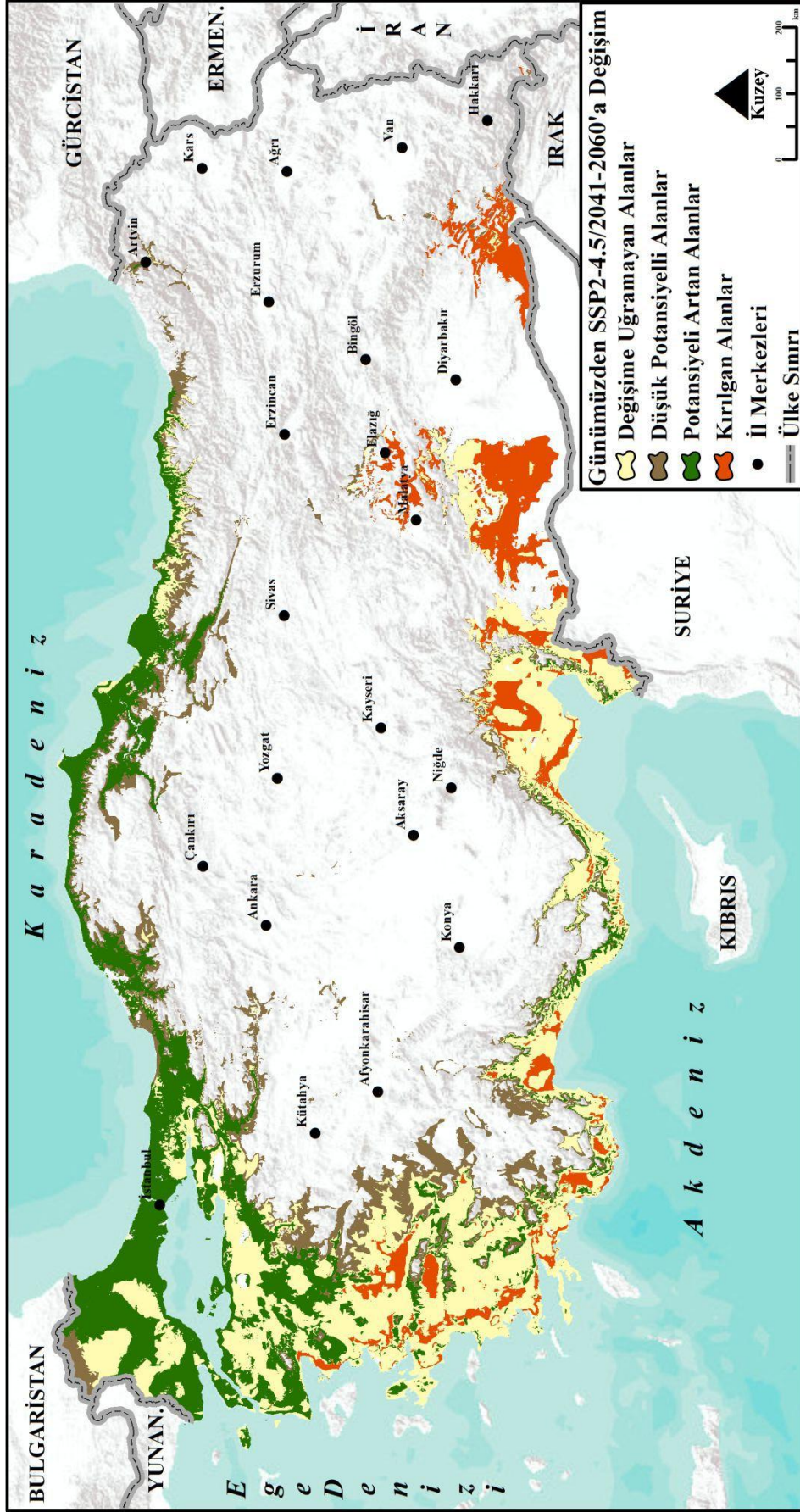
MRI-ESM2-0 Modeli Kapsamında İnceleme:

MRI-ESM2-0 küresel dolaşım modelinin SSP2-4.5 senaryosuna göre, orta vadede Türkiye’de zeytin yetiştiriciliği için uygun alanların %4,4’ünün kırılğan bir yapıya dönüşebileceği öngörülmektedir. Aynı senaryo kapsamında, mevcut uygunluk potansiyeline kıyasla, çalışma alanının %8,4’ünün iklim değişikliğine bağlı olarak potansiyelini artırabileceği belirlenmiştir. Uzun vadede ise, kırılğan alanların çalışma alanının %5,3’ünü oluşturabileceği, buna karşın potansiyelini artırabilecek alanların çalışma alanının %9,4’üne karşılık gelebileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 28).

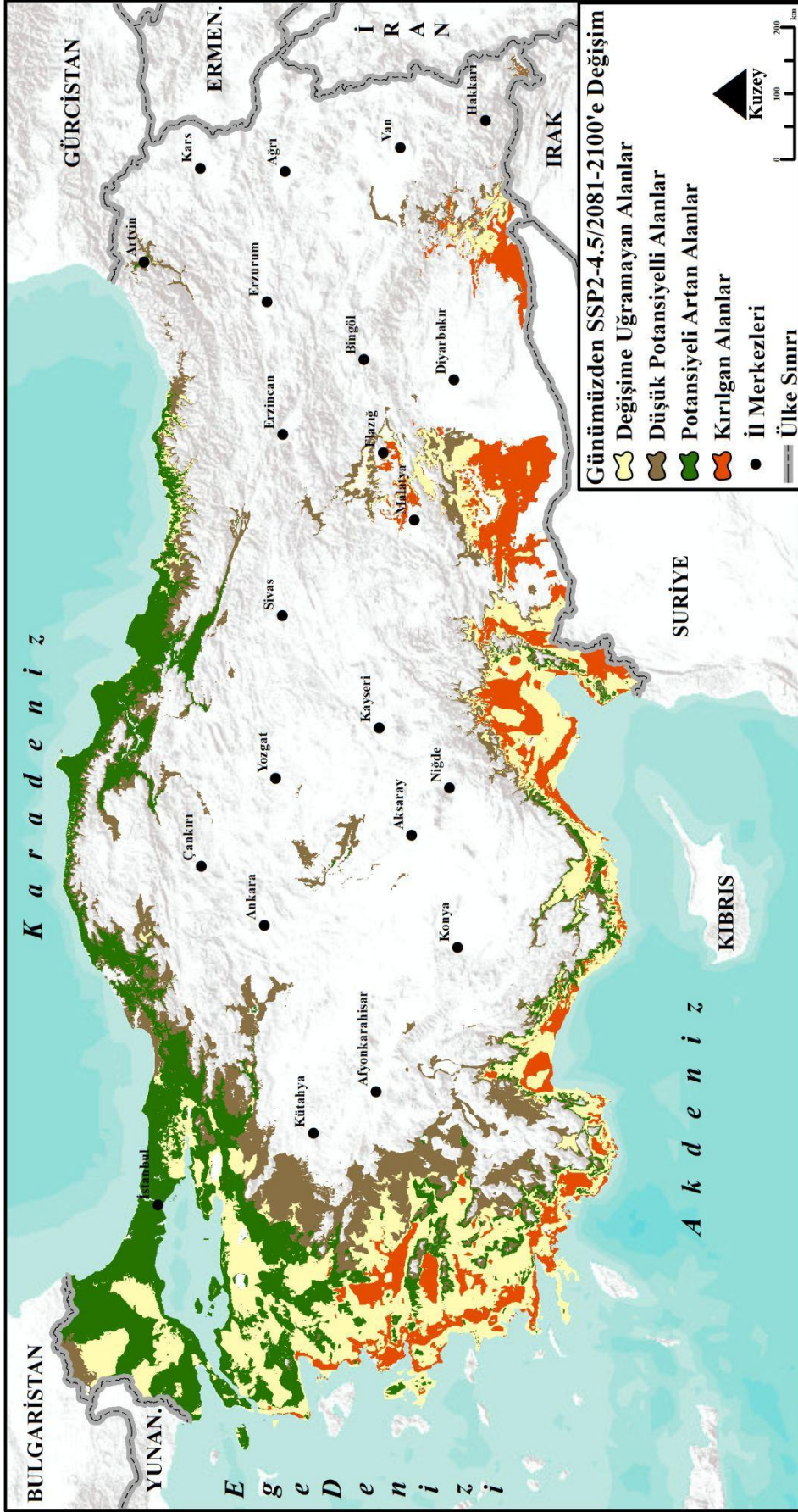
Çizelge 28. Günümüzden SSP2-4.5 (MRI-ESM2-0) 2041-2060 ve 2081-2100 Dönemlerine Değişim

Değişim Sınıfları	SSP2-4.5/2041-2060		SSP2-4.5/2081-2100	
	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%
Uygun Olmayan Alanlar	539.991	70,3	513.276	66,9
Değişime Uğramayan Alanlar	92.198	12,0	83.975	10,9
Düşük Potansiyelli Alanlar	37.557	4,9	57.366	7,5
Potansiyeli Artan Alanlar	64.275	8,4	72.125	9,4
Kırılğan Alanlar	33.577	4,4	40.855	5,3
Toplam	767.598	100,0	767.598	100,0

SSP2-4.5 senaryosuna göre, 2041-2060 döneminde kırılğan özellik gösterebilecek alanların daha çok Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yoğunlaşacağı öngörülmektedir. Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa ve Şırnak kırılğanlık açısından öne çıkan iller arasındadır. Akdeniz Bölgesi’nde Antalya ve Adana’da, Ege Bölgesi’nde ise İzmir ve Manisa’nın iç kesimlerinde kırılğan yapı gösterebilecek alanların yayılış gösterebileceği belirlenmiştir. Bu senaryoya göre, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde zeytin yetiştiriciliği için potansiyelini artırabilecek alanların önemli bir yer tutacağı öngörülmektedir. Marmara Bölgesi’nde Bursa, Balıkesir, Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova; Karadeniz Bölgesi’nde ise özellikle Batı ve Orta Karadeniz Bölümlerinde yer alan Bartın, Düzce, Ordu, Samsun, Sinop ve Zonguldak potansiyelini artırabilecek iller olarak dikkat çekmektedir (Şekil 46).



Şekil 46. Günümüzden SSP2-4.5 (MRI-ESM2-0) 2041-2060 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı



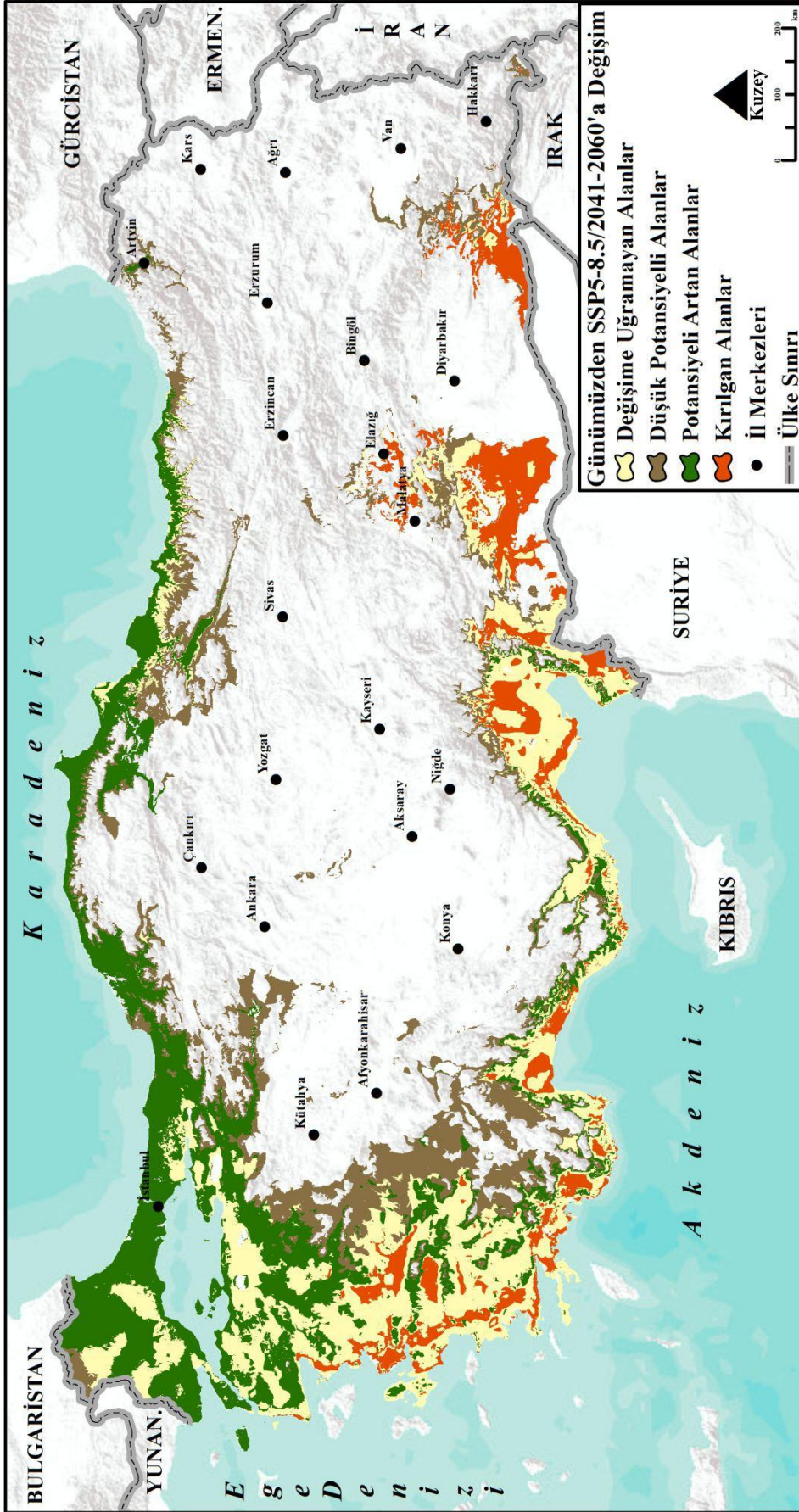
Şekil 47. Günümüzden SSP2-4.5 (MRI-ESM2-0) 2081-2100 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı

MRI-ESM2-0 modelinin SSP2-4.5 senaryosuna göre, 2081-2100 döneminde, kırılma özelliği gösterebilecek alanların orta vadede gözlemlenen kırılma alanlara kıyasla daha da genişleyebileceği öngörülmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde özellikle Şanlıurfa, kırılma açısından öne çıkan illerin başında yer almaktadır. Akdeniz Bölgesi'nde Antalya, Adana, Hatay, Mersin ve Osmaniye; Ege Bölgesi'nde ise Aydın, İzmir, Manisa ve Muğla bu tür kırılma özelliği gösterebilecek alanların yer alabileceği iller arasında bulunmaktadır. Orta-iyimser senaryonun uzun vadesinde, potansiyelini artırabilecek alanların özellikle Türkiye'nin kuzey kesimlerinde daha belirgin bir şekilde yayılabileceği görülmektedir (Şekil 47).

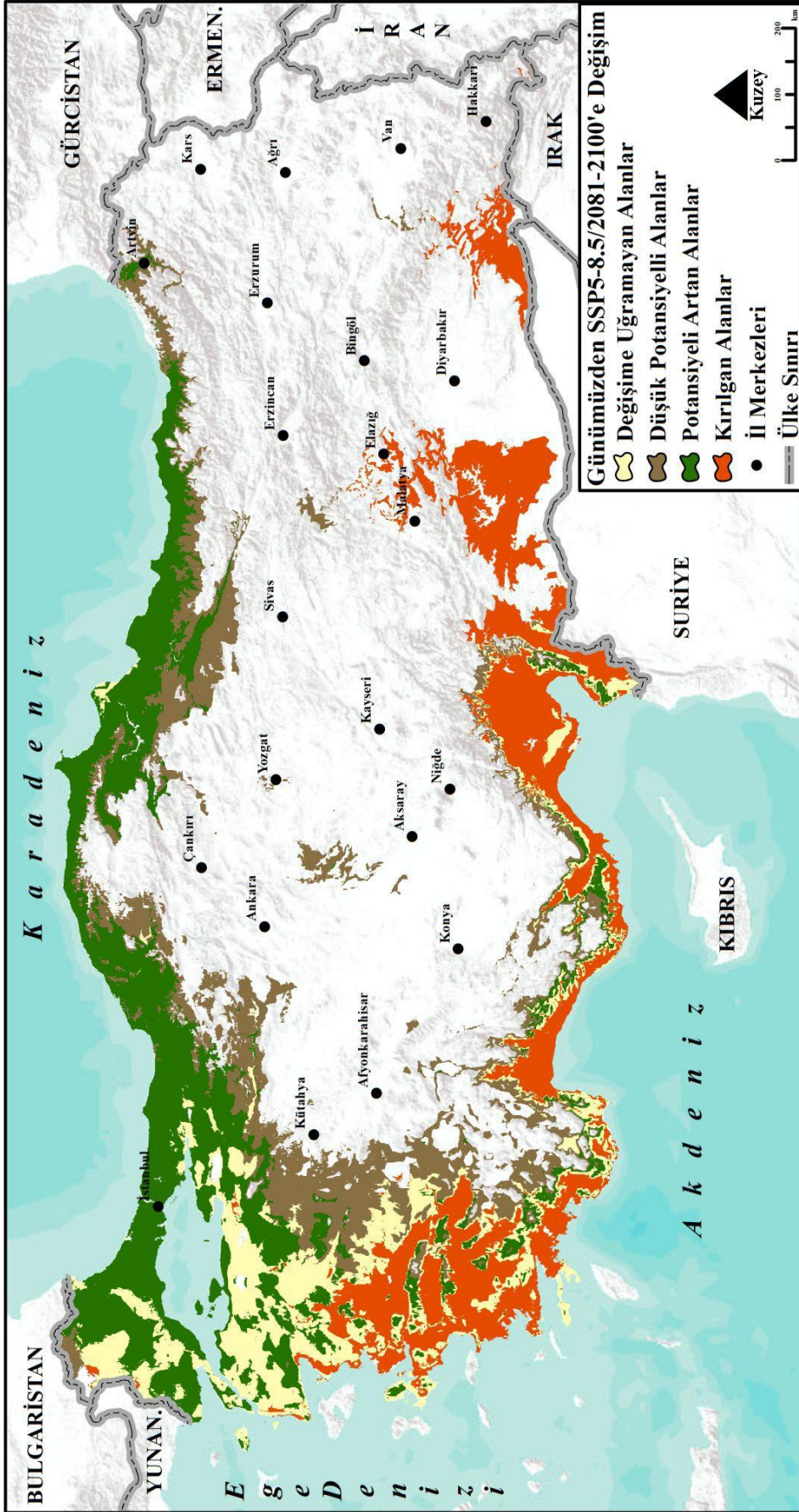
MRI-ESM2-0 modelinin SSP5-8.5 senaryosuna göre, orta vadede çalışma alanında kırılma özelliği sergileyebilecek alanların toplam alanın %4,8'ini oluşturabileceği öngörülmektedir. Aynı dönemde, çalışma alanının yaklaşık %10'unun uygunluk potansiyelinin artacağı, yaklaşık %11'lik bir kısmının ise mevcut uygunluk sınıflarını koruyacağı tahmin edilmektedir. Senaryonun öngördüğü iklim koşullarında, uzun vadede çalışma alanının yaklaşık %9'unun zeytin tarımı için düşük potansiyel gösteren alanlar olarak tanımlanabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, sıcaklık artışları ve yağış rejimindeki önemli değişiklikler nedeniyle bazı alanlarda kırılma özelliğinin artması beklenmekte ve bu alanların yüzyılın sonuna doğru toplam alanın %10,5'ine ulaşabileceği öngörülmektedir. Öte yandan iklim değişikliğinden olumlu etkilenen bazı alanların uygunluk potansiyeli artış göstererek çalışma alanının %11'lik kısmını oluşturacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 29).

Çizelge 29. Günümüzden SSP5-8.5 (MRI-ESM2-0) 2041-2060 ve 2081-2100 Dönemlerine Değişim

Değişim Sınıfları	SSP5-8.5/2041-2060		SSP5-8.5/2081-2100	
	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%
Uygun Olmayan Alanlar	507.471	66,1	487.381	63,5
Değişime Uğramayan Alanlar	84.213	11,0	49.766	6,5
Düşük Potansiyelli Alanlar	59.780	7,8	65.646	8,6
Potansiyeli Artan Alanlar	79.184	10,3	84.254	11,0
Kırılma Alanlar	36.950	4,8	80.551	10,5
Toplam	767.598	100,0	767.598	100,0



Şekil 48. Günümüzden SSP5-8.5 (MRI-ESM2-0) 2041-2060 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı



Şekil 49. Günümüzden SSP5-8.5 (MIRI-ESM2-0) 2081-2100 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı

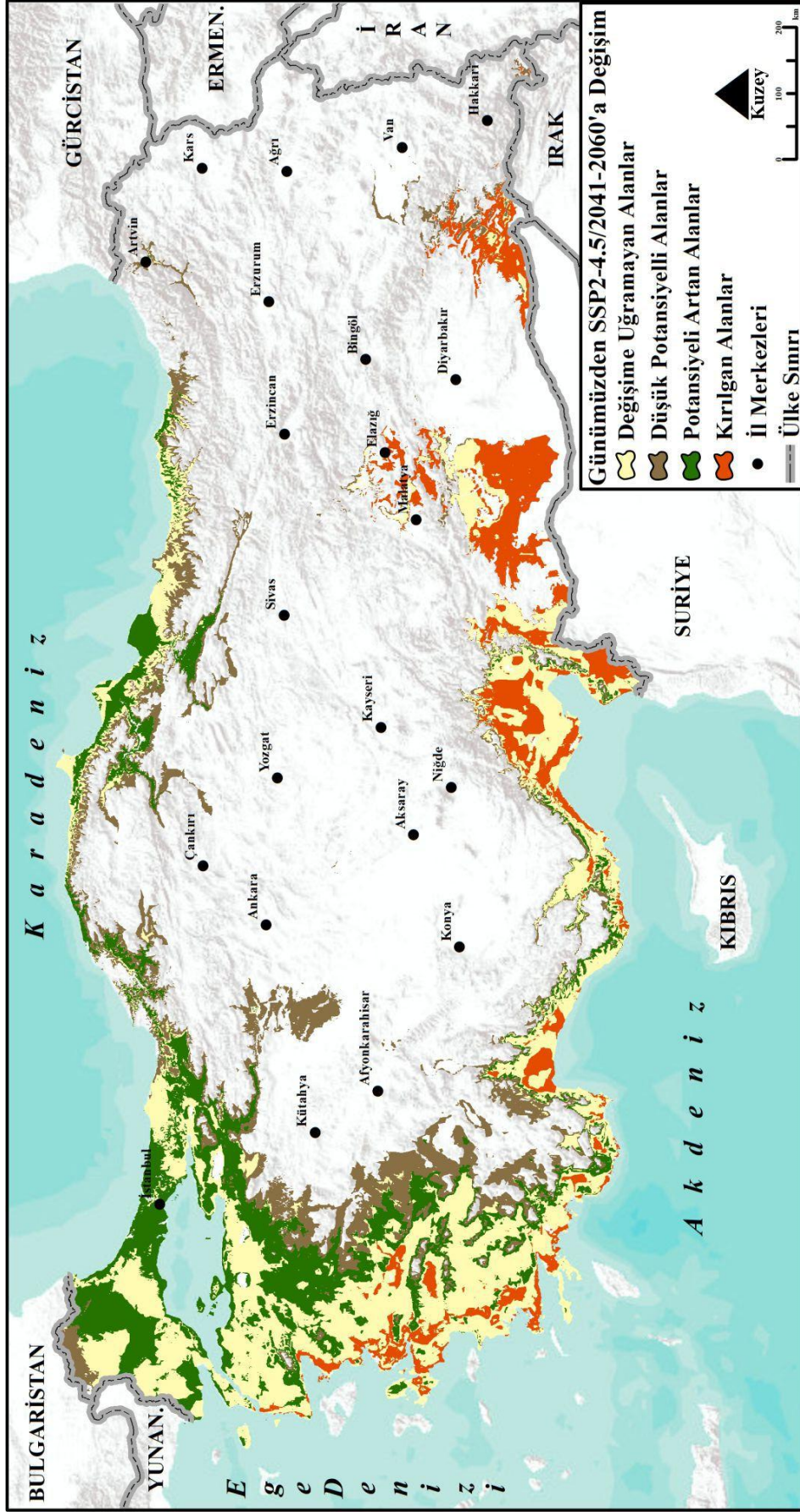
SSP5-8.5 senaryosu 2041-2060 döneminde yayılış gösteren kırılğan alanlar ile SSP2-4.5 2081-2100 döneminde yayılış gösteren kırılğan alanlar büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Aynı şekilde kuzey bölgelerdeki uygunluk potansiyellerini artıracak alanlarda benzerlik göstermektedir (Şekil 48). SSP5-8.5 senaryosunun 2081-2100 döneminde ise kırılğanlığın görülebileceği alanların, günümüzde yetiştiriciliğin yapıldığı alanlarda ciddi oranda artabileceği dikkat çekmektedir. Bu senaryonun gerçekleşmesi durumunda Akdeniz ve Ege Bölgelerindeki zeytin alanlarının çok büyük kırılğanlık riski ile karşı karşıya kalabileceği düşünülmektedir. Öte yandan kötüleşen iklim koşulları Türkiye'nin batı ve güney bölgelerinde olumsuz etkiler yaratırken, bu durum Karadeniz Bölgesi için bir avantaj sağlayabilir. Çünkü senaryonun öngördüğü iklim değişiklikleri, Karadeniz kıyısı boyunca uygun potansiyelli alanların artabileceğine işaret etmektedir. Marmara Bölgesi'nde ise bölgenin kuzey kısmında potansiyel artışlar öngörülse de güney kısmında daha çok değişime uğramayacak alanların varlığı dikkat çekmektedir (Şekil 49).

MIROC6 Modeli Kapsamında İnceleme:

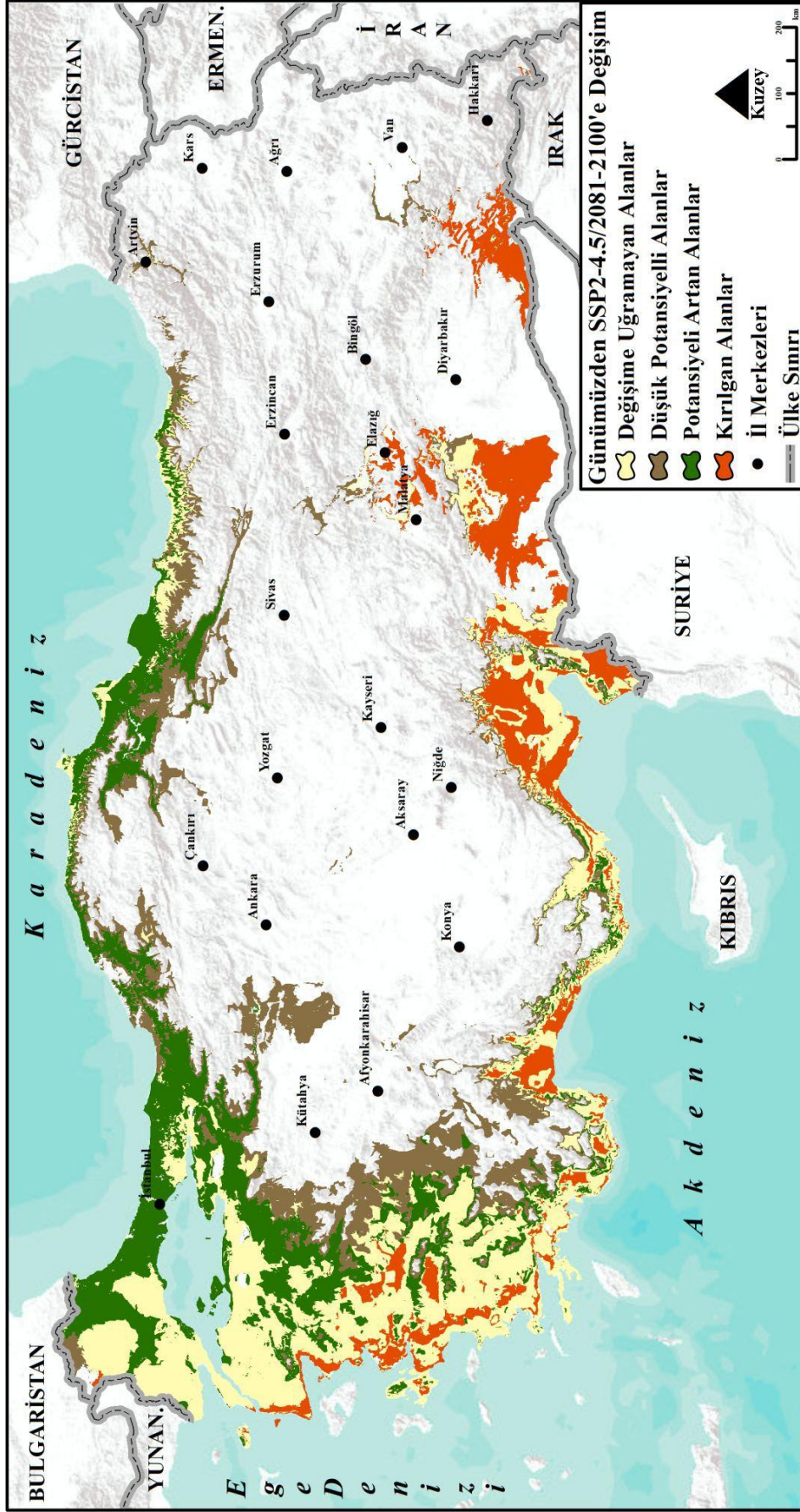
MIROC6 modelinin SSP2-4.5 senaryosuna göre, 2041-2060 dönemi için öngörülen iklim şartları altında, kırılğan özellik gösterecek alanların Türkiye topraklarının yaklaşık %5'ini kaplayabileceği, buna karşın %7,3'lük bir alanın uygunluk potansiyelini artırabileceği tahmin edilmektedir. Kırılğan özellik göstermesi tahmin edilen alanların 2081-2100 yılında ise yaklaşık %6, potansiyelini arttıracak alanların ise %8 olabileceği öngörülmektedir (Çizelge 30).

Çizelge 30. Günümüzden SSP2-4.5 (MIROC6) 2041-2060 ve 2081-2100 Dönemlerine Değişim

Değişim Sınıfları	SSP2-4.5/2041-2060		SSP2-4.5/2081-2100	
	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%
Uygun Olmayan Alanlar	532.832	69,4	516.798	67,3
Değişime Uğramayan Alanlar	93.853	12,2	89.719	11,7
Düşük Potansiyelli Alanlar	46.563	6,1	54.930	7,2
Potansiyeli Artan Alanlar	55.834	7,3	61.173	8,0
Kırılğan Alanlar	38.516	5,0	44.978	5,9
Toplam	767.598	100,0	767.598	100,0



Şekil 50. Günümüzden SSP2-4.5 (MIROC6) 2041-2060 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı



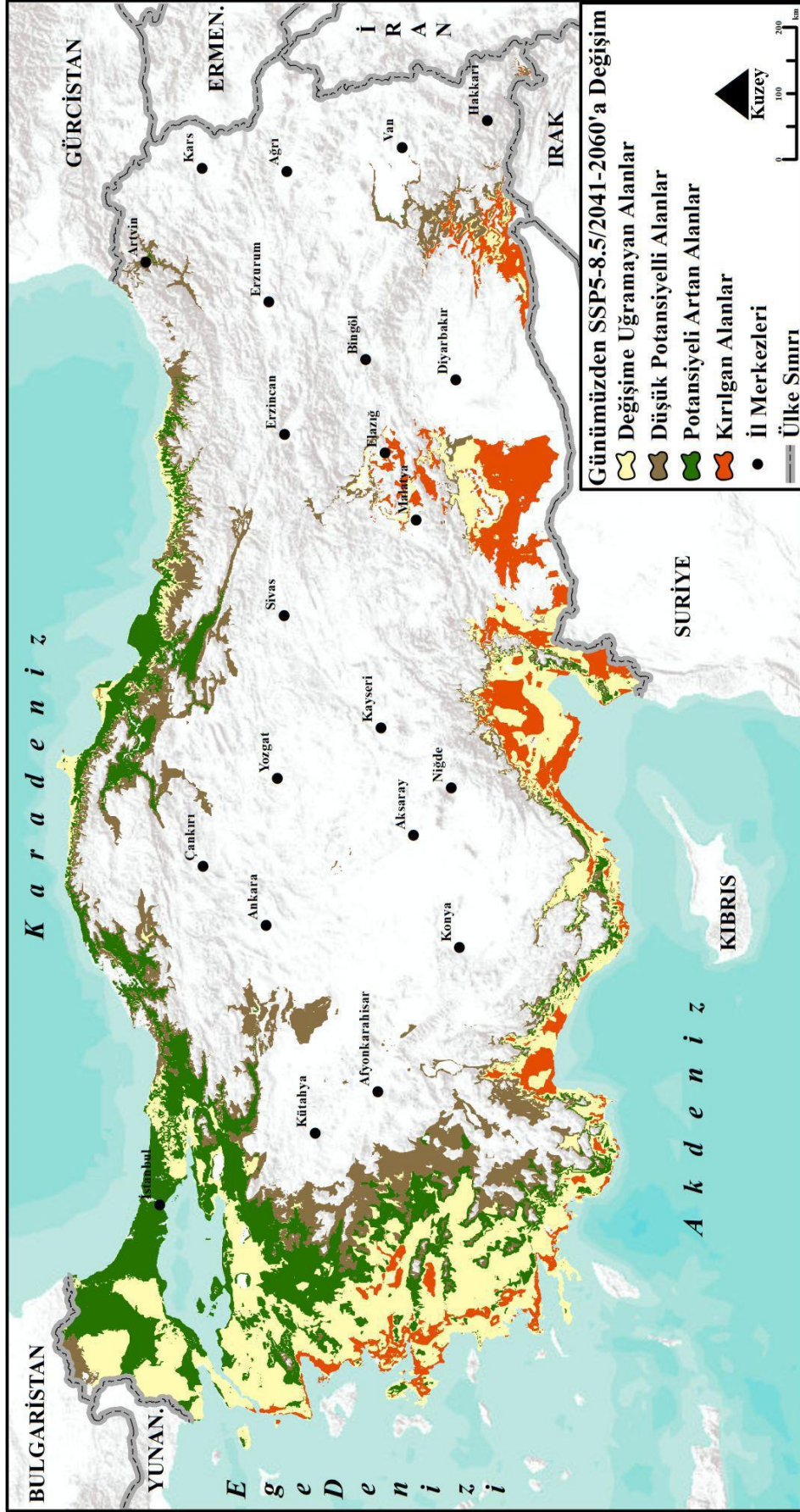
Şekil 51. Günümüzden SSP2-4.5 (MIROC6) 2081-2100 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı

MIROC6 modelinin SSP2-4.5 senaryosunun 2041-2060 dönemi için kırılğan özellik sergileyebilecek alanların yayılışına bakıldığında, bu alanların özellikle Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Öte yandan uygunluk potansiyelini artıracak alanların büyük ölçüde Marmara Bölgesi'nde yayılacağı, Ege ve Karadeniz Bölgelerinde ise bu tür alanların daha sınırlı olacağı dikkat çekmektedir (Şekil 50). Orta-iyimser senaryonun 2081-2100 döneminde ise kırılğan özellik gösterebilecek alanların Akdeniz Bölgesi'nde daha fazla artabileceği, zeytin yetiştiriciliği için uygunluk potansiyelini artıracak alanların ise Karadeniz kıyı kuşağında daha belirgin hale gelebileceği öngörülmektedir. Ayrıca, Güney Marmara ve Trakya'nın belirli kesimleri ile Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde değişime uğramayacak alanların önemli yer tutabileceği belirlenmiştir (Şekil 51).

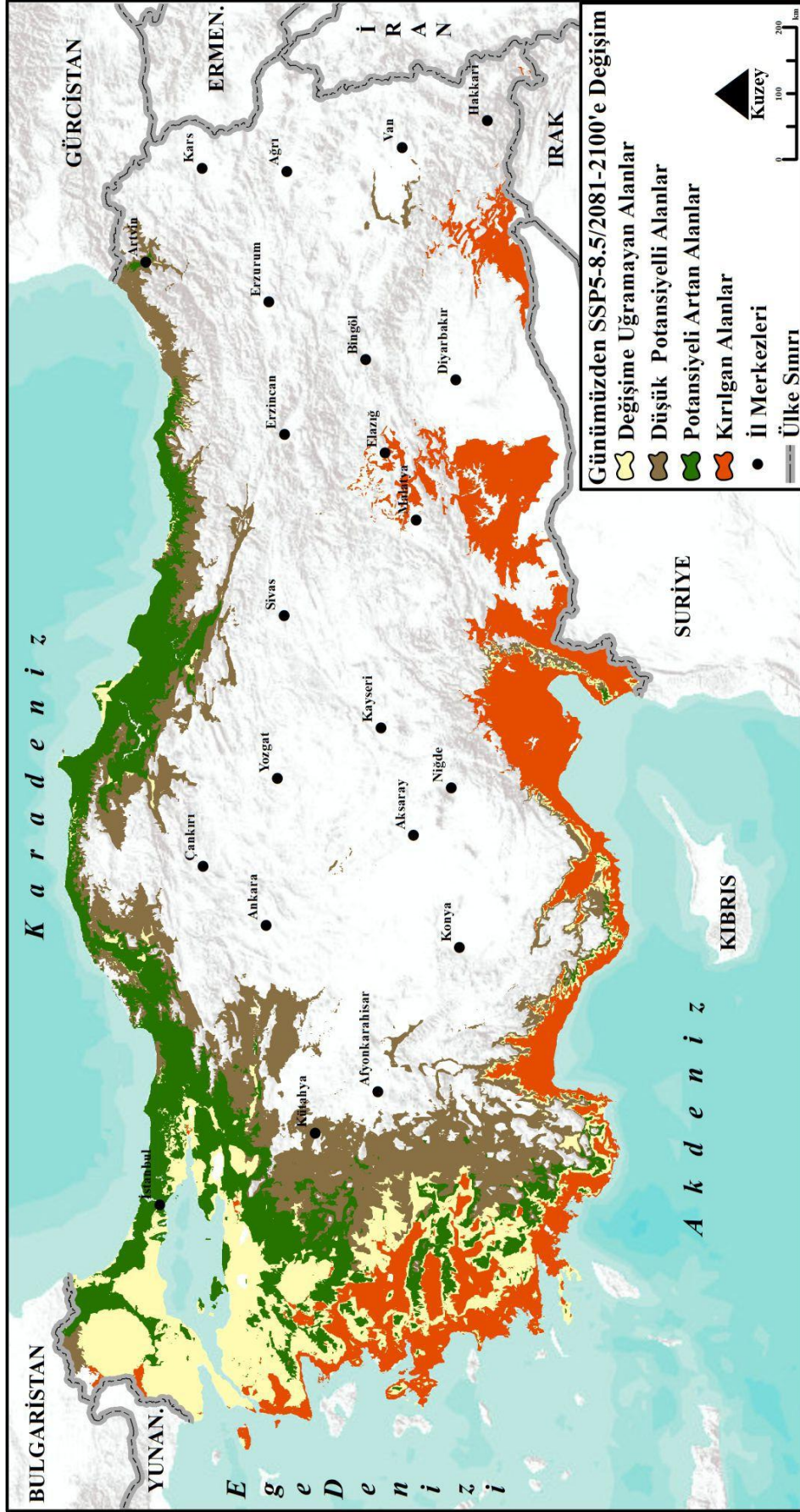
Aynı modelin kötümser senaryosu olan SSP5-8.5 senaryosunun 2041-2060 ara döneminde ise kırılğanlığa açık olacağı düşünülen alanların ülke topraklarının yaklaşık %5'ine, potansiyeli artacak alanların ise %9'una, değişime uğramayacak alanları ise %12'sine karşılık gelebileceği tahmin edilmektedir. 2081-2100 döneminde ise kırılğanlığa müsait alanların önemli ölçüde artarak ülke topraklarının %11'ine karşılık gelebileceği, potansiyelini artıracak alanlarda ise önemli değişim olmayacağı ve bu alanların yine ülke topraklarının %9'una karşılık gelebileceği, değişime uğramayıp varlığını sürdürebilecek alanların ise %8'ine karşılık gelebileceği belirlenmiştir (Çizelge 31).

Çizelge 31. Günümüzden SSP5-8.5 (MIROC6) 2041-2060 ve 2081-2100 Dönemlerine Değişim

Değişim Sınıfları	SSP5-8.5/2041-2060		SSP5-8.5/2081-2100	
	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%
Uygun Olmayan Alanlar	518.538	67,6	479.989	62,5
Değişime Uğramayan Alanlar	90.137	11,7	59.934	7,8
Düşük Potansiyelli Alanlar	54.836	7,1	76.559	10,0
Potansiyeli Artan Alanlar	66.545	8,7	66.819	8,7
Kırılğan Alanlar	37.541	4,9	84.297	11,0
Toplam	767.598	100,0	767.598	100,0



Şekil 52. Günümüzden SSP5-8.5 (MIROC6) 2041-2060 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı



Şekil 53. Günümüzden SSP5-8.5 (MIROC6) 2081-2100 Dönemine Değişimin Mekânsal Dağılışı

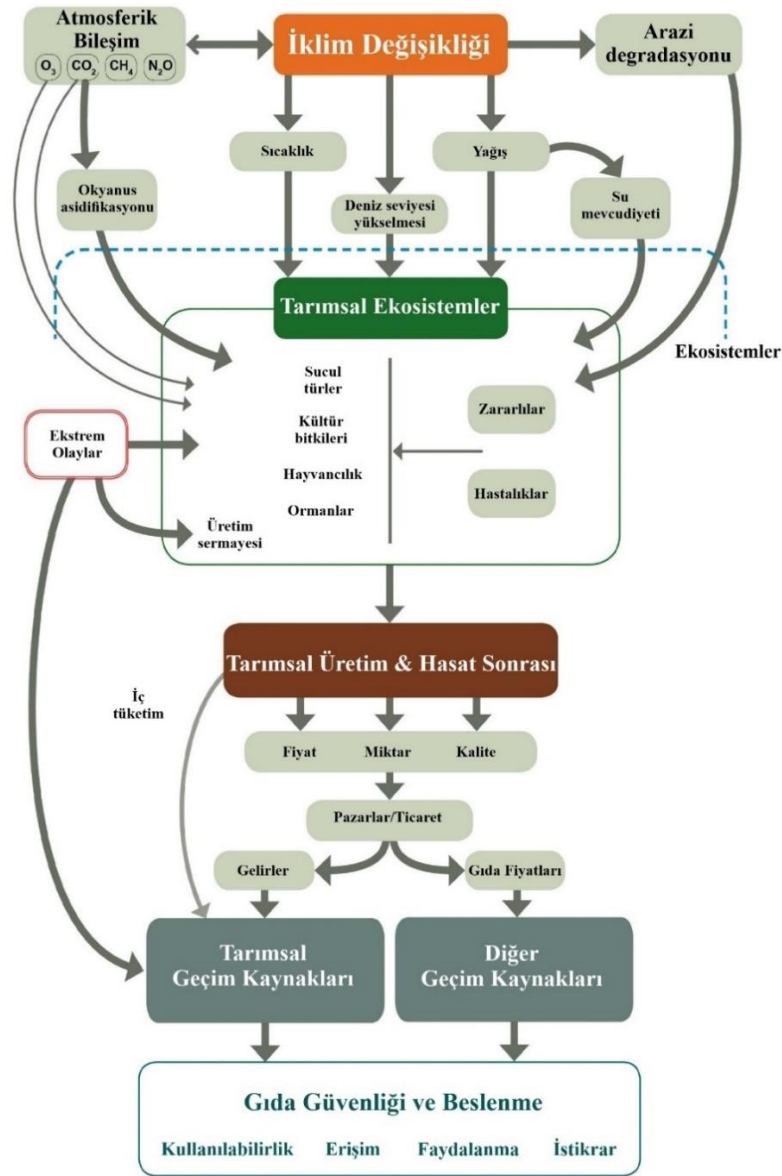
MIROC6 modelinin SSP5-8.5 senaryosunun 2041-2060 döneminde kırılğan olarak değerlendirilen alanlar, özellikle Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yayılış göstermektedir. Potansiyelinin artacağı düşünülen alanlar ise büyük ölçüde Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde yer almaktadır. Marmara Bölgesi'nde, Balıkesir, Bursa, İstanbul, Kırklareli, Sakarya ve Yalova bu tür alanların en belirgin örnekleridir. Karadeniz Bölgesi'nde ise Bartın, Düzce, Samsun, Sinop ve Zonguldak potansiyeli artacak alanlar için örnek teşkil etmektedir (Şekil 52). 2081-2100 döneminde ise günümüzde Akdeniz Bölgesi'nde zeytin yetiştiriciliği için uygun olan alanların neredeyse tamamı kırılğanlık tehlikesi altına girebileceği tahmin edilirken, Ege Bölgesi'nin ise özellikle kıyı kesimi kırılğanlık riski altındaki alanlar olarak öne çıkmaktadır. Potansiyelini artıracak alanlar ise özellikle Karadeniz kıyı kuşağı boyunca önemli bir yayılış alanı göstermektedir. Marmara'nın iç kesimlerinde ise Balıkesir, Bursa ve Bilecik bu tür alanlara örnek olarak verilebilir (Şekil 53).

4.8. Değişen İklim Koşulları Altında Sürdürülebilir Zeytin Tarımı için Hangi Uyum Önerilerinde Bulunulabilir?

Jeolojik dönemlerde iklim parametrelerinde ortaya çıkan doğal değişkenlikler birçok türün yok olmasına neden olurken, ekosistemlerde de önemli değişikliklere sebep olmuştur. Sanayi Devrimiyle beraber insan faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan gazlar nedeniyle atmosferde mevcut bulunan gazların miktarında önemli değişiklikler kaydedilmiştir. Bunun yanı sıra artan nüfusla beraber şehirleşmenin artması, arazi örtüsündeki değişiklikler, orman tahribatı, betonarme yapılardaki artış ve yoğun trafik kullanımı gibi birçok faktör zaman içinde iklim parametrelerinde değişikliklerin kaydedilmesine neden olmaktadır. İklim sistemindeki doğal değişikliklerin yanında tüm bu yaşananlar literatüre insan kaynaklı (antropojenik kaynaklı) iklim değişikliği olarak adını yazdırmıştır.

İklim birçok sektörü doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. İklim değişikliği nedeniyle başta tarım olmak üzere hayvancılık, balıkçılık, ormancılık gibi birçok faaliyet alanı doğrudan etkilenmektedir. İklim parametrelerinde gözlenen değişiklikler (özellikle sıcaklık ve yağış) tarımsal üretim üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır. Dünyanın çeşitli bölgelerinde artan sıcaklıklar nedeniyle tarımsal ürünlerin fenolojilerinde değişiklikler ortaya çıkmakta, yağışlardaki azalma nedeniyle ürünler su stresi yaşamakta ve sulamaya olan ihtiyaç artmaktadır. Tarımsal ürünlerin fenolojik değişimleri ve kurak şartlarda tarımsal arazilerin sulanmaması, ürünlerin

verimlerinde azalmaların ve dalgalanmaların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bununla beraber değişen iklim şartları altında aşırı iklim olaylarının sıklığının ve şiddetinin artması tarımsal üretim açısından da önemli bir zorluktur. Yine değişen iklim koşulları altında türlerin zararlıları ve hastalıkları için uygun ortamlar oluşabilmekte ve bu durum üretilen ürünler üzerinde olumsuz etkiler yaparak ürünün miktarında ve kalitesinde düşüşlerin yaşanmasına neden olabilmektedir.



Şekil 54. İklim Değişikliğinin Gıda Güvenliği ve Beslenme Üzerindeki Etkileri

Kaynak: Food and Agriculture Organization. (2015). *Climate change and food security: risks and responses*. <http://www.fao.org/3/a-i5188e.pdf>

Tarım, ekonomik kalkınmayı şekillendiren önemli bir faaliyettir. Bu nedenle iklim değişikliği etkisiyle tarım sektörünün olumsuz yönde etkilenmesi, ilk üreticiden son tüketiciye kadar zincirdeki her halkanın bu durumdan olumsuz etkilenmesi

anlamına gelmektedir. Tarımsal ürünlerdeki rekolte kayıplarının ya da rekolteelerde sürekli dalgalanmaların yaşanması, arz-talep dengesi göz önüne alındığında talepleri karşılama konusunda yetersiz kalabilir. Ayrıca ürün miktarındaki azalma veya miktardaki sürekli dalgalanma nedeniyle ürünlerde fiyat istikrarı oluşturulamaz. Bitkilerin fenolojik isteklerine cevap veremeyen iklim koşulları, ürünlerin kalitesinde de olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olur. Tüm bu yaşananlar gelecekte gıda güvenliğini ve beslenmeyi tehdit etmektedir. Bu sürecin tamamına Şekil 54'te yer verilmiştir.

İklim değişikliğinin tarımsal üretim dolayısıyla gıda güvenliği ve beslenme üzerindeki etkisini en aza indirmek için iklim değişikliğine uyum (adaptasyon) son derece büyük önem taşımaktadır. Çünkü uyum iklim değişikliğinin gıda üretimi üzerindeki etkilerinin gelecekteki şiddetini şekillendirecek önemli bir etkidir. Gelecekte ortaya çıkabilecek potansiyel iklim risklerini etkili bir şekilde yönetmek ve olumsuz iklim koşullarına karşı mahsul tepkilerini belirlemek tarımın sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Bu nedenle tarım sektörü içerisindeki tüm paydaşlar iklim değişikliğine karşı bilinçlendirilmeli ve gerekli uyum önlemleri için ortak aksiyonların alınması gerekmektedir.

Zeytin büyük ekonomik öneme sahip ticari bir üründür. Geleneksel olarak yağmurla beslenen koşullar altında yetişen zeytinin büyümesi ve gelişimi esas olarak atmosferik koşullar tarafından yönetilmektedir. Hava sıcaklıkları ve suyun mevcudiyeti zeytin ağacından elde edilen ürünün gelişimine etki ettiği gibi ürünün verimine ve kalitesine de etki etmektedir. Değişen iklim koşullarıyla birlikte zeytin yetiştiriciliği de tehdit altında kalmaktadır. Bu çalışmada elde edilen bazı model bulguları göz önüne alındığında, günümüzde zeytin yetiştiriciliği için uygun olan belirli alanların gelecekte uygunluğunu kaybedebileceği ve daha önce uygun olmayan bazı alanların ise gelecekte uygun alanlara dönüşebileceği görülmektedir. Bu nedenle hem mevcut zeytin alanlarını iklim değişikliği risklerine karşı korumak hem de yeni oluşturulacak zeytin plantasyonları için uyum stratejilerinin belirlenmesi ve bu stratejilerin zeytincilik sektöründeki ilgili paydaşlarca dikkate alınması ve uygulanması ülkemizdeki zeytincilik faaliyetlerinin sürdürülebilir olması için büyük önem arz etmektedir. Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda zeytin bitkisinin ticari olarak sürdürülebilmesi için Şekil 55'te yer alan uyum stratejileri belirlenmiştir. Uyum stratejilerinin belirlenmesi ve uygulamaya konulması aslında bir disiplin ya da

bir kurum tarafından gerçekleştirilebilecek bir süreç değildir. Bu süreç tüm paydaşların ve uzmanların katılımlarıyla multidisipliner çalışmalar gerektiren bir iştir. Aynı zamanda uyum stratejileri kısa vadeli uygulamaları içerdiği gibi uzun vadeli uygulamaları da içermektedir. Uyum stratejileri kapsamlı ve nispeten zor bir süreç olmakla birlikte bu stratejilerin uygulanması ve doğru yönetimi, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri karşısında özellikle yetiştiricilere avantaj sağlayarak ilgili sektörlerin pazar içerisinde tutunmasına ve arz-talep dengesinin korunmasına önemli ölçüde etki edecektir.



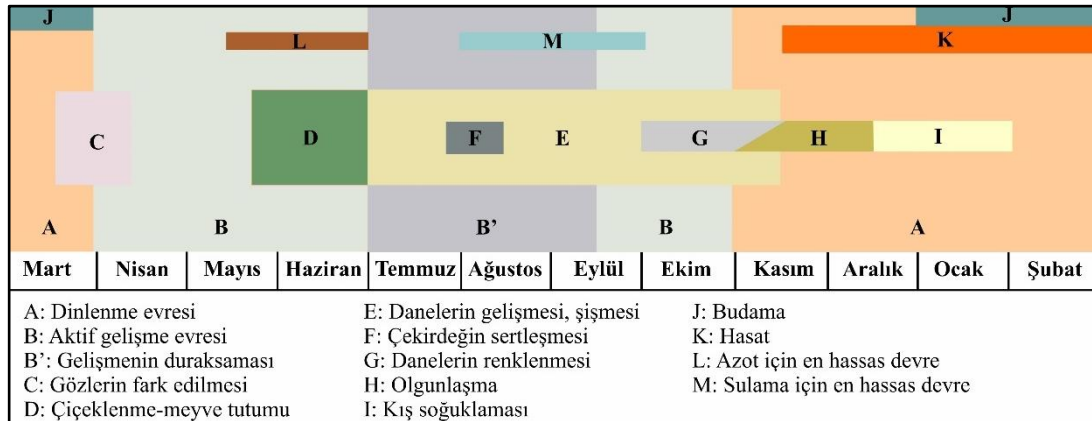
Şekil 55. Zeytinin Ticari Olarak Sürdürülebilirliği için Gerekli Olan Uyum Stratejileri

4.8.1. Sulama Yönetimi

Zeytin uzun yıllardan beri geleneksel yöntemlerle ve yağmurla beslenen koşullar altında yetiştiriciliği yapılan, Akdeniz Havzası'nın en önemli ticari ürünlerinden biridir (Ghrab vd., 2013, s. 1; Marino vd., 2016, s. 299; Fraga vd., 2020, s. 1). Zeytin ağacı kurak koşullara iyi uyum sağlamış kserofit karakterli bir bitkidir (Ponti vd., 2014, s. 5598). Ancak zeytin ağacı her ne kadar kuraklığa dayanıklı bir tür olsa da gelecek yıllarda su stresiyle karşı karşıya kalabileceği gelecek iklim senaryolarıyla tahmin edilmektedir. Tanasijevic vd., (2014), gelecek yıllarda kuraklığın sıklığının ve şiddetinin artması sonucunda, Akdeniz Havzası'nda sulama ihtiyacının ortalama %18,5'lik bir artışa neden olacağı ve geleneksel olarak yağmurla beslenen koşullar altında gerçekleştirilen zeytincilik faaliyetlerinin güçleşeceğini belirtmektedir. Fraga vd., (2020), 2080 yılına kadar ortalama sıcaklıklarda 2°C'ye

kadar artışın yaşanabileceğini, potansiyel evapotranspirasyonda 40 mm ile 50 mm civarında artışın olabileceğini, yağışlarda ise 80 mm ile 90 mm civarında düşüşün gözlenebileceğini ifade etmektedir. Hesaplanan bu artış ve azalış öngörülerinin zeytin veriminde %15 ile %20'lik azalışa neden olabileceği vurgulanmaktadır. Yine aynı çalışmada gelecekteki sıcak ve kurak koşullarda sulamanın, zeytin yetiştiriciliği için önemli bir iklim değişikliği stratejisi olabileceği söylenmektedir. Çünkü zeytin ağacı sulamaya oldukça olumlu cevaplar vermektedir (Tognetti vd., 2006, s. 356; Carr, 2013, s. 7) ve gerçekten de gelecekte yaşanabilecek iklim koşulları altında zeytinin mahsul veriminin korunmasında en önemli uyum stratejilerinden biri sulama yönetimidir (Branquinho, Rolim ve Teixeira, 2021, s. 6).

Zeytin ağacı yıllık yaklaşık 700-800 mm yağışa ihtiyaç duymaktadır (Pekcan, 2016, s. 39) ve tür için yıllık yağışın alt sınırı 350 mm civarındadır (Ponti vd., 2014, s. 5598). Yıl içerisinde bu seviyenin altında yağış değerlerinin alınması suyun sulama suyu şeklinde ağaçlara verilmesini zorunlu kılmaktadır. Yaklaşık 350 mm civarının altında yağış değerlerinin görülmesi ve mahsulün sulanmaması tür üzerinde stres yaratarak önemli problemlerin yaşanmasına neden olmaktadır. Özellikle de bitkinin büyüme dönemlerinde yaşanan su stresi bitkinin büyümesi ve meyve gelişimini olumsuz yönde etkileyerek önemli verim kayıplarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Şekil 56'te Akdeniz Havzası'nda yayılış gösteren zeytin ağacının yıllık büyüme ve gelişme evreleri yer almaktadır.



Şekil 56. Akdeniz Havzası'nda Zeytinin Yıllık Gelişme Evreleri

Kaynak: Pansiot, P.F., and Rebour, H. (1964). *Zeytincilikte gelişmeler*. (Çev: S. Aksu ve S. Kantar). İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası. López-Villalta, L. and Munoz-Cobo, M. (1997). Yetiştirme teknikleri. *Dünya zeytin ansiklopedisi* içinde (s. 147-194). Uluslararası Zeytinyağı Konseyi.

Sulama zamanının doğru seçilmesi, zeytin ağaçlarına sağlanan suyun miktarından daha önemli bir faktördür (Kaya, 2006a, s. 75). Zeytin ağacının suya en çok ihtiyaç duyduğu dönemler; çiçeklenme, meyve tutumu ve meyve büyüme dönemindeki hücre genişlemesi dönemleridir. Çiçeklenme ve meyve tutumunun gerçekleştiği mayıs-haziran aylarında, çekirdeğin sertleşmeye başladığı temmuz-ağustos aylarında toprak neminin yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Toprak neminin yeterli düzeyde olmaması durumunda ise sulamanın yapılması zorunludur. Bu dönemlerde bitkinin su stresi çekmesi mahsulün verimini azalttığı gibi nitelik ve niceliğinin de kötüleşmesine neden olur (Efe vd., 2011, s. 214, 216). Meyve tutumu sırasında yaşanan su stresi o yılın mahsulüne olumsuz etki edebileceği gibi gelecek yılın verimine de etki ederek periyodisiteyi (alternans) artırmaktadır (Çizelge 32).

Renk değişiminden sonra zeytin hasat edilinceye kadarki süreçte bitkinin su ihtiyacı şiddetlenmektedir. Çiçeklenme aşamasında ise sulamanın azot alımını kolaylaştırması sebebiyle zeytin ağacı suya oldukça duyarlıdır. Kasım ayından başlayıp şubat ve mart aylarına kadar süren kış dinlenmesi sürecinde zeytin ağacındaki vejetasyon faaliyetleri en düşük seviyededir. Kış dinlenmesi döneminde genel olarak topraktan buharlaşma yoluyla ve bitkinin terlemesi yoluyla su kaybı dışında bir kayıp görülmemektedir (Kaya, 2006a, s. 75). Kış ve sonbahar ayları toprağın su depolaması için önemli aylardır. Bu aylarda toprakta depo edilen su, sürgün gelişimi ve dalların büyümesi için kullanılmaktadır. Sürgün gelişimi sırasında yeterli su sağlanmazsa sürgün gelişimi yavaşlar veya hiç gerçekleşmez. Ayrıca gelecek yılın mahsulü de etkilenerek periyodisite artar. Nisan ve mayıs aylarında somak oluşumu ile çiçeklenme meydana gelir. Haziran ayında ise meyve tutumu gerçekleşir. Meyve tutumu sırasında su stresi yaşanması durumunda erken dane dökümü gerçekleşebilir veya mahsul olduğu gibi aşağıya inebilir (Varol, 2006, s. 53). Bu nedenle kış ve ilkbahar yağışlarının yeterli seviyede olması, haziran dökülmelerini azalttığı gibi dane tutum oranını da artırmaktadır (Pekcan, 2016, s. 38). Toprak nemi yeterli seviyede ise çiçeklenme ve meyve tutumu dönemlerinde toprağın sulanması pek tavsiye edilmemektedir. Çünkü fazla sulama hem topraktaki besin maddelerinin yıkanmasına neden olur hem de yüksek nem dolayısıyla ortaya çıkan sis etkisi nedeniyle dölllenme engellenebilir (Pansiot ve Rebour, 1964, s. 144). Ancak yağışların geç veya yetersiz seviyede düşmesi sulamayı zorunlu kılmaktadır.

Çizelge 32. Zeytinin Büyüme Dönemleri ve Su Stresinin Bitki Üzerindeki Etkileri

Fenolojik Olay	Dönem	Su Stresinin Etkileri
Vejetatif Büyüme	Yaz Sonu-Sonbahar	Çiçek tomurcuklarının ve gelecek sezonun sürgünlerinin zayıf gelişimi
Çiçek Tomurcuğu Oluşumu	Şubat-Nisan	Çiçek tomurcuğu azalır
Çiçeklenme	Mayıs	Verimli çiçeklerde azalma
Meyve Tutumu	Mayıs-Haziran	Meyve tutumu azalır, periyodisite artar
Meyve Büyümesi	Haziran-Temmuz	Hücre bölünmesi azalır, meyve hacmi küçülür
Meyve Genişlemesi	Ağustos-Hasat	Hücre uzaması azalır, meyve küçülür.
Yağ Birikimi	Temmuz-Hasat	Meyve yağ oranı azalır

Kaynak: International Olive Council. (2007). Production techniques in olive growing. Spain: Artegraf, S. A.

Sulama, mahsuldeki et çekirdek oranını artırırken meyvedeki kuru madde yüzdesini azaltmaktadır. Bu nedenle sulama yapılan ağaçlardan elde edilen mahsullerin yağ oranı sulanmayan ağaçlardan elde edilen yağ oranından yüksektir (Kaya, 2006a, s.76). Yağlık zeytinlerde yağ oluşumu ekim ve kasım aylarında en yüksek düzeydedir. Bu aylarda nemin yeterli seviyede olması yağın niteliği ve niceliği bakımından önemlidir (López-Villalta ve Munoz-Cobo, 1997, s. 168). Yağlık zeytin üretiminde meyve tutumu ve yağ birikimi aşamaları su stresinden kaçınılması gereken dönemlerdir. Haziran sonu ve temmuz başında gerçekleşen meyve oluşumunun başlangıcında uygulanan sulama yağ verimini artırmaktadır. Marra vd. (2016), sulamanın belirli bir seviyeye kadar artırılmasının yağ verimini de artırdığını, fazla sulamanın ise zeytinyağı kalitesini azalttığını tespit etmiştir. Sulanan ve yağışa bağlı olarak yetiştiriciliği yapılan zeytin ağaçlarından elde edilen zeytinyağlarının duyuşal ve kimyasal özelliklerinin farklı olduğu belirlenmiştir (Sevim, Varol ve Köseoğlu, 2022, s. 424). Örneğin; sulanan zeytinlerden elde edilen yağlara göre geleneksel olarak yağmurla beslenen koşullar altında yetişen zeytinlerden elde edilen yağlar, daha az acı ve daha keskin bir tat sunmaktadır (Carr, 2013, s. 5). Su stresi altındaki zeytinliklerden üretilen yağların duyuşal özelliklerinde keskin acılık ve fenolik madde miktarında artış meydana gelmektedir (Mailer ve Ayton, 2011, s. 63; Fernandes-Silva vd., 2013, s. 45).

Sofralık zeytin üretiminde su stresi açısından en kritik evrelerin meyve tutumu, hücre bölünmesi ve genişlemesi evrelerinde olduğu ileri sürülmektedir (Ayaz ve Varol, 2015, s. 38). Sofralık zeytinler yağlık zeytinlere kıyasla daha iri daneli olduklarından su ihtiyaçları daha fazladır (Pansiot ve Rebour, 1964, s. 143). Sofralık zeytin çeşitlerinde çekirdek sertleşmesi evresindeki su stresi, yağlık zeytin çeşitlerine göre daha az ve daha kısa olmalıdır (International Olive Council, 2007, s. 189). Sulama, çekirdeğin oluşumu sırasında ihtiyaç duyacağı suyu karşılar ve danenin irileşmesini sağlayarak mahsulün sofralık değerini artırır (Alper, 2006, s. 36; Pekcan, 2016, s.38). Sofralık zeytinlerdeki dane iriliği ticari açıdan önem taşımaktadır.

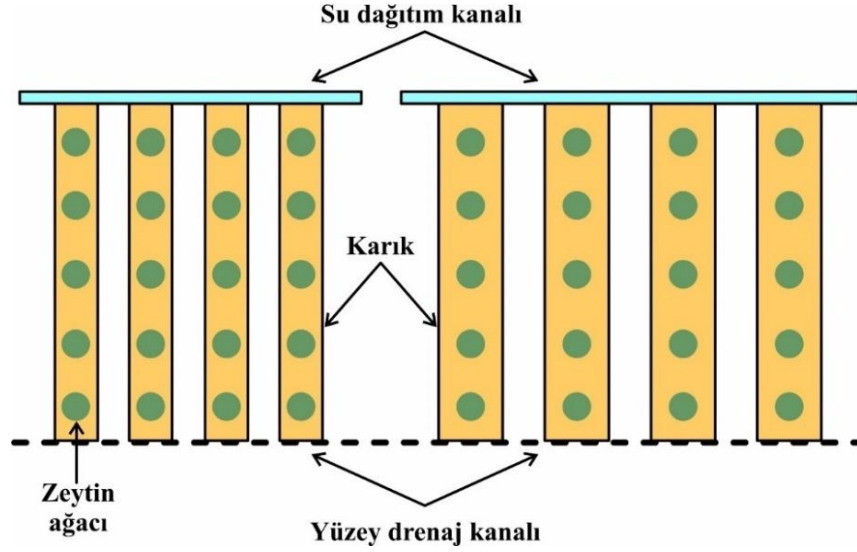
Su stresi zeytin ağacı ve mahsulü üzerinde farklı olumsuzluklara yol açtığı gibi aşırı miktarda sulanma yapılması da istenmeyen problemlerin ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir. Aşırı sulama; toprağın yeterli miktarda hava almasını engelleyerek kök çürümesine ve zayıflamasına, toprakta süzülme kayıplarının yaşanmasına, bitkinin yeterli miktarda su ve besin maddesi alamamasına neden olur. Bu nedenle aşırı sulama, yapraklarda solgunluk, sararma ve dökülme, sık yapraklanma, kısa boylu ve ensiz yaprakların oluşması ve bazı fungal (mantar) hastalıklarının ortaya çıkması gibi olumsuzlukların yaşanmasına ortam hazırlayabilir (Kösetürkmen, 2020, s. 47). Zeytin ağacı fazla suyu yönetmek için fazladan enerji harcar ve bu durum meyve oluşumunu etkileyebilir. Dolayısıyla zeytin ağacından elde edilen mahsulün verimi ve kalitesi düşebilir.

Zeytin yetiştiriciliğini verimli kılmak adına uygun sulama yöntemlerinin kullanılması önemlidir. Öte yandan doğru sulama yönteminin seçimi, su tasarrufu sağlanmasında da etkili olmaktadır. Sulama ihtiyacının ortaya çıktığı mevsimlerde doğru sulama yöntemi tercih edilmezse, üretilen mahsulde verim ve kalite düşüklüğü görülebilirken, doğrudan zeytin ağaçlarının sağlığı üzerinde de olumsuz etkiler oluşabilir. Sulama yöntemlerinin seçimi iklim şartları, toprak yapısı, su kaynakları ve çiftçinin tercihi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Gelecek iklim koşulları altında su kaynaklarının doğru kullanımı büyük önem arz ettiğinden, sulama yönteminin yetiştiriciliğin yapıldığı yerel koşullara en uygun şekilde seçilmesi önemlidir. Günümüz zeytin yetiştiriciliğinde geleneksel ve modern yöntemlerle sulama faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Zeytin sulamada kullanılan yöntemler;

Salma Sulama: Geleneksel bir sulama yöntemi olan salma sulama, daha çok az eğimli arazilerde tercih edilmektedir. Bu yöntemle toprak yüzeyine yayılan su

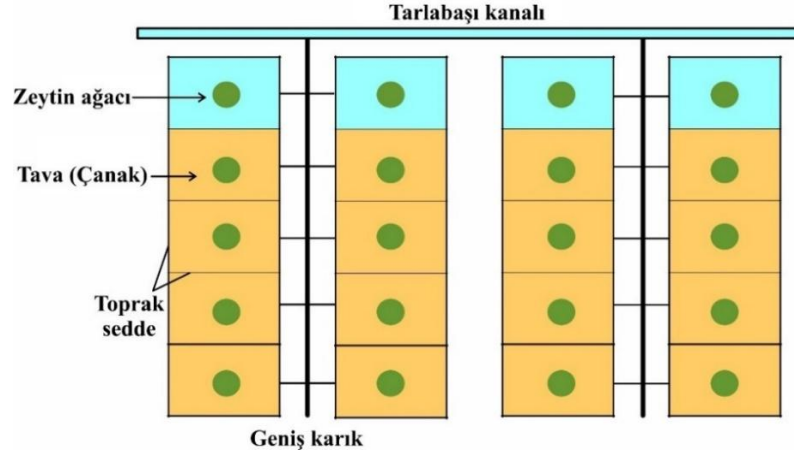
yeraltına sızar ve bitkinin su ihtiyacını karşılar. Bu yöntemle yapılan sulamada su kayıpları son derece yüksektir (Kaya, 2006a, s. 78).

Karık Sulama: Sıra ile dizilen zeytin ağaçları arasında açılan karık adı verilen yüzlek kanallara su verilmesi ile gerçekleştirilen sulama yöntemidir (Özilbey, 2020, s. 105). Karık sulama yöntemi ile su karıklar boyunca ilerlerken aynı zamanda infiltrasyon yoluyla toprak altına sızar ve ağaç tarafından depolanır. Bu geleneksel sulama yönteminde de su zayıyatı oldukça yüksektir (Şekil 57).



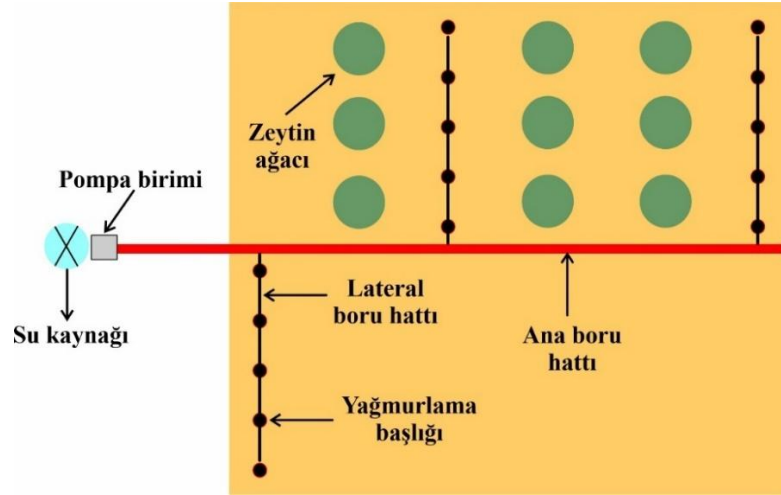
Şekil 57. Zeytin Ağaçlarının Karık Sulama Yöntemi ile Sulanması

Tava (Çanak) Sulama: Etrafı seddelerle çevrilerek oluşturulmuş arazilerin sulanması yöntemidir. Bu sulama yöntemi, düz ve iyi derecede tesviye ile düzeltilmiş arazilerde, orta ağır ve ağır bünyeli toprakların sulanmasında uygundur. Bu yöntem aynı zamanda yağışlardan faydalanılması ve tuzlu toprakların ıslah edilmesi hususunda üstünlük sağlar (Çetin, 2012, s. 19). Zeytin ağaçlarının taç izdüşümü alanına uygun büyüklükte çanaklar açılması ve bu çanaklara su verilmesi ile sulama işlemi yapılır (Şekil 58). Sulama döneminden önce ağaç tacına uygun büyüklükte çanakların oluşturulması ve sulama dönemi sonunda bu çanakların bozulması gerekmektedir (Kaya, 2006a, s. 79)



Şekil 58. Zeytin Ağaçlarının Tava (Çanak) Sulama Yöntemi ile Sulanması

Yağmurlama: Arazide kurulacak basınçlı özel bir sistem ile suyun yağmur gibi püskürtülerek zeytin ağaçlarına verilmesi yöntemidir (Şekil 59).

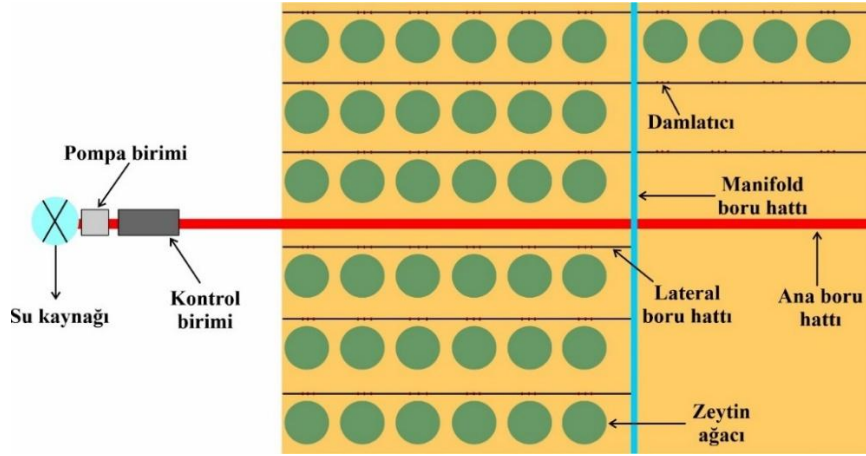


Şekil 59. Zeytin Ağaçlarının Yağmurlama Yöntemi ile Sulanması

Bu sulama yöntemi, toprağın çok hafif bünyeli olduğu ve özellikle arazide tesviye işleminin büyük bir zorluk teşkil ettiği, yüzey sulamaya uygun olmayan arazilerde uygulanır (Çetin, 2012, s. 37). Püskürtme işleminin gerçekleştirilmesi için bir sistem gerektirmesinden dolayı ilk tesis masrafı yüksektir ve enerji ihtiyacı gerektirir. Kısıtlı su kaynağı koşullarında geniş alanların sulanmasında etkili bir yöntem olduğu gibi zeytin ağacı için gerekli olan besin maddelerinin ve tarım ilaçlarının sulama suyuyla birlikte verilmesinde de etkili bir yöntemdir.

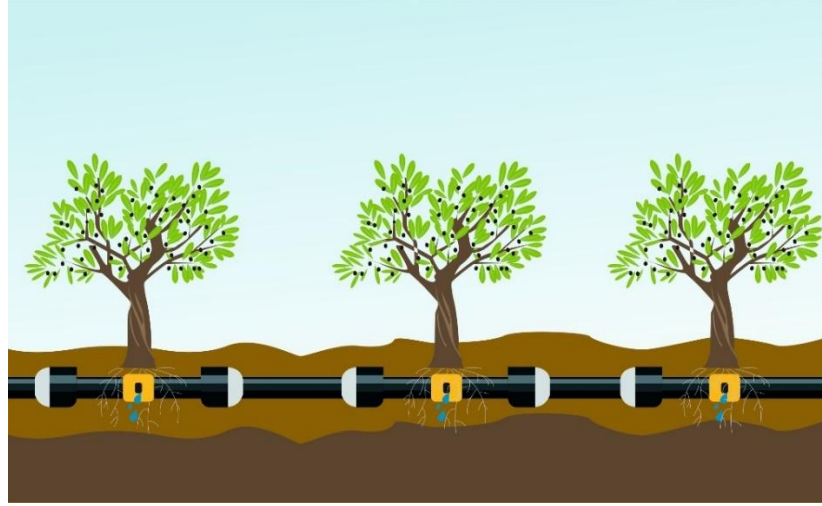
Damla Sulama: Bu sulama yöntemi ile zeytin ağacının ihtiyaç duyduğu su, kök bölgesine damlatıcılar yardımıyla damlalar halinde verilmektedir (Şekil 60). Her bünyedeki topraklarda ve eğim değeri fark etmeksizin her şekildeki arazilerde uygulama imkânı sunmaktadır. Damlama yöntemi ile arazinin tamamı sulanmadığı

için su kaybı azalır ve önemli ölçüde su tasarrufu sağlanır. Sadece kök bölgesi sulandığından ve toprak üstü organların su ile teması olmadığından hastalık ve zararlıların gelişmesi önlenir, diğer yabancı otların yetişmesi ise azalır. Aynı zamanda bitkinin ihtiyaç duyduğu besin maddeleri damla sulama ile birlikte kök bölgesine verilmesinden dolayı gübrelemeden yüksek düzeyde faydalanılır (Aras, 2006, s. 51). Ancak bir sistem gerektirmesi nedeniyle ilk yatırım maliyeti yüksektir.



Şekil 60. Zeytin Ağaçlarının Damlama Yöntemi ile Sulanması

Yüzeyaltı Sulama: Toprağın altına yerleştirilen borular aracılığıyla suyun zeytin ağaçlarının kök bölgesine verilmesiyle gerçekleştirilen sulama yöntemidir (Şekil 61). Bu yöntemle suyun doğrudan köklere ulaşması sağlanır ve su kaybı en az seviyeye indirgenir. Bu sulama yöntemi kurak iklim ortamlarında yüzey damlama yöntemine göre daha avantajlıdır. Çünkü buharlaşma ve rüzgâr yoluyla su kaybı engellenmiş olur. Sulamayla beraber gübrelemenin de yapılabilir olması ve köklerin gübreleri doğrudan almasından dolayı gübreleme daha verimli olmaktadır. Yüzey altı sulamayla toprak neminin bitki örtüsünün altında tutulmasından dolayı hastalık ve zararlılarının önüne geçilir, yabancı ot gelişimi engellenir. Damlatıcı hatlarının yüzey altına gömülmesi, onları ultraviyole ışıklardan ve aşırı sıcaklıklardan koruyarak daha uzun ömürlü olmasına katkı sağlar. Damlatıcı hatların yüzey altına gömülü olması aynı zamanda yer üstünde çalışan tarım makinelerinin daha rahat hareket etmesine de olanak tanır (International Olive Council, 2007, s. 197).



Şekil 61. Zeytin Ağaçlarının Yüzey Altı Sulama Yöntemi ile Sulanması

Günümüzde kurak ve yarı kurak iklim şartları altındaki bölgelerde ve gelecekte beklenen daha sıcak ve kurak koşullar altında su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı hayati bir önem taşımaktadır. Özellikle gelecek iklim koşulları altında bazı bölgelerin yağışlarında azalmaların olacağı tahmin edilmesi nedeniyle su sıkıntılarının yaşanması kaçınılmaz bir durum olacaktır. Tarımsal faaliyetlerin su kaynaklarını önemli ölçüde tüketmesi sebebiyle tarımsal sulamada **Kısıntılı Sulama Stratejilerinin (Deficit Irrigation Strategies)** uygulanması gündemdedir. Geerts ve Raes (2009), kısıntılı sulamayı, tarımsal ürünün kuraklığa duyarlı büyüme evrelerinde sulamanın gerçekleştirildiği bir optimizasyon stratejisi olarak tanımlar. Bu uygulama ile su kaynaklarının etkili bir şekilde yönetilmesi sağlanarak tarımsal üretimin sürdürülebilir hale gelmesine olanak tanınır.

Kısıntılı sulama stratejilerinin zeytin ağaçlarına uygulanması, gelecek iklim değişikliği senaryoları karşısında zeytin yetiştiriciliğinin sürdürülebilir olmasında en iyi uyum stratejilerinden biri olduğu kabul edilir (Lorite vd., 2018, s. 257). Zeytin bahçelerinin doğru su ihtiyacının belirlenmesi kısıntılı sulama stratejilerinin başarılı olmasındaki birincil faktördür. Kısıntılı sulama, zeytinlerde su kısıntısının tüm mevsime eşit yayılmasıyla (sürekli kısıntılı sulama/sustained deficit irrigation) veya su kısıntısının planlı olarak (düzenlenmiş kısıntılı sulama/regulated deficit irrigation) bitkinin belli gelişme dönemlerine uygulanmasıyla gerçekleştirilebilir (Carr, 2013, s. 35). Her zeytin çeşidinin kuraklığa gösterdiği tolerans genotipe ve fenolojik aşamalara göre farklılık gösterdiği için kısıntılı sulamanın doğru bir şekilde yönetilebilmesi, mahsulün her büyüme aşamasına ait kuraklık stresi hakkında bilgi elde edilmesini gerektirir (Geerts ve Raes, 2009, s. 1277). Aynı zamanda bu uygulamanın başarılı

olabilmesi, yetiştiriciliğin yapıldığı arazinin toprak özellikleri ve iklim şartları gibi yerel koşulların iyi bilinmesine bağlıdır.

Çiçeklenme, meyve tutumu ve meyve büyüme dönemindeki hücre genişlemesi zeytin için en kritik evrelerdir. Bu evrelerde bitkinin su sıkıntısı çekmemesi gerekir. Bu evrelerdeki su sıkıntısının önüne geçilebilmesi adına su tutma kapasitesinin iyi olduğu derin topraklarda kış ve ilkbahar aylarında sulama yapılabilir, böylece kritik dönemlerdeki su stresinin önüne geçilerek su rezervi sağlanmış olur. Bu uygulama sürecinde de süzülme kayıplarının ve aşırı sulamanın önüne geçilebilmesi için toprağın hidrolojik özelliklerinin iyi bilinmesi ve doğru miktarda su uygulaması yapıldığından emin olmak gerekir. Sonraki aşamalarda toprak rezervi tükendiğinde sulama yapılması veya sulama yapılması mümkün değilse hücre genişlemesi evresinde ek sulama yapılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca çekirdek sertleşmesi aşamasında zeytinin suya daha az duyarlı olması nedeniyle sulamanın %50 oranında azaltılabileceği ifade edilmektedir. Ancak meyve büyüklüğünün ticari açıdan önemli bir faktör olduğu sofralık zeytin çeşitlerinin çekirdek sertleşmesi aşamasında maruz kalacağı su stresinin, yağlık zeytin çeşitlerine göre daha az ve kısa olmasına özen gösterilmelidir (International Olive Council, 2007, s. 189, 207).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde su kullanım verimliliğinin ve zeytin meyvelerinin kalitelerinin artırılmasında, kısıntılı sulama stratejilerinden düzenlenmiş kısıntılı sulama yönteminin kullanılmasının önemli olduğu doğrulanmıştır (Gholami ve Zahedi, 2021, s. 260). Ancak literatürde yer alan çalışmalarda, kısıntılı sulamanın tam sulamaya göre su tasarrufu sağlamayı başardığı, genel olarak verimde az miktarda azalmaya neden olduğu, yağ kalitesine ise faydalı olduğu açıklanmaktadır (Ben-Gal vd., 2021, s. 2). Örneğin; Motilva vd. (2000) ve Rosecrance vd., (2015), kısıntılı sulamanın “Arbequina” zeytin çeşidinde meyve yağ verimini artırdığını ifade etmiştir.

Kısıntılı sulama uygulamalarında doğru sulama yönteminin seçilmesi suyun etkili bir şekilde kullanılmasında büyük önem taşır. Dolayısıyla şartlara uygun olarak yerüstünde veya yeraltında damlama sistemlerinin kurulması ve sulamanın bu yöntemle gerçekleştirilmesi, su tasarrufunun sağlanmasında önemli bir diğer stratejidir. Bununla beraber kullanılan suyun kalitesi hem toprağı ve bitkiyi hem de sulama sistemini etkilediği için dikkat edilmesi gereken bir başka husustur. Örneğin sulamada tuzlu suyun kullanılması, toprağın su basıncını yükseltir ve bitkinin su alımını güçleştirir. Tuzlu su kullanımı, zeytin ağaçlarında sürgün büyümesini, çiçek ve

meyve sayısını etkileyerek verimliliği azaltır (Ghrab vd., 2013, s. 2). Suda bulunan yüksek mineraller veya kireç damla sulama sistemlerinde zamanla tıkanmalara neden olabilir. Bu nedenle kullanılan suyun kalitesinin bilinmesi sistem ömrünün uzatılmasına veya bakım masraflarının azaltılmasına yardımcı olur.

4.8.2. Toprak Yönetimi

Toprak yönetimi ve toprak verimliliği iklim değişikliğine uyum stratejisi olarak dikkate alınması gereken bir diğer önemli faktördür. Bu nedenle doğru toprak yönetim stratejilerinin belirlenmesi ve uygulanması zeytinciliğin sürdürülebilir olmasındaki esas etmenlerden biridir. Gelecekte toprak verimliliğinin artırılması zeytin yetiştiriciliğinde iklim değişikliğine uyum kapsamında önemli bir dayanaktır. Gelecekte öngörülen sıcak ve kurak koşulları daha fazla ağırlaştırabilecek düşük toprak derinliği, zayıf toprak yapısı, tuzluluk, alkalilik ve taşlılık gibi zeytin ağacının büyümesini ve gelişmesini zorlaştıracak pek çok faktör vardır. Bu nedenle toprağın fiziki ve kimyasal özelliklerinin iyi tanınması, doğru toprak işleme tekniklerinin kullanılması ve toprağa en uygun zeytin çeşidinin tercih edilmesi gibi birçok faktör, zeytin yetiştiricilerinin dikkate alması gereken önemli hususlardır. Bu hususların üreticiler tarafından dikkate alınmasıyla zeytin tesislerinden daha verimli ve kaliteli meyvelerin elde edilmesi ve üretilen ürünlerin ticari olarak değerinin artması beklenmektedir.

Zeytin ağacı diğer meyve ağaçlarına göre toprak isteği bakımından daha toleranslıdır ve iyi havalanabilen, taban suyu yüksek olamayan tınlı, milli tınlı, kumlu tınlı topraklarda iyi gelişim gösterir (Pekcan, 2016, s. 40). Çok ağır bünyeli topraklar, zeytin fidanlarının iyi gelişmiş saçak kök oluşumunu engellediği gibi çok hafif bünyeli topraklar, topraktaki nemi ve besin maddelerini korumakta yetersiz olmasından dolayı zeytin ağacı için uygun değildir (Alper, 2006, s. 38). Zeytin yetiştiriciliğinde toprak dokusu ve yapısı, geçirgenlik, su tutma ve havalandırma kapasitesi, pH değeri, tuz içeriği, organik madde ve kireç oranı ile makro ve mikro besin maddelerinin düzeyi büyük bir öneme sahiptir (Efe vd, 2011, s. 89). İyi bir zeytin yetiştiriciliği için gerekli toprak özellikleri Çizelge 33'te yer almaktadır.

Zeytin ağacı farklı pH değerlerine uyum sağlayabilmektedir. Toprağın pH değerinin 6,5 (hafif asit) ve 7,8 (hafif alkali) arasında olduğu topraklarda zeytin ağacı iyi gelişim gösterir (Öztürk vd., 2021, s. 4). Toprağın pH değerinin bu değerlerin

dışında olması zeytin veriminde azalmaya, meyve kalitesinin düşmesine, yapraklarda ise bitki besin element noksanlığının ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Pekcan, 2016, s. 40). Toprak pH'sının zeytinin istediği değerler dışında olması özellikle besin maddelerinin alınmasını engelleyerek gübrelemenin etkisini azaltır (Efe vd., 2011, s. 90). Toprak asitliği öğütülmüş kireç veya marnlı kireç gibi alkali kalsiyum bileşikleri eklenerek giderilebilir (International Olive Council, 2007, s. 24). Yüksek pH değeri, zeytinin kök gelişimine, besin maddesi alımına, topraktaki mikrobiyolojik aktiviteye ve topraktaki besin elementleri arasındaki dengeye olumsuz etkide bulunabilir. Bu durum mahsul veriminin ve kalitesinin kötüleşmesine neden olabilir. pH değerini düşürmek için sarı kükürt tozunun kullanımı tavsiye edilmektedir (Pekcan, 2016, s. 42). Yeni kurulacak zeytin tesislerinde veya hali hazırda kurulmuş tesislerde verimi ve kaliteyi artırmak için toprak analizlerinin yapılması büyük önem taşımaktadır.

Çizelge 33. İyi Bir Zeytin Yetiştiriciliği için Gerekli Toprak Özellikleri

Tekstür (Bünye)	Kum	20-75%
	Silt	5-35%
	Kil	5-35%
Strüktür (Yapı)	Ufalanmış	
Su tutma kapasitesi	30-60%	
Geçirimsizlik	10-100 mm/h	
pH	6,5-7,8	
Organik madde	>1%	
Azot	>0,10%	
Kullanılabilir fosfor (P ₂ O ₅)	5-35 ppm	
Değişebilir potasyum (K ₂ O)	50-150 ppm	
Değişebilir kalsiyum (CaCO ₃)	1.650-5.000 ppm	
Değiştirilebilir magnezyum	10-200 ppm	

Kaynak: International Olive Council. (2007). Production techniques in olive growing. Spain: Artegraf, S. A.

Diğer meyve türlerine göre zeytin, topraktaki kireç miktarına karşı daha fazla toleranslıdır (Şekil 62). Toprakta yüksek miktarda kireç bulunması, toprağın pH değerini yükseltir ve toprakta yüksek miktarda kalsiyum (Ca) ve bikarbonat (HCO₃) bulunmasına neden olur (Efe vd., 2011, s. 90). Kalsiyum karbonat (CaCO₃), farklı mekanizmalar yoluyla fosfor (P), çinko (Zn), bakır (Cu), manganez (Mn), demir (Fe)

ve bor (B) varlığı üzerindeki etkisiyle zeytin ağacının canlılığını azaltabilir (Gálvez, Parra ve Navarro, 2004, s. 300). Kireçli topraklarda yetiştirilen zeytin ağaçlarında demir eksikliği yaygın olarak görülen bir durumdur. Bu durum genç yapraklarda damarlar arası sararmaya sebep olarak verimde azalmaya neden olur. Demir eksikliği ayrıca zeytinlerde sararma ve zeytinyağı özelliklerinde değişikliğe neden olduğu için üretilen mahsulün ticari kalitesinde de düşüklüğe yol açar (Sánchez-Alcalá vd., 2012, s. 17). Yağmur ve sulama suları toprakta bulunan kireci eritebilir ve eriyen kireç bitkinin beslenmesinde olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olabilir (Pekcan, 2016, s. 43).



Şekil 62. Muğla Civarında Kireçtaşları Üzerinde Yer Alan Zeytinlikler

Toprak tuzluluğu zeytin yetiştiriciliğinde önemli bir etkendir. Zeytin, tuza orta derece toleranslı bir bitki olarak kabul edilmektedir ve zeytinin tuza olan toleransı zeytin çeşidine göre değişkenlik göstermektedir (Chartzoulakis, 2005, s. 110). Her ne kadar zeytin tuzlu topraklara dayanıklı bir tür olsa da zeytin tesislerinin tuzlu topraklara kurulmaması ve tuzlu su ile sulamanın yapılmaması tavsiye edilir (Pekcan, 2016, s. 44). Çünkü tuz ozmotik basıncın yükselmesine neden olarak bitkinin su ve bitki besin maddelerinin alımını zorlaştırır. Ayrıca topraktaki tuz oranının artması toprağın yapısının bozulmasına neden olur ve bu durum bitkinin gelişiminde önemli

problemlerin yaşanmasına yol açar (Ekmekçi, Apan ve Kara, 2005, s. 118). Bitki büyümesinin (sürgün uzunluğu, toplam yaprak alanı, kök uzunluğu ve köklenme yeteneği gibi) orta ve yüksek tuzluluk oranlarında engellendiği ifade edilmektedir (Chartzoulakis, 2005, s. 112).

Dünyadaki zeytin bahçelerinin büyük bir bölümü aşırı ve yanlış toprak işleme, kimyasal ilaçların kullanılmasıyla yabancı ot kontrolü ve budama sonucunda elde edilen artıkların yerinde yakılması gibi yanlış yönetim uygulamaları nedeniyle düşük verimliliğe sahiptir. Bu yanlış uygulamalar verim düşüklüğüne yol açtığı gibi topraktaki su ve organik maddelerin azalmasına, erozyona, biyolojik çeşit kayıplarına, toprak tuzlanmasına ve yeraltı sularının kirlenmesine de neden olmaktadır (Kavvadias ve Koubouris, 2019, s. 169). Zeytin yetiştiriciliğinde doğru toprak işleme metodunun seçilmesi ve uygulanması toprak yönetimindeki esas unsurlardan biridir. Toprak işleme sistemi; toprak, iklim, topografya ve güneşlenme koşullarındaki farklılık ile ürün özelliklerindeki farklılığa bağlıdır. Bu durum tek bir toprak işleme yönteminin önerilmesini engellemektedir ve yerel koşullar üzerine inceleme yapmadan belirli bir toprak işleme sisteminin tavsiyesi doğru değildir. Ancak toprak işleme yöntemlerinden genel olarak yağmur ve sulama suyunun en uygun şekilde kullanılması, topraktaki organik maddelerden en iyi şekilde yararlanılması, yüksek düzeyde toprak kullanımı ve muhafazası, erozyondan koruma ve hasadın kolaylaştırılması gibi taleplerin karşılanması beklemektedir (López-Villalta ve Munoz-Cobo, 1997, s. 153).

Zeytin bahçelerinde uygulanan toprak işleme yöntemleri:

- Geleneksel toprak işleme
- Azaltılmış toprak işleme
- Malçlı toprak işleme
- Toprak işlemez yöntem (sıfır toprak işleme)
- Bitki örtülü toprak işleme

Geleneksel toprak işleme: Her ne kadar zeytin bahçelerinde geleneksel toprak işleme uygulansa da bu işleme yöntemi zeytin için uygun değildir. Bu sistemde birçok alet ve ekipman kullanılır. En çok kullanılan ekipman kış ve ilkbahar mevsimlerinde yağın yağmur sularının derinlere sızmasına olanak hazırlamak ve tek yıllık yabancı otları temizlemek için kullanılan tırmıklardır. Çok yıllık bitkilerin ortadan kaldırılması

için tarım işleme makinelerinden biri olan diskaro ile işlem yapmak gerekmektedir. Ancak bu tür işlemler toprağın alt katmanlarını sıkılaştırarak geçirimsiz bir tabaka oluşturur ve bu durum suyun sızmasında düşüş meydana getirir. Aynı zamanda zeytin ağacının yüzeye yakın kökleri sürümden dolayı zarar görür (Kaya, 2006b, s. 83). Geleneksel toprak işlemede pulluk, diskaro, kültivatör gibi makinelere, bu makinelerin kullanılması için yakıt, bakım-onarıma ve iş gücüne ihtiyaç duyulur. Bu nedenle geleneksel toprak işleme belirli bir maliyet ortaya çıkarır. Ayrıca bu işleme sistemiyle toprak yapısı önemli ölçüde bozulur, toprakta organik madde ve su kayıpları yaşanır, erozyon nedeniyle toprak kayıpları artar (Şekil 63).



Şekil 63. Karacasu'da (Aydın) Kültivatör ile Sürülmüş Zeytin Bahçesi

Azaltılmış toprak işleme: Bu koruyucu toprak işleme yöntemi ile zeytinliklerde yılda bir iki kez toprağın 5-10 cm'lik kısmı uzunlamasına hafifçe sürülerek toprağın üst kısmı kırılır. Bu işlem, topraktan nem kaybının en az olacağı dönemlerde gerçekleştirilir. Aynı zamanda bu işleme metoduyla ağaç taç izdüşümündeki yabancı otlara karşı herbisit uygulaması yapılır ve bu şekilde topraktaki suyun korunması sağlanır. Bu işleme yöntemi geleneksel işleme yöntemine göre daha verimli ürün verilmesini sağlarken büyük ölçüde enerji tasarrufu da sağlar. Yabancı otlarla mücadele kapsamında yaz mevsimi sonuna doğru tüm yabancı otlar ortadan kalkmakta ve toprak yüzeyi çıplak kalmaktadır. Sonbaharda çıplak olan toprak yüzeyine düşen yağmur damlaları ise erozyona neden olabilmektedir. Azaltılmış toprak işleme

yöntemi özellikle suyun toprağa giriş hızını artırdığı için infiltrasyon oranı düşük olan arazilerde daha başarılı sonuçlar vermektedir (Ünal, Kaya ve Gülsoylu, 2007, s. 76).

Malçlı toprak işleme: Bu toprak işleme yönteminin amacı yıl boyunca organik malç (taş, tahıl samanı, yeşil atık veya kompostlaştırılmış materyaller) veya sentetik malç (polietilen, polipropilen veya polyester) ile toprak yüzeyinin kapalı tutulmasını sağlamaktır. Malçlama ile toprağın doğrudan güneş ışığından etkilenmesi engellenir, buharlaşmaya bağlı su kayıpları, besin kayıpları, yabancı otların gelişimi ve erozyon azaltılabilir (Henry, vd., 2015, s. 1338). Zeytin bahçelerinde malçlama büyük ölçüde budama artıkları ile yapılır. Yabancı otlar herbisit uygulaması ile kontrol altına alınır.

Toprak işlemesiz yöntem: Bu işlem hiçbir toprak manipülasyonunun yapılmadığı, yabancı otların ilaçlamayla kontrol edildiği koruyucu toprak işleme yöntemidir. Topraktaki tek bozulma hasat için kullanılan makinelerin hareketinden kaynaklanmaktadır. Toprak işlemesiz sistem, organik madde içeriği üzerinde olumlu etki yapar. Ayrıca su infiltrasyonunun iyileştirilmesine de fayda sağlar. Ancak çok nemli ve ağır dokulu topraklarda bu yöntem ürün yetişmesini ve toprağın işlenebilirliğini engelleyebilir. Bu nedenle tüm toprak grupları ve biyoiklim bölgeleri için uygun bir toprak işleme metodu değildir (Kavvadias ve Koubouris, 2019, s. 177). Toprak sürülmediği için toprağın en verimli olan üst kısmı korunmuş olur ve sürülmeden kaynaklı oluşabilecek kök tahribatları bu işleme sistemiyle ortadan kalkar. Toprak sürülmediği için kökler daha derinlere inebilir ve derinlerdeki yararlı besin maddelerinden ve sudan faydalanabilir. Bu sistem ayrıca toprak kayıplarının azalmasına imkân sağlar (Kaya, 2006b, s. 84). Damla sulama yönteminin kullanıldığı zeytinliklerde toprak işlemesiz sistemin en iyi toprak koruma yöntemi olduğu ve toprak işlemesiz arazilerden işlenmiş arazilere göre daha fazla meyve alındığı belirtilmektedir (Yalçın vd., 2006, s. 148). Toprak işlemesiz yöntem, zaman tasarrufu sağladığı gibi makine, yakıt, bakım-onarım gibi masrafları ciddi ölçüde azaltır.

Bitki örtülü toprak işleme: Yabancı otların büyümesine izin veren veya doğrudan üretici tarafından suyun mevcut olduğu dönemlerde ekin ekilerek ve bunları yüzeyde veya şeritler halinde belirli bir süre canlı tutmayı içeren toprak işleme yöntemidir (Şekil 64). Bu bitkilerin zeytin ağaçları ile su ve besin rekabetine girmelerini engellemek için belirli bir zamandan sonra kaldırılmaları gerekir. Zemin örtüsü sağlamaları nedeniyle su ve rüzgâr erozyonunun kontrolünde olumlu etki göstermelerinin yanı sıra iklim değişikliğinin etkilerinin hafifletilmesine de katkı

sağlarlar (Cano-Ortiz vd., 2022, s. 13). Ayrıca toprak yapısını iyileştirilmesine, toprağın karbon depolamasına, yüzeysel akış hızının azalmasına, kimyasal ilaç kullanımının azalmasına ve dolayısıyla kirlilik riskinin azalmasına önemli katkı sağlarlar (International Olive Council, 2007, s. 103). Bitki örtülü uygulama yıllık yağış miktarının 500-600 mm arasında olduğu yerlerde olumlu sonuçlar verirken, kurak yerlerde uygulanması uygun değildir. Bu sistemde kullanılacak bitki örtüsü; orta düzeyde su tüketim kapasitesine ve sığ köke sahip olmalı, biçim işlemi yetiştirici için kolay ve maliyetli olmamalı, kış sonuna kadar yeşil kalabilmeli ve biçildikten sonra toprağı şiddetli yağmurlardan koruması için sonbaharın sonuna kadar toprakta kalmalıdır (Ünal, Kaya ve Gülsoylu, 2007, s. 76).



Şekil 64. Sabancılar Köyü (Akhisar, Manisa) Çevresinde Bitki Örtülü Toprak İşleme Sisteminin Uygulandığı Bir Zeytinlik

Kaynak: Prof. Dr. İsa CÜREBAL

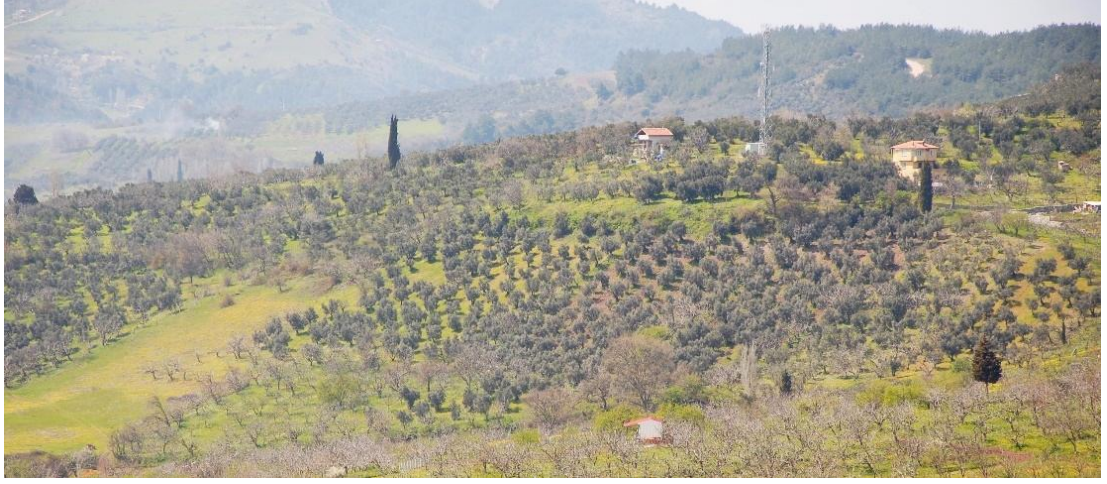
İklim değişikliği karşısında toprak yönetimi, zeytinciliğin sürdürülebilirliği açısından önemli bir uyum stratejisidir. Toprak işlemez uygulamaların başlatılması veya toprak işleminin azaltılması gibi toprak işleme yöntemlerinin benimsenmesi, zeytin üretim aşamalarında elde edilen organik maddelerin ham veya kompostlanarak toprağı verilmesiyle topraktaki organik madde miktarının artırılması ve zeytin ağacı ile rekabet etmeyecek yabancı ot florasının ekilmesiyle oluşturulan canlı örtü uygulamasının gerçekleştirilmesi önerileri zeytinliklerin korunmasını ve verimliliğini teşvik edecektir (Kavvadias ve Koubouris, 2019, s. 177). Zeytin budama artıklarının ve zeytinlerin işlendiği tesislerde geriye kalan organik atıklarının toprağı yayılması toprak neminin korunmasına, erozyonun azaltılmasına ve toprakta karbon depolanmasına katkı sağlarken, toprağın azot, fosfor ve potasyum içeriğinin

iyileşmesine olanak sağlar (Ordóñez-Fernández vd., 2015, s. 615; Gómez-Muñoz vd., 2016, s. 105). Ayrıca organik atıkların ayrıştırılmasıyla elde edilen kompostun kullanımı, topraktaki mikroorganizmaların desteklenmesi ve uyarılması, topraktaki patojenlerin baskılanması, toprak verimliliğinin ve karbon tutulumunun artırılması için etkili bir stratejidir (Scotti vd., 2015, s.334; Bechara, vd., 2018, s. 745).

Zeytin tarımında dikkat edilmesi gereken önemli konulardan biri de eğim ve eğimin yol açabileceği erozyon problemidir. Bu nedenle özellikle yeni kurulacak zeytinliklerde eğim faktörü göz önüne alınarak doğru toprak işleme uygulamalarının yapılmasına özen gösterilmelidir. Ülkemizdeki zeytinliklerin çoğu yüksek eğim değerlerine sahip araziler üzerinde yer alır (Şekil 65; Şekil 66; Şekil 67). Eğimin %5'e kadar olması arazinin herhangi bir yöne doğru işlenmesine izin verirken, %5 ila %10 eğim değerlerine sahip arazilerde toprak erozyonu görülmeye başlar. Böyle durumlar, toprak koruma önlemlerinin alınması gerekli kılar (International Olive Council, 2007, s. 25). Eğim değerinin %5 ila %10'dan daha büyük olduğu arazilerde toprak işlemeden kaçınarak malçlama veya yeşil örtü gibi alternatif yöntemlerin tercih edilmesi toprak sürdürülebilirliği açısından önemlidir (Akça Uçkun, 2022, s. 97).



Şekil 65. Köprübaşı (Manisa) Civarında Yeni Oluşturulan Zeytinlikler



Şekil 66. Bursa Civarında Yeni Oluşturulan Zeytinlikler



**Şekil 67. Edremit Körfezi'nde Kazdağları'nın Güneye Bakan Yamaçlarındaki Zeytinlikler
(Kazdağı Etekleri, Ahmetçe-Küçükkuyu, Çanakkale)**

Eğimli arazilerde su tutma kapasitesinin düşük ve toprak derinliğinin az olması zeytin yetiştiriciliği üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Eğimli arazilerde yüzeye düşen yağmur suları eğim doğrultusunda hareket edeceği için suyun akış hızı artar ve infiltrasyon azalır. Bu nedenle bu tür arazilerde verim düşüklüğü ortaya çıkar (Efe vd., 2011, s. 85). Ayrıca zeytin bahçelerinde makinelerin rahat hareket edebilmesi için arazi eğiminin %20 ila %25'ten fazla olmaması gerekir ve eğimin %30 ila %40 olması durumunda ise teraslamanın yapılmasının gerekli olduğu tavsiye edilir (International Olive Council, 2007, s. 25; Şekil 68).



Şekil 68. Erenbağı Köyü (Kula, Manisa) Civarında Teraslama Yapılan Zeytinlikler

4.8.3. Gübreleme

Zeytincilikte gübreleme, iklim değişikliğine karşı önemli bir uyum stratejisi olarak görülebilir. Bu uyum stratejisi zeytin ağaçlarının uzun süreli sağlığı ve verimliliği için kritik unsurlardan biridir. İklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkan sıcaklık artışları, yağış rejimindeki değişiklikler ve aşırı hava olaylarının sıklığı ve şiddetindeki artışlar gibi pek çok faktör zeytin ağaçlarının büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkileyebilir. İklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklık ve kuraklık gibi stres faktörleri, zeytin ağaçlarının dayanıklılığını azaltabilir. Ayrıca değişen iklim koşullarında zeytin ağaçlarının hastalık ve zararlılara karşı direncini azalabilir, topraklardaki besin maddesi kaybını artabilir. Doğru gübreleme ile güçlendirilmiş zeytin ağaçları, stres faktörlerine, hastalık ve zararlılara karşı daha dirençli olabilir. Bu nedenle gübreleme, zeytin ağaçlarının sağlıklı büyümesi, verimli ve kaliteli bir şekilde ürün vermesi açısından önemlidir. Doğru gübreleme aynı zamanda toprak verimliliğinin artırılmasında ve toprağın sağlıklı kalmasında da büyük rol oynamaktadır.

Gübreler, bitkilere hücrelerin büyümesini ve metabolizmanın sürdürülebilmesi için gerekli olan besinleri sağlar. Gübrelemede bitkinin yaşam döngüsü için önemli olan elementler ihtiyaç halinde bitkiye farklı yollarla verilir. Karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kükürt (S), demir (Fe), manganez (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu), molibden (Mo), bor (B) ve klor (Cl) bitkilerin gelişmesi için kabul edilen 16 temel elementtir. Bu elementlerden N, P, K, Ca, Mg ve S makrobesin elementleriyken, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B ve Cl mikrobesin elementleridir. Bu 13 element mineraldir ve gübreleme yoluyla

uygulanır. Fakat C, H ve O mineral değildir ve gübrelemede kullanılamazlar. Çünkü zeytin ağacı bunları havadan (CO₂) ve topraktan (H₂O) alır. Zeytin ağacının kuru ağırlığının yaklaşık olarak %95'i C, H ve O'den oluşur. Geriye kalan %5'lik kısım ise gübrelemede önemli olan elementlerden meydana gelir (López-Villalta ve Munoz-Cobo, 1997, s. 159; International Olive Council, 2007, s. 146).

Zeytin ağacı, diğer bitkiler gibi gerekli olan mikro ve makro besin elementlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu besin elementlerinin eksikliği veya fazlalığı ağacın zarar görmesine neden olmaktadır. Aşırı besin maddesi uygulanması yetiştirme maliyetini, toprak ve su kirliliğini artırırken, ürün miktarı ve kalitesi üzerinde olumsuzluklara yol açabilir. Çoğu besin elementinin yüksek değerleri toksisiteye neden olmaz. Ancak bitkinin ihtiyacı olan yeterli aralığın üzerinde olmaları diğer besin maddelerinin alımını veya doğrudan ağacın metabolizmasını etkileyebilir (International Olive Council, 2007, s. 147). Bu nedenle eksik olan besin maddesinin ve uygulama oranının iyi tespit edilmesi gerekmektedir. Uluslararası Zeytin Konseyi (International Olive Council) (2007)'ye göre, zeytin yapraklarında olması gereken kritik besin değerleri Çizelge 34'te yer almaktadır.

Çizelge 34. Zeytin Yapraklarındaki Kritik Besin Seviyeleri (Temmuz Ayında Örneklenen Zeytin Yapraklarındaki Besin Seviyeleri)

Element	Yeterli	Yetersiz	Zehirli
Azot	1,4	1,5-2,0	-
Fosfor	0,05	0,1-0,3	-
Potasyum	0,4	>0,8	-
Kalsiyum	0,3	>1	-
Magnezyum	0,08	>0.1	-
Manganez	-	>20	-
Çinko	-	>10	-
Bakır	-	>4	-
Bor	14	19-150	185
Sodyum	-	-	>0,2
Klor	-	-	>0,5

Kaynak: International Olive Council. (2007). Production techniques in olive growing. Spain: Artegraf, S. A.

Zeytin yetiştirilen veya yetiştirilmesi planlanan arazilerde toprak analizi yaparak topraktaki CaCO₃, pH, tuz, organik madde miktarı, azot, fosfor ve potasyum gibi ana besin elementlerinin belirlenmesi, uygulanacak gübrenin türü ve miktarının anlaşılması açısından önemlidir (Efe vd., 2011, s. 213). Doğrudan bitkinin beslenme ihtiyacının belirlenebilmesi için yaprak analizi yapılması gerekmektedir. Yaprak analizi zeytinliğin beslenme durumunun teşhis edilmesinde ve gübreleme önerilerinin oluşturulmasına katkı sağlar. Bu analiz aynı zamanda, zeytin ağacının toprakta bulunan makro ve mikro besin elementlerinden ve yapılan gübrelemeden ne derece yararlandığı veya yapraklarda ortaya çıkan hastalıkların nedenini belirlemek ve bu hastalıklara karşı gerekli önlemleri zamanında almak amacıyla kullanılmaktadır (Stateras ve Moustakas, 2018, s. 3). Ancak yaprak analizi, demir eksikliğinin belirlenmesinde etkili bir yöntem değildir (López-Villalta ve Munoz-Cobo, 1997, s. 163).

Azot, fosfor ve potasyum alımı zeytin ağacı için oldukça önemlidir. Bu bitki besin elementlerinin doğru bir gübreleme programı ile bitkiye uygulanması ürün verimliliğini ve kalitesini ciddi ölçüde etkilemektedir. Ancak bu elementlerin aşırı miktarda uygulanması hem bitki ve ürün üzerinde olumsuzluklara hem de çevre kirliliğine neden olabileceği göz önüne alınmalı ve sadece ağacın ihtiyacı kadar uygulama yapılması gerektiği unutulmamalıdır. Azot, zeytin ağacının çok çabuk cevap verdiği, önemli bir bitki besin elementidir ve zeytinliklerin gübreleme programlarında en yaygın olarak uygulanan mineraldir. Ancak fazla kullanımı özellikle zeytinyağı kalitesi üzerinde olumsuz etki gösterir (Zipori vd., 2020, s. 3). Azot, çiçeklenmeden çekirdeğin sertleşmesine kadarki süreçte çok gereklidir ve toprakta yeteri kadar su bulunması halinde sürgün gelişimini ve ağaç başına meyve miktarını artırmada etkilidir (López-Villalta ve Munoz-Cobo, 1997, s. 159). Eksikliği durumunda; sürgün, somak ve çiçek oluşumu azalır, çiçek ve meyve dökümü artar, hasat zamanı gecikir, meyve et oranında ve yağ miktarında azalma olur (Pekcan, 2016, s. 50). Fazlalığı durumunda ise özellikle düşük sıcaklıklara, kuraklığa ve hastalıklara karşı direnç azalır (Özilbey, 2020, s. 93). Fosfor, bitkilerin yaşam döngülerini devam ettirebilmelerini sağlayan temel elementlerden biridir. Fotosentezde rol oynar, hücre bölünmesinde ve bitki içerisinde suyun hareketinde gereklidir (López-Villalta ve Munoz-Cobo, 1997, s. 160). Eksikliği durumunda; çiçek sayısı, çiçek kalitesi ve meyve tutumu azalır, fotosentetik hız ve kök büyümesi baskılanır (Erel vd., 2016, s. 16; Christopoulou vd.,

2021, s. 1). Potasyum ise azot bileşenleri ve karbonhidratların sentezinde, suyun kökler aracılığıyla ozmotik olarak alınmasında, fotosentez ve terleme süreçlerinde önemli bir role sahiptir (López-Villalta ve Munoz-Cobo, 1997, s. 160; Restrepo-Diaz, Benlloch ve Fernández-Escobar, 2009, s. 1109). Eksiliği durumunda; turgor basınç azalır, yapraklar küçülür ve zayıflar, ağaçlarda büyüme geriler, kök büyümesi olumsuz etkilenir, meyve kabuğu incelir ve meyveler küçülür, meyvelerde olgunlaşmadan dökülmeler görülür, soğuğa, kuraklığa, hastalık ve zararlılara karşı direnç azalır, meyve et oranı ve yağ miktarında azalma olur ve bu durum, ticari kayıpların ortaya çıkmasına neden olur (Pekcan, 2006, s. 93, Özilbey, 2020, s. 94). Potasyum eksikliği, özellikle kireçli topraklarda kuru tarım şartlarında yetiştirilen zeytinliklerde yaygındır ve sulanmayan zeytin ağaçlarındaki temel beslenme problemidir (Restrepo-Diaz, Benlloch ve Fernández-Escobar, 2009, s. 1109).

Bitkiler, ihtiyaç duyduğu besin maddelerini kökleri yardımıyla topraktan alır. Ancak bitkilerin topraktan yeteri miktarda beslenemediği durumlarda belli prosedürlere uyularak yapraktan gübreleme yapılması gerekir. Yapraktan gübreleme yapılacak ise; sabah erken veya akşamüzeri vakitlerinde yapılmalı, 15-20 gün ara ile iki-üç kez uygulama gerçekleştirilmeli, yaprakların hem alt hem de üst kısımlarına uygulama yapılmalıdır (Pekcan, 2016, s. 49). Bu uygulama prosedürleri yapraktan yapılan gübrelemenin daha başarılı olmasına katkı sağlar.

Gübreleme, zeytin ağaçlarının sağlıklı bir şekilde büyümesini, çiçeklenmeyi ve meyve vermeyi teşvik ederek ürün miktarının artmasını ve meyve kalitesinin iyileşmesini sağlar. İklim değişikliğinin neden olduğu zorluklar karşısında, optimum beslenme seviyelerinin korunması, verimliliğin sürdürülmesi ve yağlık veya sofralık tüketim için yüksek kaliteli zeytin üretiminin sağlanması açısından önemlidir. Gübreleme, toprak sağlığını etkileyerek sağlıklı kök büyümesini destekler ve zeytin ağaçlarının büyümesi için uygun bir ortam oluşturarak zeytinliklerin uzun vadeli sürdürülebilirliğine imkân tanır. Bu nedenle gübreleme, zeytin bahçelerinin değişen iklim koşullarına karşı üretkenliğine, sürdürülebilirliğine, dayanıklılığına ve adaptasyonuna önemli ölçüde katkıda bulunur. Gübreleme, özellikle damla sulama veya yeraltı damla sulama gibi verimli sulama uygulamalarıyla birleştirildiğinde oldukça verimli olur ve değişen yağış rejimleri karşısında su tasarrufu sağlanmasında etkili olur. Ayrıca gübrelemede organik gübrelerin kullanımı çevresel sürdürülebilirlik açısından son derece önemlidir.

4.8.4. eşit Seçimi

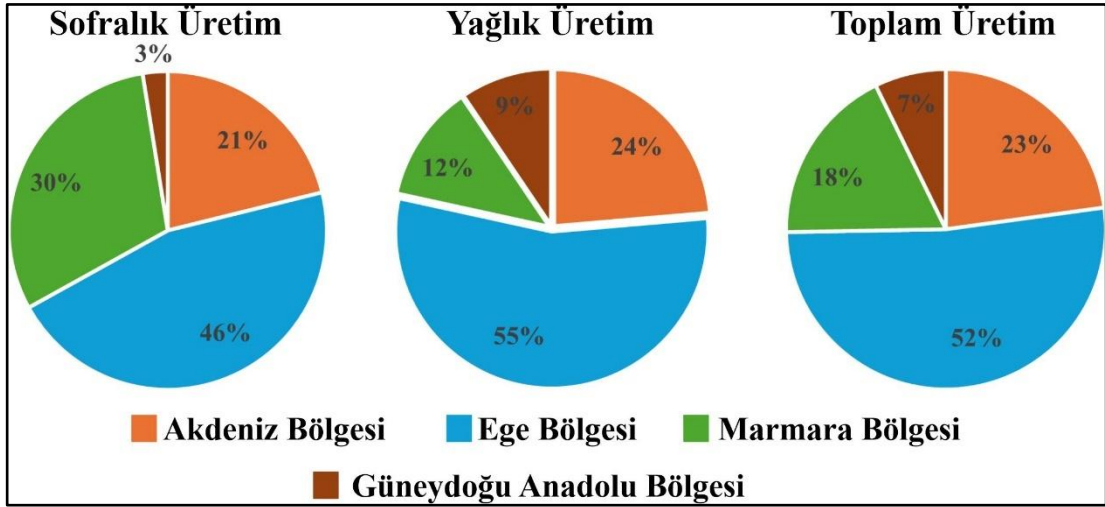
Zeytin eşitlerinin seçimi, iklim değişimine uyum sağlama ve sürdürülebilir zeytin tarımı için kritik faktörlerden biridir. Yüksek sıcaklık, kuraklık, hastalık ve zararlılara dayanıklı, verimli ve kaliteli ürünler verebilen zeytin çeşitlerinin seçilmesi ve bu çeşitlerin yaygınlaştırılması, iklim değişikliği karşısında zeytinciliğin başarılı bir şekilde devam ettirilebilmesini sağlayabilecek önemli stratejik unsurlardır. Her zeytin çeşidinin sıcaklığa, kuraklığa, hastalıklara ve zararlılara karşı toleransı farklıdır. Örneğin, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde dağılış alanı bulan Nizip Yağlık eşidi sıcağa ve kuraklığa karşı dayanıklı bir eşitken, Ege Bölgesi'nde dağılış alanı bulan çekişte soğuğa karşı dayanıklı, Ayvalık (Edremit) eşidi ise zeytinin zararlılarından biri olan zeytin sineğine ve hastalık olan verticillium solgunluğuna karşı orta derecede dayanıklı bir çeşittir.

Yeni kurulacak zeytin tesislerinde mevcut ve gelecekteki iklim şartlarına uyum sağlayacak çeşitlerin tercih edilmesi önemlidir. Bu nedenle çeşit seçiminde iklim modellerinin ve iklim projeksiyonlarının kullanılması, iklim değişikliğinin uzun vadeli etkilerini öngörebilmek adına büyük önem taşımaktadır. İklm modelleri ve projeksiyonları ile gelecekte daha sıcak iklim şartları ile karşı karşıya kalacağımız tahmin edilmektedir. Bu sebeple yüksek sıcaklıklara ve ani sıcaklık dalgalanmalarına dayanıklı çeşitler tercih edilmelidir. Böylece yüksek sıcaklıkların neden olabileceği sıcaklık stresi tolere edilebilir ve verim kayıpları azaltılabilir. İklm değişikliği nedeniyle beklenmedik soğuk hava dalgaları da yaşanabilir. Bu durumda soğuğa ve dona karşı toleranslı olan çeşitlerin seçimi önemlidir. Su kaynakları bakımından fakir, sulamanın g olduğu veya kuraklık riskinin yüksek olduğu yerlerde düşük su tüketimi ile yüksek verim verebilen kuraklığa dayanıklı çeşitler tercih edilmelidir. Kuraklığa dayanıklı çeşitler kullanılarak hem su tüketimi optimize edilebilir hem de verimin devamlılığı sağlanabilir. Özellikle yerel ekolojik koşullara iyi uyum sağlamış çeşitlerin tercih edilmesi, verimliliğin ve sürdürülebilirliğin artırılmasında büyük önem taşır. Artan sıcaklıklar, değişen yağış ve nem oranları, zeytin ağaçlarında hastalık riskini artırabilir. Bu nedenle hastalıklara karşı dirençli çeşitler tercih edilmelidir. Aynı şekilde zararlılara karşı dirençli türlerin tercih edilmesi hem zararlılardan gelebilecek olumsuzlukların engellenmesine hem de zararlıları yok etmek için kullanılan pestisit ve herbisit gibi kimyasal ilaçların azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Kimyasal ilaçların azaltılması aynı zamanda daha çevreci bir tarım yapılmasına imkân sağlayacaktır.

Tür içi çeşitlilik değişen iklim koşullarına uyum sağlamak adına önemli bir seçenek olabilir (Guise vd., 2024, s. 8). Bununla beraber farklı kullanım amacına hizmet eden zeytin çeşitlerinin seçilmesi üreticilere elde ettikleri ürünleri pazarlama da esneklik sağlar. Yağlık veya sofralık kullanım amacına göre kaliteli çeşitlerin tercihi hem iç piyasada hem de ihracatta rekabet gücünün artırılmasına imkân tanır. Ülkemizde başarılı olan çeşitlerin yanında uluslararası düzeyde kendini kanıtlamış ve geniş coğrafyalarda yayılış gösteren çeşitler değerlendirilebilir. Örneğin; Maiatica (Güney İtalya), Cobrançosa (Portekiz), Picual (İspanya, Avusturya ve Çin) gibi zeytin çeşitleri kuraklığa yüksek dayanıklılık gösterirken, Itrana (Orta İtalya), Kalamata (Yunanistan, Avustralya ve İtalya) ve Manzanilla (İspanya, Portekiz, ABD ve İsrail) gibi zeytin çeşitleri ise kuraklığa orta derecede dayanıklılık gösterir (Alfieri vd., 2019, s. 438). Ulusal ve uluslararası düzeyde başarılı çeşitlerin küçük alanlarda denenmesi, hangi çeşidin daha iyi uyum sağladığını belirlemek açısından faydalı olabilir. Farklı ekolojik şartlara uyum sağlayabilen geniş bir genetik çeşitliliğin kullanılmasıyla iklim değişikliğinin zeytin tarımı üzerindeki baskısı azaltılabilir. Ayrıca hem mevcut zeytin çeşitlerinin performansının izlenmesi hem de yeni adaptif zeytin çeşitlerinin geliştirilmesi, zeytin yetiştiriciliğini güvence altına alabilir. Bu bağlamda tarımsal araştırma ve geliştirmelerin desteklenmesi, üreticilerin doğru çeşit tercihi hakkında bilgilendirilmesi son derece önemli stratejik yaklaşımlardır. Bununla beraber zeytin çeşitlerinin seçimi çok boyutlu ve multidisipliner bir yaklaşımla ele alınması gerektiği unutulmamalıdır.

Türkiye’de doğrudan Akdeniz ikliminin etkisi altında olan yerlerin yanı sıra bozulmuş Akdeniz ikliminin ve mikroklima özelliği gösteren sahalarının görüldüğü yerlerde de zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ancak iklim, toprak ve jeomorfolojik etkenler nedeniyle bölgelere ve yörelere göre zeytin çeşitleri farklılık göstermektedir. Bu çeşitlerden bazıları geniş yayılış alanlarına sahipken, bazıları sadece yöre halkının ihtiyaçlarını karşılayacak kadar daha lokal alanlarda yayılış göstermektedir. Türkiye genelinde yayılış gösteren zeytin çeşitlerinin meyve özelliklerine göre hem yağlık hem de sofralık olarak işlenmesi yapılır. Ege, Akdeniz, Marmara, Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde ve yer yer Karadeniz Bölgesi’nde zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ege, Akdeniz ve Marmara Bölgelerinin zeytin üretimindeki payı en fazladır. 2013-2023 döneminde toplam zeytin üretiminin %52’si Ege, %23’ü Akdeniz, %18’i Marmara ve %7’si Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden karşılanmıştır. Aynı dönemin

verilerine göre sofralık zeytin üretimi en fazla Ege (%46) ve Marmara (%30) Bölgelerinde yapılmıştır. Zeytinyağı elde etmek için üretilen zeytinler ise en fazla Ege (%55) ve Akdeniz (%24) Bölgelerinde üretilmiştir (Şekil 69).



Şekil 69. 2013-2023 Yılları için Bölgelere göre Zeytin Üretimleri

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri, (2023).
<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 09.03.2024).

Ege Bölgesi: Ülke zeytinliklerinin yarısı Ege Bölgesi'nde yer almaktadır ve bölgede zeytincilik uzun yıllardan beri önemli bir geçim kaynağıdır. Zeytin bölgenin özellikle Ege Bölümünde daha geniş yayılıma sahiptir. Bölgede sulu tarımın yapılmadığı alanlar genellikle zeytinlik olarak değerlendirilir (Efe vd., 2016, s. 40). Balıkesir (Ayvalık, Burhaniye, Edremit, Gömeç, Havran), Çanakkale (Ayvacık, Bayramiç, Ezine, Merkez), Manisa, İzmir, Aydın ve Denizli illerinde zeytincilik yapılmaktadır (Şekil 70; Şekil 71; Şekil 72).



Şekil 70. Akhisar (Manisa) Civarındaki Zeytinlikler



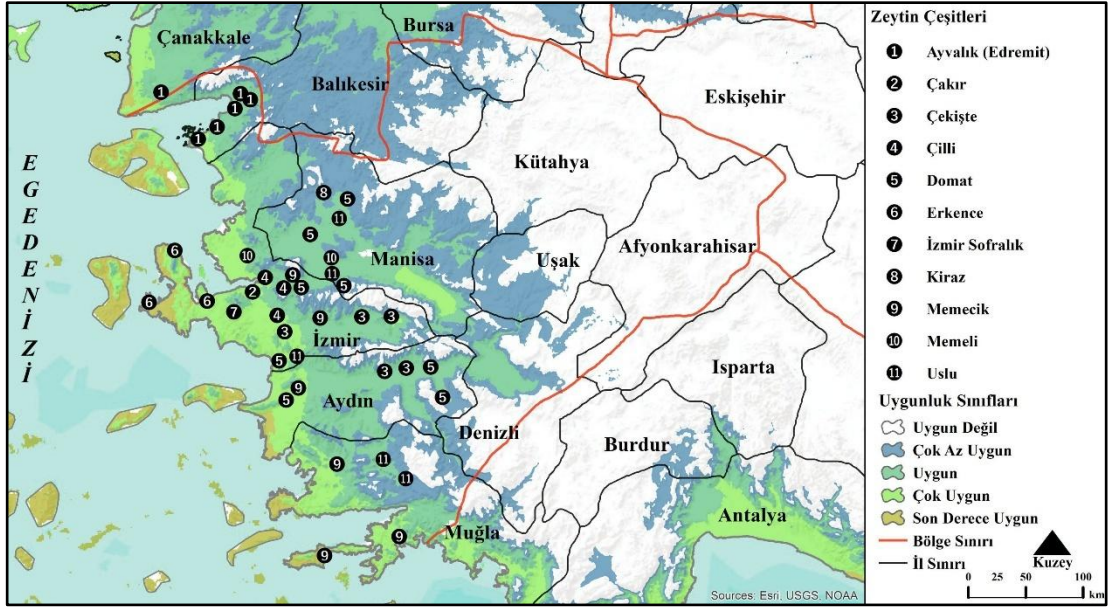
Şekil 71. Soma (Manisa) Civarındaki Zeytinlikler



Şekil 72. Söke (Aydın) Civarındaki Bir Zeytinlikten Görünüm

Ege Bölgesi'nde zeytin ağaçlarının %80'i Manisa, Aydın, İzmir ve Balıkesir illerinde yer alır. Türkiye'de sayısal olarak en fazla ağaç ise Manisa ilinde bulunur. Bölgede; Ayvalık (Edremit), Çakır, Çekişte, Çilli, Domat, Erkence, İzmir Sofralık, Kiraz, Memecik, Memeli ve Uslu çeşitleri yetiştiriciliği yapılan önemli çeşitlerdir

(Şekil 73). Bu çeşitlerle ilgili genel bilgiler Çizelge 35’te sunulmuştur. Ayvalık (Edremit) çeşidi Edremit Körfezi çevresinde, Memecik çeşidi ise İzmir, Aydın ve Muğla’da yetiştiriciliği yapılan en önemli çeşitlerdir. Son yıllarda Gemlik çeşidi de bölgenin farklı yerlerinde yetiştirilmeye başlanmıştır (Efe vd., 2016, s. 43).



Şekil 73. Ege Bölgesi’nde Yetiştiriciliği Yapılan Zeytin Çeşitlerinin Dağılımı

Çizelge 35. Ege Bölgesi’nde Yetiştiriciliği Yapılan Önemli Zeytin Çeşitlerine Ait Bilgiler

Çeşit Adı	Sinonim	Orijin	Dağılışı Gösterdiği Yerler	Temel Özellikler
Ayvalık (Edremit)	Edremit, Yağlık, Midilli, Ada zeytini, Şakran	Edremit (Balıkesir)	Edremit Ezine Havran Burhaniye Gömeç Ayvalık Ayvacık	Verimi ortanın üzerindedir. Meyvesi erken olgunlaşır. Soğuğa kısmen dayanıklıdır. Daha çok yağlık olarak işlenir. Şiddetli periyodisite göstermez. Zeytin sineğine ve verticillium solgunluğuna orta derecede dayanıklıdır.
Çakır		İzmir	İzmir ve çevresindeki eski zeytinlikler	Erkencidir. Meyve eti serttir. Verimi ve periyodisitesi yüksektir. Yağlık olarak değerlendirilir. Soğuğa karşı dayanıklıdır. Zeytin sineğine dayanıklıdır.

Çizelge 35-devamı

Çekişte	Kırma	Ödemiş (İzmir)	Ödemiş	İyi bakıldığında her yıl düzenli meyve verir. Geç olgunlaşır.
			Kiraz	Soğuğa dayanıklıdır.
			Torbali	Verticillium solgunluğuna çok duyarlıdır.
			Nazilli	
			Sultanhisar	Yeşil sofralık ve kırma zeytin olarak değerlendirilir.
Çilli	Tekir, Provans, Goloz,	Kemalpaşa (İzmir)	Kemalpaşa	Verimi iyidir. Soğuğa dayanıklıdır.
			Torbali	Yüksek periyodisite gösterir.
			Bornova	Genellikle yeşil sofralık olarak değerlendirilir.
				Zeytin sineğine karşı duyarlıdır.
				Zeytin güvesi zararına hassastır.
Domat		Akhisar (Manisa)	Akhisar	İyi bakıldığında düzenli meyve verir.
			Turgutlu	Soğuğa duyarlıdır.
			Saruhanlı	Sofralık olarak değerlendirilir.
			Selçuk	Sofralık olarak değerlendirilir.
			Söke	Dal kanserine kısmen dayanıklıdır.
			Karacasu	Verticillium solgunluğuna karşı hassastır.
			Kuyucak	
			Kemalpaşa	
Erkence	İzmir yağlık, Yerli yağlık	İzmir	Karaburun	Verimi orta düzeydedir.
			Çeşme	Yüksek periyodisite gösterir.
			Urla	Genellikle yağlık olarak değerlendirilir.
				Erken olgunlaşır.
				Hasat öncesi erken dökülmeler görülür.
İzmir Sofralık		İzmir	İzmir ve	Verimi düşüktür.
			civarındaki	Şiddetli periyodisite gösterir.
			zeytinlikler	Yeşil sofralık olarak değerlendirilir.
				Soğuk ve kuraklığa aşırı duyarlı değildir.

Çizelge 35-devamı

Kiraz	Zeytinliova		Zeytinliova	Yüksek periyodisite gösterir.
	(Akhisar, Manisa)			Soğuğa duyarlı değildir. Hasadı zordur. Sofralık olarak değerlendirilir. Verticillium solgunluğuna çok duyarlıdır.
Memecik	Aşiyeli, Gülümbe, Şehir, Tekir, Taşarası, Milas yağlık	Muğla	Kemalpaşa Bayındır Söke Milas Marmaris Datça	Kendine verimlidir. Periyodisite gösterir. Genellikle yağlık olarak değerlendirilir. Kurağa karşı dayanıklıdır. Verticillium solgunluğuna orta derece duyarlıdır.
	Memeli		Ak zeytin, Emiralem, Çekişte	Menemen Kemalpaşa Turgutlu
Uslu		Akhisar		Akhisar
	(Manisa)		Turgutlu Selçuk Yatağan Muğla Merkez	Soğuğa dayanıklı değildir. Meyveleri erken olgunlaşır. Zeytin dal kanserine duyarlıdır. Siyah sofralık olarak değerlendirilir.

Kaynak: Mete ve Çetin, 2006; Özlübey, 2011; Efe vd., 2016; Pekcan, 2016'dan derlenmiştir.

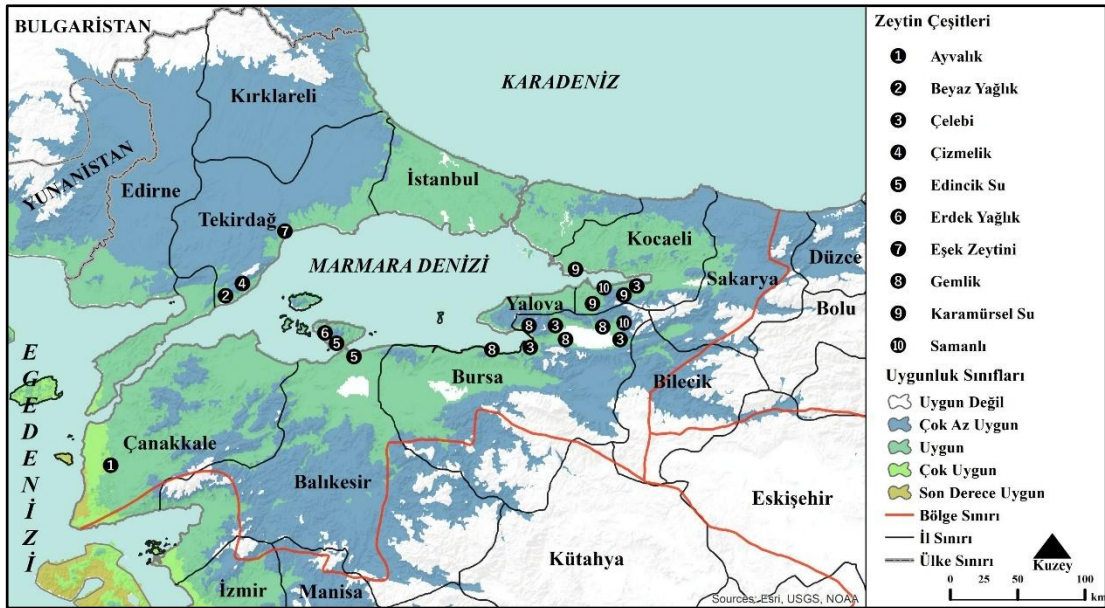
Marmara Bölgesi: Bölge ülkedeki toplam zeytin üretiminde 3. sırada yer almaktadır. Zeytincilik faaliyetleri; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova illerinde yapılır (Şekil 74). Bölgede yetiştiriciliği yapılan

zeytinler daha çok sofralık olarak değerlendirilmektedir ve ülkenin sofralık siyah zeytin ihtiyacının çok büyük bir bölümü bu bölgeden karşılanmaktadır. Bölgenin kuzey rüzgarlarına açık olan kesimlerinde zeytinler zaman zaman soğuklardan etkilenerek zarar görebilmektedir (Efe vd., 2016, s. 54; Özlü, 2020, s. 4).



Şekil 74. Orhangazi (Bursa) Civarındaki Bir Zeytinlik

Kaynak: Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., ve Sönmez, S. (2011). *Dünyada, Türkiye'de, Edremit Körfezi çevresinde zeytin ve zeytinyağı*. Balıkesir: Edremit Belediyesi.



Şekil 75. Marmara Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Zeytin Çeşitlerinin Dağılımı

Bölgedeki en yaygın çeşit Gemlik çeşididir. Bu çeşit dışında bölgede; Ayvalık, Beyaz Yağlık, Çelebi, Çizmelik, Edincik Su, Erdek Yağlık, Eşek Zeytini, Karamürsel Su ve Samanlı gibi çeşitlerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Şekil 75). Bu çeşitlere ait genel bilgiler Çizelge 36’da yer almaktadır.

Çizelge 36. Marmara Bölgesi’nde Yetiştiriciliği Yapılan Önemli Zeytin Çeşitlerine Ait Bilgiler

Çeşit Adı	Sinonim	Orijin	Dağılım	
			Gösterdiği Yerler	Temel Özellikler
Beyaz Yağlık		Tekirdağ	Tekirdağ ve civarı	Verimi orta derecededir. Kuvvetli periyodisite gösterir. Soğuğa aşırı hassastır. Orta derecede erkencidir.
Çelebi	İznic Çelebi		İznic Orhangazi Gemlik Gölcük	Orta düzeyde verimlidir. Soğuğa aşırı duyarlı değildir. Verticillium solgunluğuna duyarlıdır. Yeşil sofralık olarak değerlendirilir.
Çizmelik		Tekirdağ	Tekirdağ ve çevresi	Orta derece verimlidir. Soğuğa dayanıklıdır. Yeşil sofralık olarak değerlendirilir.
Edincik Su	Edincik, Su zeytini	Edincik (Bandırma, Balıkesir)	Edincik Erdek	Verimi orta düzeydedir. Periyodisite gösterir. Siyah sofralık olarak değerlendirilir. Zeytin sineği ve güvesine karşı hassastır. Soğuğa çok duyarlı değildir. Verticillium solgunluğuna çok duyarlıdır.
Erdek Yağlık		Erdek (Balıkesir)	Erdek ve civarı	Beklemeye karşı hassastır. Orta erkencidir. Yağlık olarak değerlendirilir.

Çizelge 36-devamı

Eşek Zeytini		Tekirdağ	Tekirdağ ve civarı	Verimi orta düzeydedir. Periyodisite gösterir. Soğuğa fazla duyarlı değildir. Yağlık ve sofralık olarak değerlendirilebilir.
Gemlik	Trilye, Kaplık, Kıvırcık, Kara	Gemlik (Bursa)	Gemlik İznik Mudanya Orhangazi Erdek	Türkiye’de geniş bir coğrafyada yayılış gösterir. Yüksek verimlidir. Erken olgunlaşır. Verticillium solgunluğuna orta derece duyarlıdır. Siyah sofralık olarak değerlendirilir. Soğuğa karşı kısmen duyarlıdır.
Karamürsel Su	Su zeytini, Kalamata	Karamürsel (Kocaeli)	Karamürsel Gebze Gölcük	Verimi orta düzeydedir. Periyodisite gösterir. Erken olgunlaşır. Genellikle sofralık olarak değerlendirilir. Eti yumuşaktır. Zeytin sineği ve güvesine duyarlıdır.
Samanlı	Tatlı zeytin		Karamürsel İznik	İyi bakım şartlarında orta derecede ve düzenli ürün verir. Soğuğa dayanıklıdır. Verticillium solgunluğuna orta duyarlıdır. Yeşil sofralık olarak değerlendirilir. Kısa zamanda yeme olgunluğuna erişir.

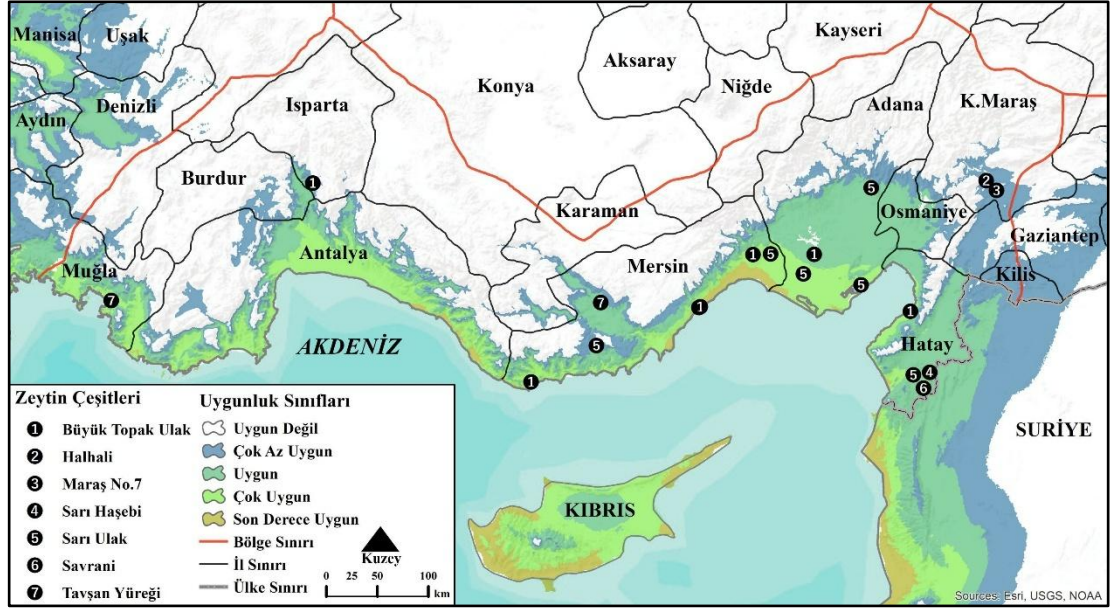
Kaynak: Mete ve Çetin, 2006; Özilbey, 2011; Efe vd., 2016; Pekcan, 2016’dan derlenmiştir.

Akdeniz Bölgesi: Bölgede zeytin yetiştirilen alanlar Toros Dağları etekleri ile kıyı ovalarında yayılış gösterir. Zeytin, bu bölgede sebze, turunçgil ve diğer tarımsal ürünlerin daha yoğun ekimi nedeniyle birincil ürün olamamıştır. Ayrıca zeytin yetiştiriciliğine uygun olan bazı sahaların daha çok turizm faaliyetlerine ayrılması nedeniyle bölgede zeytincilik belirli alanlarda gelişmiştir. Bu bölgede önceden orman olup daha sonra zeytinliklere dönüştürülmüş araziler yaygındır. Bununla beraber yabani zeytinlerin aşılmasıyla oluşturulmuş zeytinliklere de rastlanılır (Efe vd., 2016, s. 60). Bölge, Türkiye’de hem toplam zeytin üretiminde hem de sofralık ve yağlık zeytin üretiminde ikinci sırada yer almaktadır. Adana, Antalya, Hatay, Isparta, Kahramanmaraş, Karaman, Mersin ve Osmaniye’de zeytin tarımı yapılmaktadır (Şekil 76).



Şekil 76. Hatay Civarındaki Zeytinlikler

Hatay ve Mersin bölge üretiminde en önemli paya sahiptir. Bölgenin en önemli çeşitleri arasında; Büyük Topak Ulak, Halhali, Maraş No.7, Sarı Haşebi, Sarı Ulak, Savrani ve Tavşan Yüreği yer almaktadır (Şekil 77). Bu çeşitlerin yanında Ege ve Marmara Bölgelerinin çeşitlerinin yetiştirildiği zeytinliklere de rastlanılmaktadır. Bölgede yetiştiriciliği yapılan önemli zeytin çeşitlerine ait bilgiler Çizelge 37’de sunulmuştur.



Şekil 77. Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Zeytin Çeşitlerinin Dağılımı

Çizelge 37. Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştiriciliği Yapılan Önemli Zeytin Çeşitlerine Ait Bilgiler

Çeşit Adı	Orijin	Dağılım Gösterdiği Yerler	Temel Özellikler
Büyük Topak Ulak	Tarsus (Mersin)	Tarsus Seyhan İskenderun Anamur Erdemli Sütçüler	Verimi iyidir. Periyodisite gösterir. Soğuğa ve kuraklığa aşırı hassas değildir. Sofralık olarak değerlendirilir. Zeytin sineğine ve güvesine duyarlıdır. Toprak Aşı sinonimidir.
Maraş No.7	Kahramanmaraş	Kahramanmaraş ve çevresi	Fazla yaygın olmayan yöresel bir çeşittir. Yağlık olarak değerlendirilir.
Sarı Haşebi	Altınözü (Hatay)	Altınözü	Verimi düşüktür. Yüksek periyodisite gösterir. Yağlık ve siyah sofralık olarak değerlendirilebilir. Orta derece erkencidir.

Çizelge 37-devamı

		Erdemli	
		Gülнар	Verimi orta düzeydedir.
Sarı Ulak	Tarsus (Mersin)	Tarsus	Soğuklardan etkilenir.
		Seyhan	Yeşil ve siyah sofralık olarak değerlendirilir.
		Kozan	
		Yumurtalık	
			Oldukça verimlidir.
			Periyodisite gösterir.
			Geç olgunlaşır.
			Düşük sıcaklıklardan zarar görür.
Savrani	Altınözü (Hatay)	Altınözü	Yağlık ve ev tipi sofralık olarak değerlendirilebilir.
			Verticillium solgunluğuna orta derecede dayanıklıdır.
			Saurani sinonimidir.
			Düşük periyodisiteye sahiptir.
Tavşan	Fethiye	Fethiye	Yağ oranı düşüktür.
Yüreği	(Muğla)	Mut	Siyah ve yeşil sofralık olarak değerlendirilir.
			Zeytin güvesine çok hassastır.

Kaynak: Mete ve Çetin, 2006; Özilbey, 2011; Efe vd., 2016; Pekcan, 2016'dan derlenmiştir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi: Bölgede Akdeniz ve karasal iklim egemendir. Akdeniz ikliminin kısmen etkili olduğu belirli alanlarda zeytincilik yapılmaktadır. Bölge her ne kadar zeytin yetiştiriciliği için uygun olsa da özellikle yağışın sınırlı olması, yaz sıcaklık ortalamalarının yüksekliği ve nem oranının düşüklüğü gibi bazı iklim parametrelerindeki zorluklar, zeytinciliği sınırlandırmaktadır. Bölgenin ülke toplam zeytin üretimindeki payı düşüktür ve 4. sırada yer almaktadır. Bölgede zeytincilik, bağcılık ve antepfıstığı üretimiyle karışık olarak yapılmaktadır (Şekil 78). Özellikle antepfıstığı ve zeytin bölgede rekabet halindedir.



Şekil 78. Nizip (Gaziantep) Civarında Antepfıstığı ve Zeytinin Birlikte Yer Aldığı Bir Bahçe

Bölgede yetiştirilen zeytinlerin çok büyük bir bölümü yağlık olarak değerlendirilir. Küçük bir kısım ise yöre halkının sofralık ihtiyacını karşılamak üzere sofralık tüketim için işlenmektedir. Ayrıca bölgede zeytini işleyecek tesisler diğer bölgelerimize kıyasla niteliksel ve niceliksel olarak yeterli değildir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Adıyaman, Gaziantep, Kilis, Mardin, Şanlıurfa ve Şırnak'ta zeytincilik yapılmaktadır (Şekil 79; Şekil 80).

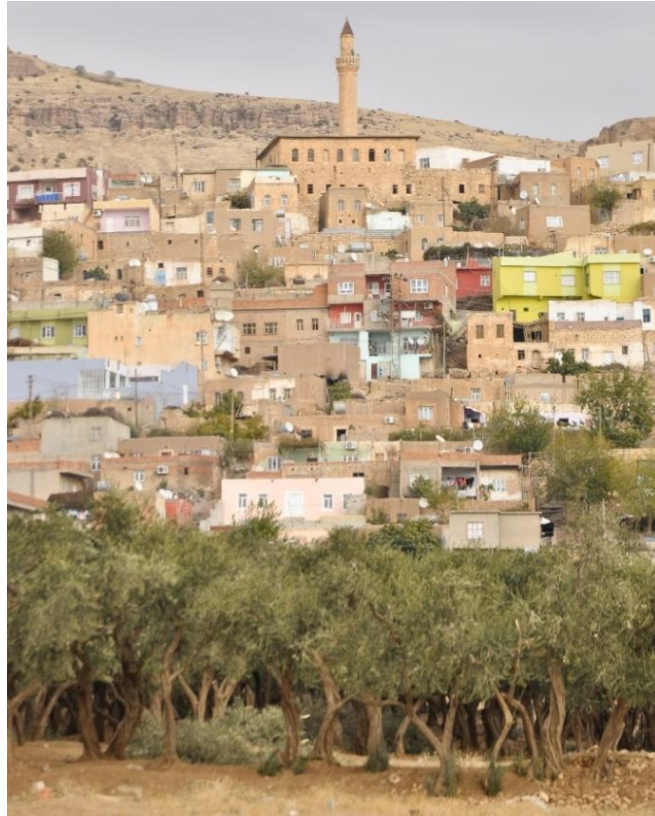


Şekil 79. Kilis Civarında Zeytinlikler



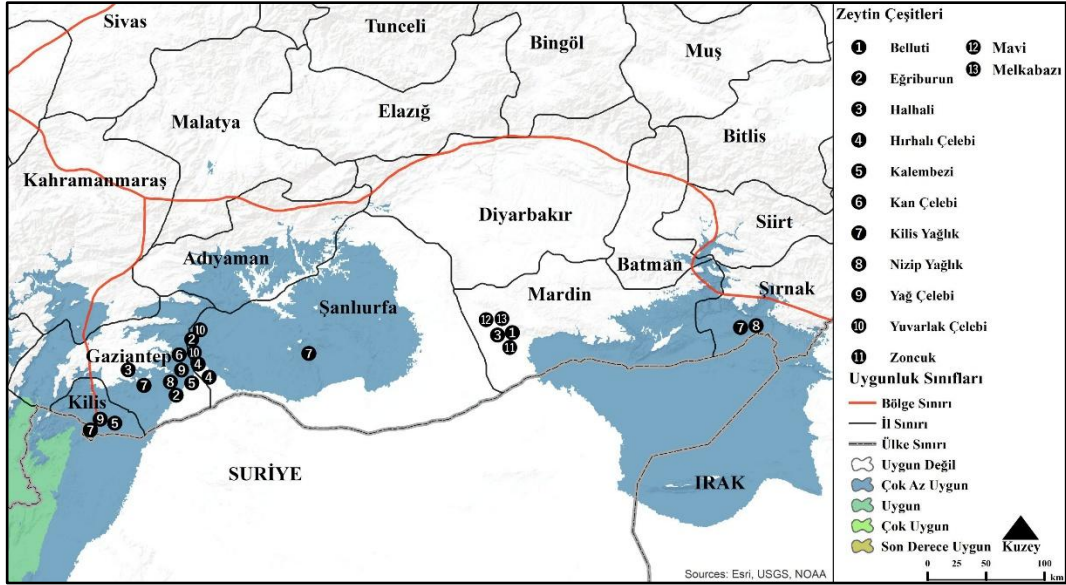
Şekil 80. Nizip (Gaziantep) Civarında Zeytinlikler

Bölge zeytin çeşitliliği bakımından oldukça zengindir. Bölgenin en önemli zeytin merkezleri Derik (Mardin), Nizip ve Kilis'tir. Özellikle Derik önemli zeytin çeşitliliğine sahiptir ve ilçedeki yerleşmelerle zeytinlikler yan yana bulunur (Şekil 81).



Şekil 81. Derik'teki (Mardin) Bir Zeytin Bahçesinden Görünüm

Bölgede; Belluti, Eğriburun, Halhali, Hırhalı Çelebi, Kalembezi, Kan Çelebi, Kilis Yağlık, Nizip Yağlık, Yağ Çelebi, Yuvarlak Çelebi, Zoncuk, Mavi ve Melkabazı gibi çeşitlerin yetiştiriciliği yapılmaktadır (Şekil 82). Bu çeşitlere ait bilgiler Çizelge 38’de yer almaktadır.



Şekil 82. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Yetiştiriciliği Yapılan Zeytin Çeşitlerinin Dağılımı

Çizelge 38. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Yetiştiriciliği Yapılan Önemli Zeytin Çeşitlerine Ait Bilgiler

Çeşit Adı	Orijin	Dağılışı	
		Gösterdiği Yerler	Temel Özellikler
Belluti	Derik (Mardin)	Derik	Verticillium solgunluğuna duyarlıdır. Genellikle yağlık olarak değerlendirilir.
Eğriburun	Nizip (Gaziantep)	İskenderun Nizip Halfeti	Verimi iyidir. Periyodisite gösterir. Soğuğa karşı hassastır. Yeşil ve siyah sofralık olarak değerlendirilir.
Halhali	Derik (Mardin)	Derik Hatay Gaziantep Kahramanmaraş	Verimi orta düzeydedir. Yüksek periyodisite gösterir. Soğuğa aşırı duyarlı değildir. Yeşil kırma sofralık olarak değerlendirilir. Geç olgunlaşan ve kararlı bir çeşittir.

Çizelge 38-devamı

			Yöresel bir çeşittir.
Hırhalı Çelebi	Budaklı Köyü (Birecik, Şanlıurfa)	Budaklı köyü (Tatayn köyü)	Verticillium solgunluğuna duyarlıdır. Daha çok sofralık olarak değerlendirilir. Lokal olarak yayılış gösteren bir çeşittir.
Kalembezi	Nizip (Gaziantep)	Nizip Kilis	Verimi ve periyodisitesi yüksektir. Soğuğa ve kurağa duyarlıdır. Genellikle yağlık olarak değerlendirilir. İri meyveler ev tüketimi için sofralık olarak değerlendirilir.
Kan Çelebi	Nizip (Gaziantep)	Nizip	Verimi yüksektir. Yeşil sofralık olarak değerlendirilir. Erken olgunlaşır. Soğuğa duyarlıdır.
Kilis Yağlık	Kilis	Kilis Oğuzeli Şanlıurfa Merkez Türkoğlu Cizre	Kuvvetli periyodisite gösterir. Soğuğa çok duyarlı değildir. Yüksek yağ kalitesine sahiptir. Verticillium solgunluğuna çok duyarlıdır.
Nizip Yağlık	Nizip (Gaziantep)	Nizip Mardin Cizre	Verimi orta düzeydedir. Periyodisite gösterir. Sıcağa ve kurağa aşırı duyarlı değildir. Yağlık olarak değerlendirilir.
Yağ Çelebi	Gaziantep	Nizip Kilis	Verimi yüksektir. Yüksek periyodisite gösterir. Yağlık olarak değerlendirilir. İri meyveli olanlar sofralık olarak değerlendirilebilir.
Yuvarlak Çelebi		Birecik (Budaklı Köyü) Halfeti	Fazla yayılış göstermeyen yöresel bir çeşittir. Sofralık değerlendirilir. Sinonimi Yuvarlak Celep'tir.

Çizelge 38-devamı

Zoncuk	Derik (Mardin)	Derik	İri meyvelidir. Sofralık olarak değerlendirilir. Lokal olarak bulunur.
Mavi	Derik (Mardin)	Derik	Meyveleri iridir. Genellikle yağlık olarak değerlendirilir. Lokal olarak bulunur.
Melkabazı	Derik (Mardin)	Derik	Meyveleri iridir. Sofralık olarak değerlendirilir. Lokal olarak bulunur.

Kaynak: Mete ve Çetin, 2006; Özlü, 2011; Efe vd., 2016; Pekcan, 2016'dan derlenmiştir.

Karadeniz Bölgesi: Bölge kıyılarında çok yoğun olmamakla birlikte zeytin yetiştiriciliği yapılır. Yetiştirilen bu zeytinler yöre halkının ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde küçük ev tipi işletmelerde işlenmektedir. Bölge günümüzde her ne kadar zeytincilik için elverişli ortamlar sunmasa da bu çalışmada üretilen gelecek projeksiyonları, gelecek yıllarda zeytin yetiştirilen alanların kuzeye doğru olası bir kayma göstereceği ve bununla beraber bölgenin zeytincilik için uygun ortamlar sunabileceğini öngörmektedir. Bu nedenle bölgedeki yerel ekolojik şartlara uyum sağlamış çeşitlerin korunması önemlidir. Artvin, Kastamonu, Ordu, Samsun, Trabzon ve Zonguldak illerinin soğuk kuzey rüzgarlarından korunaklı alanlarında zeytin tarımı yapılmaktadır. Özellikle Artvin'de bulunan Çoruh Vadisindeki mikroklima ortamında zeytin yetiştiriciliği yapılmakta ve yöresel çeşitler üretilmektedir (Şekil 83).

Bölgede; Butko, Gölvala, Marantelli, Otur, Patos, Samsun Tuzlamalık, Samsun Yağlık, Satı, Sinop No. 1, Sinop No. 2, Sinop No. 4, Sinop No.5, Sinop No.6, Trabzon Yağlık gibi çeşitler yetiştirilmektedir (Şekil 84). Bu çeşitler ile ilgili genel bilgiler Çizelge 39'da sunulmuştur.

Çizelge 39-devamı

Gölvala	Artvin	Artvin	Orta derecede verimlidir. Erkencidir. Soğuklara dayanıklıdır. Daha çok yağlık olarak değerlendirilir.
Marantelli	Akçabat (Trabzon)	Akçabat	Erken olgunlaşır. Soğuğa dayanıklıdır. Yağ oranı düşüktür. Sofralık olarak değerlendirilir.
Otur	Artvin	Artvin	Verimi iyidir. Yüksek periyodisite gösterir. Soğuğa dayanıklıdır. Yağlık ve siyah sofralık olarak değerlendirilebilir.
Patos	Artvin	Artvin	Meyvesi erken koyulaşır. Verimi orta derecedir. Soğuğa karşı hassastır. Zeytin dal kanserine duyarlıdır. Siyah sofralık olarak değerlendirilir.
Samsun Tuzlamalık	Samsun	Samsun	Yöresel bir çeşittir ve lokal olarak yayılış gösterir. Orta erkencidir. Soğuğa dayanıklıdır. Sofralık işlemeye daha uygundur.
Samsun Yağlık	Samsun	Samsun	Orta verimli bir çeşittir. Lokal olarak görülür. Periyodisite düşüktür. Soğuğa karşı duyarlıdır. Orta erkencidir ve yağlık olarak işlenir.
Satı	Artvin	Artvin	Yöresel bir çeşittir. Orta derecede verimlidir. Erkencidir ve soğuğa duyarlıdır. Verticillium solgunluğuna çok duyarlıdır. Yağlık ve sofralık olarak değerlendirilebilir.

Çizelge 39-devamı

Sinop No.1	Sinop	Sinop	Yöresel bir çeşittir. Verimlidir. İyi bakıldığında her yıl düzenli verim verir. Soğuklardan etkilenir. Yağlık ve sofralık olarak değerlendirilebilir.
Sinop No.2	Sinop	Sinop	Yöresel bir çeşittir. İyi bakıldığında her yıl düzenli verim verir. Periyodisitesi fazla yüksek değildir Soğuklara duyarlıdır. Yağlık ve sofralık olarak değerlendirilebilir.
Sinop No.4	Sinop	Sinop	Yöresel bir çeşittir. Orta derece verimlidir. Meyveleri erken olgunlaşır. Soğuklara karşı aşırı duyarlı değildir. Yağlık ve sofralık olarak değerlendirilebilir.
Sinop No.5	Sinop	Sinop	Yöresel bir çeşittir. Verimlidir ve düşük periyodisite gösterir. Soğuklara karşı duyarlıdır. Sofralık olarak değerlendirilir.
Sinop No.6	Sinop	Sinop	Yöresel bir çeşittir. Orta derecede verimli ve erkencidir. Soğuklara karşı dayanıklıdır. Yağlık olarak değerlendirilir.
Trabzon Yağlık	Trabzon	Trabzon	Yöresel bir çeşittir. Soğuklara dayanıklıdır. Yağlık işlenir.

Kaynak: Mete ve Çetin, 2006; Özlü, 2011; Efe vd., 2016; Pekcan, 2016'dan derlenmiştir.

4.8.5. Aşırı Hava Olaylarından Koruma

Türkiye'de uygun şartlarda zeytin yetişen alanlarda yıllık ortalama sıcaklık 16°C'dir (Efe vd., 2009, s. 24). Yıllık ortalama 14°C ise zeytin yetiştiriciliğinin ülkemizdeki alt sınırı belirler. Zeytin ağacının hayati fonksiyonlarını devam ettirebilmesi için en düşük sıcaklık değeri ise -7°C'dir (Efe vd., 2011, s. 87). Zeytin ağacı, ocak ayından nisan ayına kadar soğuklama ihtiyacı duyan bir bitki olması nedeniyle, aylık ortalama sıcaklıklar bitki üzerinde büyük önem taşır. Aylık ortalama

sıcaklıklar bitkinin fenolojik evreleri üzerinde son derece büyük öneme sahiptir ve ihtiyaç duyduğu sıcaklık değerleri fenolojik evrelere göre farklılık gösterir (Temuçin, 1993, s. 119). Normal bir gelişim için gerekli olan sıcaklık değerleri Çizelge 40'ta yer almaktadır.

Çizelge 40. Zeytinin Fenolojik Dönemlere Göre Sıcaklık İsteği

Vejetasyon İsteği	Sıcaklık İsteği
İlk sürgünlerin görülmesinden somak oluşumuna kadar geçen dönem (Şubat -Mart)	5-10°C
Çiçeklenme dönemi (Mayıs-Haziran)	15-20°C
Meyve oluşumu ve büyüme dönemi (Temmuz-Ekim)	20-25°C
Olgunluk dönemi (Ekim-Kasım)	15°C
Tam olgunluktan hasat sonuna kadar olan dönem (Kasım-Ocak)	5°C

Kaynak: Temuçin, E. (1993). Türkiye'de zeytin yetişen alanların sıcaklık değişkenine göre incelenmesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 7(1), 117-131.

Zeytin, soğuklama ihtiyacını +7°C ile -7°C arasında karşılayabilmektedir (Efe vd., 2011, s. 87). Ancak soğuklama ihtiyacı çeşitlere göre farklılık göstermektedir. Örneğin, Gemlik çeşidinde 600 saat, Domat, Ayvalık ve Çakır çeşitlerinde ise bu süre 1000 saatten fazla olduğu belirtilmektedir (Varol, 2006, s. 51). Zeytinin soğuklama isteği olan bir ağaç olmasına rağmen -5°C ile -10°C arasındaki soğukluk ve bu soğukluğa bitkinin uzun süre maruz kalması, zeytin ağacının çeşitli organlarının zarar görmesine (Pekcan, 2016, s. 37), hatta çok düşük sıcaklıklar ağacın ölümüne dahi yol açmaktadır (Çizelge 41).

Çizelge 41. Düşük Sıcak Değerlerinin Fenolojik Etkileri

Fenolojik Etki	Sıcaklık Değeri
Ağaçtaki hassas dokuların ölümüne neden olan hasarlar meydana gelir	-5°C
Bazı çeşitler için soğukluğa dayanımın en son sınırındır	-7°C
Tüm ağacın ölümüne neden olur	-10°C

Kaynak: Pekcan, T. (2016). Zeytinin tanımı, önemi, ekolojik istekleri ve zeytinde gübreleme. İ. Yokaş (Ed.), *Zeytin ve Zeytinyağı* içinde (s. 5-53). Ankara: Efil Yayınevi.

Düşük sıcaklık değerlerinin zeytin ağacı üzerinde hasarlar meydana getirdiği gibi yüksek sıcaklık değeri de bitki üzerinde olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olabilir. Yüksek sıcaklıklarda yaprakta sararmalar, uçlarda kıvrılmalar, meyvelerde

lekelenmeler ve zamanla dökülmeler görülürken (Ayça Uçkun, 2022, s. 46), 40°C ile 45°C arasındaki sıcaklık değerlerinde fotosentez tamamen durur (Efe vd., 2011, s. 88). İlkbahar aylarındaki yüksek sıcaklıklar döllemeyi engeller ve meyve tutumu gerçekleşmez. Kış aylarında mevsim normallerinin üzerindeki sıcaklık değerleri nedeniyle de zeytin ağacı erken uyanır ve zamanından önce sürgün verir. Kış aylarında sıcaklık değerlerinin mevsim normallerine dönmesiyle de bitki üzerinde hasarlar meydana gelir (Özilbey, 2020, s. 44). Bununla beraber kuzey bakıda ve eğimli arazilerde yer alan zeytinliklerde gece ve gündüz sıcaklık farklarının yüksek olması, bitki üzerinde hasarların meydana gelmesine neden olur (Alper, 2006, s. 36). Zeytin ağaçlarının yüksek ısıya ve doğrudan uzun süre güneş ışınlarına maruz kalması güneş yanıklıklarının ortaya çıkmasına neden olur. Güneş yanıkları büyümeyi etkilediği gibi bazı hastalıkların oluşmasını tetikleyebilir ve hatta genç ağaçların ölmesine de neden olabilir (Akça Uçkun, 2022, s. 47).

Yıl içerisinde düşen yağış miktarı ve bu yağışın aylara göre dağılımı ve şekli sıcaklık kadar önemlidir. Zeytin ağacının yıllık yağış gereksinimi 700-800 mm'dir (Pekcan, 2016, s. 39). Yıllık 350 mm civarındaki yağış ise bitki için alt sınırı belirler (Ponti vd., 2014, s. 5598). Yağışın normalin üzerinde düşmesi zeytin ağacı ve kültür faaliyetlerinin gerçekleştirilmesini zorlaştırır. Örneğin, normalin üzerinde yağış düşmesi hasadın zorlaşmasına, ağacın normalin üzerinde sürgün vermesine, azotlu gübrenin yıkanmasına, eğimli arazilerde kurulan zeytinliklerde erozyonun yaşanmasına, toprak pH'sının düşmesine, taban suyu seviyesinin yükselmesine ve bu nedenle köklerin çürümesine neden olur (Alper, 2006, s. 37; Özilbey, 2020, s. 45). Yağışın normalin altında düşmesi ise bitkinin su stresi yaşamasına, dolayısıyla bitki ve ürün üzerinde zararların ortaya çıkmasına neden olur. Bununla beraber yağışın mevsimlere göre dağılımı oldukça önemlidir. Çünkü her fenolojik evrenin suya olan ihtiyacı farklıdır.

Düşen yağışın şekli zeytin ağacı için önemlidir. Yağışın dolu ve yoğun kar şeklinde düşmesi zeytin yetiştiriciliği için istenmeyen durumdur. Yağışın dolu şeklinde düşmesi bitki üzerinde olumsuz bir etki gösterebilir. Dolunun hangi mevsimde düştüğü, dolu tanesinin boyutu ve yoğunluğu dolunun zeytin ağacına yapacağı hasarı belirler. Dolu yağışı, zeytinlerin yüzeyinde yaralanmalara, ezilmelere ve meyvelerin dökülmesine neden olabildiği gibi yapraklar ve dallar üzerinde de zararlara neden olabilir. Özellikle çiçeklenme döneminde meydana gelen dolu yağışı, çiçeklerin ve

tomurcukların zarar görmesine ve dökülmelerin yaşanmasına sebep olabilir. Bu durum gelecek yılın hasat döneminde verim kayıplarının yaşanmasına yol açabilir. Dolu yağışı daha çok genç fidanlara zarar verebilir. Dolu yağışı, verim çağındaki veya yaşlı ağaçlarda genellikle dolunun çarptığı bölgelerin hastalıklara açık hale gelmesine neden olarak istenmeyen durumlara yol açabilir (Akça Uçkun, 2022, s. 44). Yağışın kar olarak düşmesinin zeytin ağacı üzerinde hem olumsuz hem de olumlu yönleri vardır (Şekil 85). Yoğun kar yağışı nedeniyle dallarda biriken kar, dalların kırılmasına neden olabildiği gibi, kar yükünü taşıyamayan genç ve ince dallı fidanların devrilmelerine veya ciddi şekilde zarar görmelerine neden olabilir. Kar yağışı nedeniyle ağacın karla kaplanması ağacın güneş ışığından yararlanmasını engeller. Kar yağışı ve düşük sıcaklık zeytin ağacının fotosentez yapma yeteneğini düşürür ve bu durum ağacın büyüme hızını yavaşlatır. Düşük sıcaklık değerlerinin etkisiyle toprak yüzeyinde biriken kar, toprağın donmasına yol açabilir ve donmuş toprak, köklerin su ve besin maddesini alımını engelleyebileceği gibi yüzeye yakın olan köklerin zarar görmesine neden olabilir. Öte yandan kar yağışının zeytin ağacı ve toprak üzerinde bazı olumlu etkileri de vardır. Örneğin, kısa süreler için ağaç üzerindeki kar, ısı kaybına karşı zeytin ağacını koruyabilir veya eriyen kar suyunun yavaş yavaş toprağa sızması toprak su rezervinin artmasına katkı sağlayabilir.



Şekil 85. Gemlik (Bursa) Civarında Kar Yağışı Etkisinde Kalan Bir Zeytinlik

Kaynak: Prof. Dr. İsa CÜREBAL

Sert esen rüzgarlar da zeytin ağaçlarının zarar görmesine neden olabilir. Özellikle kuvvetli fırtınalar ağaçların devrilmesine, meyvelerin dökülmesine, dalların zarar görmesine ve meyvelerde morarmalara neden olabilmektedir. Bununla birlikte rüzgarların zeytin ağacı üzerinde olumlu etkileri de vardır. Nisan-Mayıs aylarında hafif esen rüzgarlar döllemeye yardımcı olur. Ancak mayıs ayı sonlarında güneyden esen

rüzgarlar kurutucu etki gösterdiğinden çiçeklerin döllemesini engeller. Yazın güney segmentli olarak esen rüzgarlar toprak neminin azalmasına neden olur ve bu rüzgarların devam etmesi halinde zeytin danelerinde buruşukluk meydana gelir (Alper, 2006, s. 38; Pekcan 2016, s. 39).

Yüksek ve çok düşük sıcaklıklar, aşırı yağışlar ve yağışın şekli, güneş ışığına fazlaca maruziyet ve su kıtlığı gibi zeytin ağacı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilecek durumlar, kısa vadeli uyum stratejilerini zorunlu kılmaktadır. Düşük sıcaklıkların neden olduğu dona karşı bakır sprej uygulamasının yapılabileceği tavsiye edilmektedir (Fraga vd., 2021, s. 8). Ancak zeytin ağacının aşırı dona maruz kaldığı durumlarda, ölü dokular ağaçtan ayrılmalı, yeni filizlerin büyümesi için budama yapılmalı, bitkinin tekrar kendini toparlayabilmesi için hafif azot içerikli gübreleme yapılmalı ve toprağı işlememeye özen gösterilmelidir (Akça Uçkun, 2022, s. 40). Yeni kurulacak zeytin tesisleri don tehlikesinin düşük olduğu alanlara kurulmalıdır. Üreticinin kaybını telafi edebilmek için hem mevcuttaki zeytinlikler hem de yeni kurulacak zeytinlikler mutlaka sigortalanmalıdır.

Su yetersizliğinden kaynaklı stresi iyileştirmek için kaolin sprejlerin kullanabileceği önerilmektedir. Kaolin sprejleri aynı zamanda zeytin ağacında oluşabilecek sıcaklık stresini ve güneş yanığı etkilerini de azalttığı belirtilmektedir (Brito vd., 2018, s. 37). Aşırı hava sıcaklıklarında yeterli sulama yapılmalıdır. Sulama yaparken suyun verimli bir şekilde kullanılmasına özen gösterilmeli, damla sulama gibi verimli sulama yöntemleri tercih edilmelidir. Toprak nemini korumak ve buharlaşmayı azaltmak için malçlama uygulaması yapılmalıdır. Yeni kurulacak tesis kuraklık koşullarına ve/veya soğuklara maruz kalacaksa mutlaka kuraklığa ve/veya soğuğa dirençli zeytin çeşitleri tercih edilmelidir. Zeytin ağaçlarını güneşten korumak ve yüksek güneş ışığından gelebilecek zararlı etkileri önleyebilmek için ağaç gövdeleri kireç ile boyanabilir. Özellikle genç fidanları korumak için geçici gölgeleme yapıları kurulabilir. Rüzgarların hızını ve şiddetini azaltmak adına rüzgâr kıran ağaçlar veya yapılar dikilebilir. Ayrıca rüzgârdan dolayı kırılacak dallar desteklenebilir. Kar yağışı sonrası dallarda biriken karların dallara zarar vermeden temizlenmesi, karın ağırlığından kaynaklı dalların kırılma riskini azaltır. Ekstrem hava olaylarına karşı önceden tedbir alabilmek için erken uyarı sistemleri kullanılabilir. Güneş ışığından optimum şekilde yararlanabilmek için çok soğuk bölgelerde güney bakılı araziler, sıcak ve kurak bölgelerde ise kuraklığı arttıran güney bakı dışındaki diğer bakılı

araziler zeytincilik için uygun olacaktır. Ayrıca güneş ışığından faydalanabilmek için doğru dikim şeklinin uygulanması da önemlidir.

4.8.6. Hastalık ve Zararlılarla Mücadele

İklim değişikliği karşısında hastalık ve zararlılarla mücadele önemli yönetim stratejilerinden biridir. Değişen iklim koşulları beraberinde hastalıkların ve zararlıların coğrafi dağılımını, biyolojik döngülerini, enfeksiyon oranlarını ve yoğunluklarını değiştirebilir. Böyle bir değişim zeytin üretimini tehdit edebilir ve yönetim zorlukları ortaya çıkarabilir. Bu çerçevede zararlı yönetim stratejilerini iklim ve çevre şartlarına göre yeniden değerlendirmek ve adaptasyon yöntemleri geliştirmek son derece önemlidir (Caselli ve Petacchi, 2021, s. 2).

Zeytin yetiştiriciliğinde hastalık ve zararlılarla mücadele, sağlıklı ve verimli bir üretim için kritik bir öneme sahiptir. Etkili bir mücadele stratejisi hem biyolojik hem de kimyasal yöntemlerin yanı sıra kültürel önlemleri de içermelidir. Hastalık ve zararlıların bulaşma risklerini azaltmak için toprak işleme, sulama, gübreleme, budama ve dikim gibi kültürel işlemlerin doğru bir şekilde yerine getirilmesi gerekmektedir. Bununla beraber belirli bir bölgede yaygın bir hastalık ve zararlı var ise bu hastalık ve zararlılara dayanıklı, çevresel koşullara adaptasyon sağlayabilecek zeytin çeşitlerinin kullanılmasına özen gösterilmelidir. Örtü bitkisi veya ara ziraat yapmak için kullanılacak bitkilerin hastalıklara duyarlı olmamasına dikkat edilmelidir. Uygun sulama sistemleri ve teknikleri kullanılmalıdır. Sulama yaparken aşırı sulamadan ve gövdeye çok yakın sulamadan kaçınılmalıdır. Doğal, kültürel, biyolojik ve biyoteknik önlemlere ve yöntemlere öncelik verilmeli, kimyasal ilaç kullanımı mutlak minimumda tutulmalıdır. Eğer kimyasal ilaç kullanımı zorunlu ise en az toksik olan veya en az kalıcı olan ve genel olarak insan ve çevre üzerindeki etkisi en az olan kimyasal ilaçlar tercih edilmelidir. Sadece onaylı formülasyonlara sahip kimyasal ilaçlar kullanılmalıdır ve üzerinde yazan talimatlara mutlaka uyulmalıdır. Tavsiye edilen miktarın üzerinde ilaçlamadan kaçınılmalıdır. İlaçlama yaparken yarı veya tamamen otomatik ekipmanlar kullanılmalı ve bu ekipmanların sağlıklı çalıştığından emin olunmalıdır. Son ilaçlama ile hasat arasında geçmesi gereken süreye uyulmalıdır.

Hastalıklardan korunmak için taban suyunun yüksek olduğu, ağır bünyeli topraklara sahip ve çok nemli olan sahalarda zeytinliklerin kurulmaması önemlidir. Hastalıklardan korunmak ve hastalıkların yayılımını azaltmak için zeytinliklerin iyi bir

drenaja sahip olması gereklidir. Hastalığın bulaşıcılığını önlemek adına karık ve salma sulama yapılmamalıdır. Hastalıklı yapraklar toplanmalı, hastalıklı dal ve sürgünler budanmalıdır. Hastalıklı budama artıkları zeytinlikten uzaklaştırılmalıdır. Budama özenle yapılmalı, nemli ve yağışlı günlerde budama yapılmamalıdır. Budamada kullanılan aletler dezenfekte edilmelidir. Yeni kurulacak zeytinliklerde sağlıklı fidanların dikeleceğinden emin olunmalıdır. Dikim zamanlaması ve yoğunluğu uygun olmalıdır. Don olaylarının sık yaşandığı alanlarda zeytinlik kurulmamalıdır. Gereğinden fazla gübreleme yapmaktan kaçınılmalı, gübreleme sadece toprak ve yaprak analizlerinden elde edilen sonuçlara uygun olarak yapılmalıdır. Zeytinliklerde görülen bazı hastalıklar (Erten, 2006, s. 116);

- Halkalı Leke (*Spiloteace oleagina* Cast. Hung.)
- Zeytin Dal Kanseri (*Pseudomonas savastanoi* pv. *Savastanoi*)
- Verticillium Solgunluğu (*Verticillium dahliae*)
- Armillaria Kök Çürüklüğü Hastalığı (*Armillaria mellea*)
- Rosellinia Kök Çürüklüğü Hastalığı (*Rosellinia necatrix* Prill.)
- Antraknoz-Çürükleke (*Gloeosporium olivarium* Alm.)
- Zeytin Virüs Hastalıkları

Halkalı Leke (*Spiloteace oleagina* Cast. Hung.) zeytinde görülen en tehlikeli hastalıktır ve tüm Akdeniz Havzası'ndaki zeytinlikleri tehdit etmektedir (Crovetti, Belcari ve Raspi, 1997, s. 226). Bu hastalığın kaynağı *Spiloteace oleagina* adında bir mantardır. Hastalık 9°C altında ve 30°C'nin üzerinde gelişemez. Yapraklarda oluşan halkalar nedeniyle hastalık bu ismi alır. Hastalık, yaprakların fonksiyonunu bozduğundan az meyve tutumuna, meyvelerin erken dökülmesine hatta yaprakların tamamen dökülmesine neden olur. Bu hastalık özellikle aşırı sulanan, nemli ve ağır bünyeli topraklarda ve denize yakın zeytinliklerde her yıl görülebilir (Erten, 2006, s. 116).

Zeytin ağaçlarında olumsuzluklara ve ekonomik kayıplara neden olan bir diğer faktör ise zeytin zararlılarıdır. Bu nedenle zararlı türlerin izlenmesi ve zararlılık eşiğinin belirlenmesi önemli bir stratejidir. Zararlıların zeytin ağacına ve ürün üzerine bırakabilecekleri hasarlar uygun yöntemlerle azaltılabilir. Örneğin, Saour ve Makee, (2004) ve Pascual vd., (2010) yaptıkları çalışmalarda kaolin spreylerinin koruyucu

özelliik göstererek zararlıların zeytin üzerindeki etkisini azalttığını ifade etmişlerdir. Bununla beraber, zararlılarla mücadelede bu zararlıların parazitoiti ve/veya avcı türleri kullanılabilir. Bu biyolojik yaklaşımla kimyasal ilaç kullanımını da en aza indirilmiş olur. Tuzaklamalar yapılarak kitlesel yakalama veya çiftleşmeyi bozmaya dayalı biyoteknik yöntemler uygulanabilir. Özellikle zararlıların etkisiyle zayıf düşmüş ağaçları güçlendirmek, kuruyan veya bulaşık olan dalları kesmek, kesilen bu dalları zeytinlikten uzaklaştırmak, uygun gübreleme yapmak ve aşırı sulamadan kaçınmak önemlidir. Ağaçların sürekli sağlıklı olmasını sağlamak için uygun ışık ve hava alma şartları sağlanmalıdır. Zeytin zararlıları (Topuz, 2006, s. 97);

- Zeytin Sineği (*Bactrocera oleae* Gmelin)
- Zeytin Güvesi (*Prays oleae* Bern.)
- Zeytin Kara Koşnili (*Saisetia oleae* Oliver)
- Zeytin Kabuk Biti (*Parlatoria oleae* COLV.)
- Zeytin Pamuklu Biti (*Euphyllura olivina* Costa.)
- Zeytin Yara Koşnili (*Pollinia pollini*)
- Ağaç Sarıkurdu (*Zeuzera pyrina*)
- Filiz Kıran (*Phloeotribus scarabeoides* Bern.)
- Dal Kurutan (*Hylesinus oleiperda* F.)
- Zeytin Tripsi (*Liothrips oleae* Bern.)
- Zeytin Kırılğıç Böcekleri (*Agalmatium flavescens* Oliv. ve *A. bilobum* Fieb.)

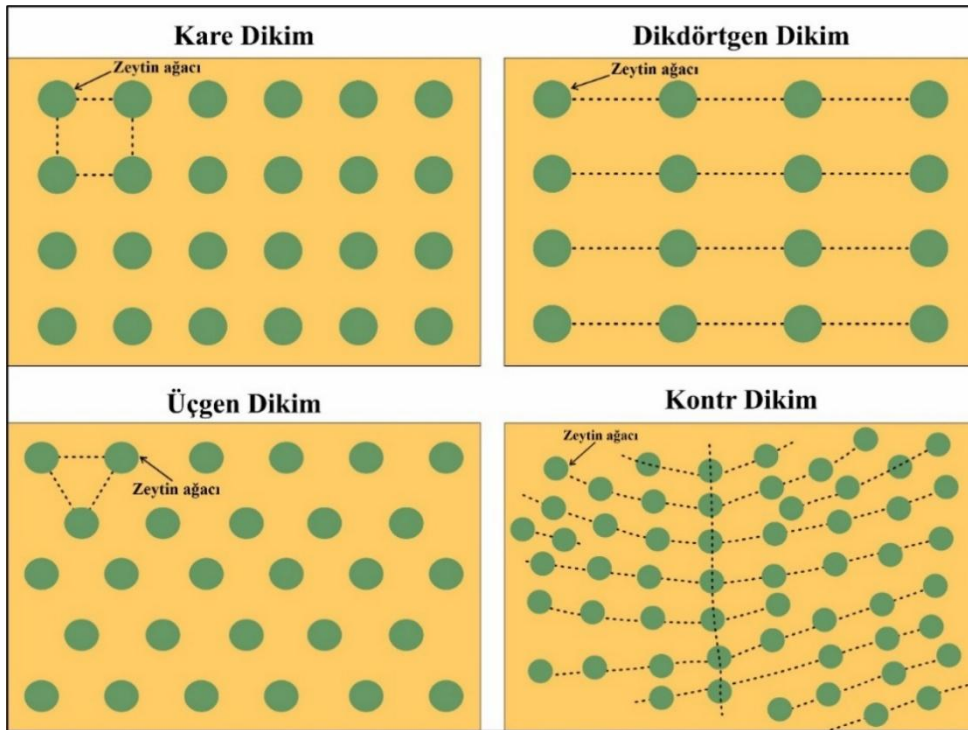
Zeytin Sineği (*Bactrocera oleae* Gmelin), zeytinliklerin en önemli probleminde biridir. Zeytin Sineği, Akdeniz Havzası'nda hem yabani hem de kültür zeytinleri ile beslenen tek sinektir. Bu sinek, Akdeniz Havzası'nın sahil ve ova kesimlerinden, zeytin yetiştiriciliğinin sınırlandırıldığı kesimlere kadar her yerde bulunabilir. 31°C'nin üstündeki sıcaklıklarda sineğin ölüm oranı artar ve düşük sıcaklık ise sineğin yumurtlama faaliyetini engeller (Crovetti, Belcari ve Raspi, 1997, s. 226). Zeytin sineği özellikle zeytinlerin kurtlanmasına ve asitliğinin artmasına neden olarak üreticinin ekonomik kayıp yaşamasına sebebiyet verir (Güneri, 2016, s. 73). Kitlesel tuzaklama yöntemleri ile popülasyonları azaltılabilir. Ayrıca meyvelerin, iyi

yağ kalitesini garanti etmek ve zeytin sineği istilasından kaçınmak için doğru zamanda hasat son derece önemlidir.

4.8.7. Dikim Teknikleri

Zeytin tarımında dikim teknikleri, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltabilmek amacıyla dikkate alınması gereken önemli stratejilerden biridir. Özellikle son yıllarda geleneksel dikim tekniklerinin yanında sık dikim ve süper sık dikim gibi daha yenilikçi dikim tekniklerinin uygulanmaya başlanması, daha yüksek ve istikrarlı verim artışlarına olanak tanıyarak iklim değişikliğinin sektör üzerindeki baskısını azaltmaktadır. Ancak günümüzde büyük ölçüde devam eden geleneksel zeytin yetiştiriciliğinde kullanılan eski dikim teknikleri, önemli ekonomik sorunlar oluşturmaktadır. Zeytin yetiştiriciliği yapılan alanlarda farklı dikim şekilleri kullanılmaktadır. Kare, dikdörtgen, üçgen ve tesviye eğrilerine göre yapılan dikim tasarımları, geleneksel yöntemlerle zeytincilik faaliyetlerini sürdüren zeytinliklerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 86).

Kare Dikim: Bu dikim şekli köşeleri dik açı yapan ve küçük arazilerde uygulanır. Sıra araları ve sıra üzeri eşit mesafede olarak dikim gerçekleştirilir.



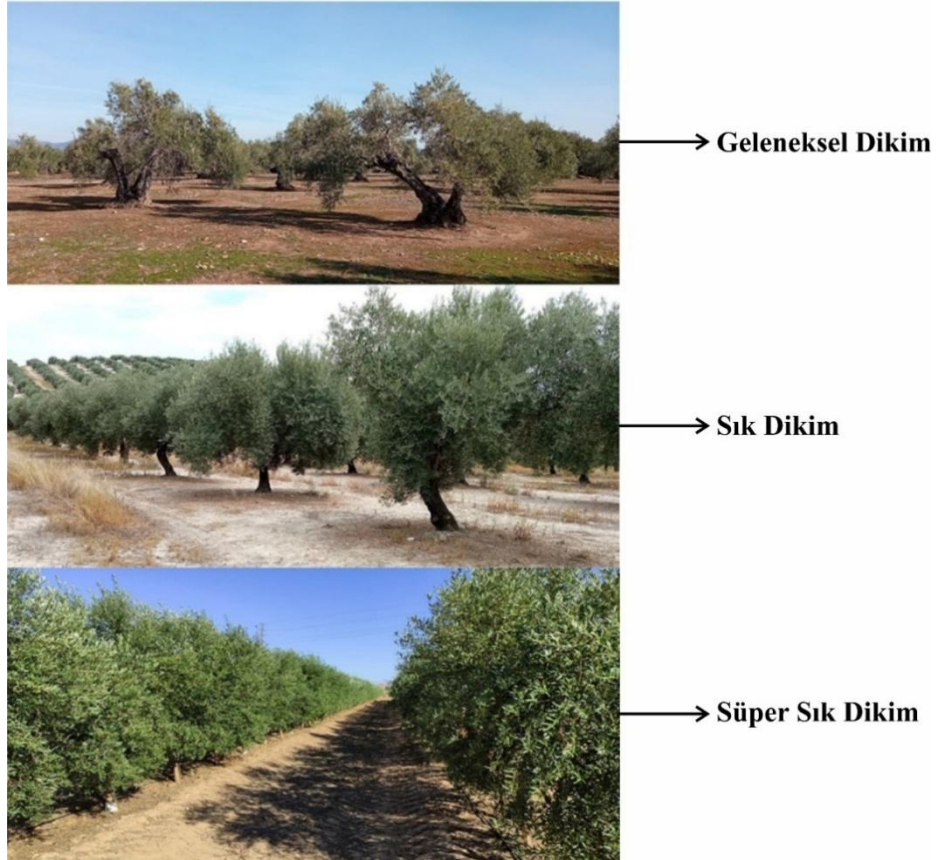
Şekil 86. Farklı Dikim Şekilleri

Dikdörtgen Dikim: Genellikle ara ziraat yapmak istenen durumlarda uygulanan dikim şeklidir. Sıra üzerleri dar, sıra araları ise ara ziraat için geniş bırakılır.

Üçgen Dikim: Fidanlar birbirine eşit mesafede dikilir. Dikilen her fidan eşkenar bir üçgenin köşelerinde yer alır. Bu dikim şekli ile araziye daha fazla fidan dikimi yapılır. Bu tasarım ara ziraat yapımı için uygun olmamakla beraber geniş olan araziler için uygundur.

Tesviye Eğrilerine göre (Kontr) Dikim: Eğimli arazilerde toprak ve su koruma önlemleri olarak taraçalama yapılmasından sonra uygulanabilecek dikim şeklidir. Sıra araları eşit değildir. Bu dikim şeklinin uygulandığı arazilerde zeytinliklerin kurulması pek tavsiye edilmemektedir (Alper, 2006, s. 43).

Geleneksel olarak yağmurla beslenen koşullar altında gerçekleştirilen zeytin yetiştiriciliği, düşük yoğunluklu zeytin bahçelerinde yapılmaktadır. Bu tür zeytinliklerde hektar başına 200’den daha az ağaç bulunur (Şekil 87). Ancak sık dikim yapılan zeytin bahçelerinde hektar başına 300-400 ağaç, süper sık dikim yapılan zeytin bahçelerinde ise hektar başına 1200’den daha fazla ağaç bulunur (Russo vd., 2015, s. 498).



Şekil 87. Farklı Dikim Tekniklerine göre Zeytin Bahçeleri

Kaynak: Guerrero-Casado, J., Carpio, A. J., Tortosa, F. S., and Villanueva, A. J. (2021). Environmental challenges of intensive woody crops: The case of super high-density olive groves. *Science of the Total Environment*, 798, 149212.

Zeytin yetiştiriciliğinde sık dikim ve süper sık dikim teknikleri, geleneksel dikim yöntemlerine göre çeşitli avantajlar sunmaktadır. Sık dikim teknikleri özellikle tarım teknolojilerinin daha etkin kullanılmasını sağlar. Sık dikim ve süper sık dikim teknikleri ile birim alandan alınan verim artar, erken ürün alımı sağlanır ve 5. veya 6. yıldan sonra verim stabil hale gelir (Russo vd., 2015, s. 498). Makineyle budama ve hasat kolaylaşır. Makine kullanımı nedeniyle işçilik maliyetleri azalır. Makineyle hasada imkân verdiği için geleneksel yöntemlerle yapılan hasatlardaki olumsuzluklar ortaya çıkmaz, hasat sırasında ağaçta ve/veya meyvede meydana gelebilecek zarar oranları en aza indirilir. Makineyle hasat, aynı zamanda hasat süresini kısaltarak hasat ile işleme arasındaki sürenin kısılmasına ve özellikle daha kaliteli zeytinyağlarının elde edilmesine katkı sağlar (Efe vd., 2011, s. 135). Düzenli ve sık dikim modern sulama ve gübreleme sistemlerinin entegrasyonunu kolaylaştırır. Geleneksel zeytinliklere kıyasla sık dikim tekniklerinde su kullanımı neredeyse yarıya iner. Bu yöntemle kurulan tesislerde özellikle damlama ve yeraltı damlama sistemlerinin kullanılması uygundur. Ağaç başına kullanılan gübre miktarı geleneksel zeytinliklere kıyasla önemli ölçüde azalır.

Sık dikim tekniklerinin eğimli alanlarda uygulanmasının zorluğu ve su kaynaklarının yetersizliği gibi bazı sınırlamaları vardır. Geleneksel yöntemlerle dikilen zeytinliklerden farklı olarak, sık dikim tekniklerinin uygulandığı zeytinliklerde yaklaşık her 20 yılda bir plantasyonun yenilenmesi gerekmektedir. Ayrıca sık dikim teknikleri her çeşit için uygun değildir ve bu tekniklerin uygulanabilmesi için belirli zeytin çeşitlerinin kullanılması gerekir (Guerrero-Casado vd., 2021, s. 2) Örneğin, Arbequina, Arbosana, Coratina, Frantoio, Mission, Tosca 07 ve Manzanillo de Sevilla gibi çeşitlerin sık dikim tekniklerine uygun olması nedeniyle, dünyanın farklı coğrafyalarındaki zeytinliklerde tercih edilmektedir. Bu çeşitler yavaş büyüme özelliği ve düşük periyodisite göstermesi, erkenci olması, yüksek verimli ve kendini dölleyebilir özellikte olmaları nedeniyle üreticiler tarafından tercih edilmektedir (Efe vd., 2011, s. 137). Çeşit tercihi yaparken çeşidin özelliklerinin iyi bilinmesi ve tesisin doğal çevre koşullarına iyi uyum sağlayabilecek olması gibi kriterlere dikkat edilmelidir. Sık dikim ve süper sık dikim teknikleri geleneksel dikim tekniklerine kıyasla yeni kurulacak zeytin tesisi için daha yüksek bir maliyet gerektirir. Ancak uzun vadede sağladıkları verimlilik ve maliyet avantajları nedeniyle dünyanın pek çok bölgesindeki ve ülkemizdeki uygun sahalarda yaygınlaşmaktadır. Yeni kurulacak

zeytin tesislerinde özellikle arazinin jeomorfolojik ve toprak yapısı, sağlıklı fidan ve doğru çeşit kullanımı, dikim zamanı, dikim sıklığı ve dikim derinliği dikkate alınması gereken önemli unsurlardır. Bu unsurlarla birlikte doğru bakım ve yönetim uygulamaları kurulacak tesisin başarılı olmasını sağlayacaktır.

4.8.8. Budama

Budama, zeytin ağaçlarında yaprak/kök veya yaprak/odun faaliyetleri arasındaki dengeyi düzenlemek, periyodisiteyi azaltarak verimliliği düzenli hale getirmek, ağaç sağlığını korumak ve meyve kalitesini iyileştirmek için gerçekleştirilen bir uygulamadır. Budama, ağacın vejetatif ve generatif gelişimini destekleyerek sürgün canlılığını artırır, çiçek oluşumunu teşvik eder, olgun ve yaşlı ağaçlarda meyve tutumu ve meyve gelişimini artırır (Gürel, 2006, s. 56, 57). Doğru ve zamanında yapılmış bir budama, zeytin ağacının daha iyi ışık almasını sağlar ve hava dolaşımını artırır. Bu durum fotosentezi destekleyerek verimin artmasına olanak tanır. Budama ile hastalıklı, ölü veya zarar görmüş dalların ağaçtan uzaklaştırılması sağlanır ve bu şekilde hastalık ve zararlılara karşı koruma gerçekleştirilmiş olur. Budama, ağaç şeklinin bulunduğu ortama uymasını, ağacın daha düzgün ve güçlü bir yapı kazanmasını sağlar. Aynı zamanda düzgün ve güçlü bir ağaç hasadın kolaylaşmasına imkân tanır.

Zeytin ağaçlarının budanma tarihleri zeytinliklerin yerel iklim şartlarına göre değişkenlik göstermekle birlikte kış ve ilkbahar aylarında, hasat ile tomurcuklanma arasında yapılması tavsiye edilmektedir (International Olive Council, 2007, s. 54). Budamadan sonra ağaçlar don olaylarına karşı savunmasız olacağından, don olaylarının ve düşük sıcaklıkların ortadan kalkması beklenmelidir. İklim değişikliği zeytin ağaçlarının budaması üzerinde önemli etkiler yaratabilir. Çünkü iklim değişikliğinin yol açacağı yüksek sıcaklıklar ve mevsim kaymaları, zeytin ağaçlarının büyüme ve dinlenme döngülerini etkileyebilir. Bu durum, budama zamanlamasının yeniden gözden geçirilmesini gerekli kılar. Örneğin, ani ve uzun süreli don olayları veya daha sıcak kışlar geleneksel budama zamanlarının yeniden belirlenmesini gerektirebilir.

İklim değişikliği nedeniyle yaşanabilecek yüksek sıcaklık, kuraklık ve su stresi, zeytin ağaçlarının büyüme ve gelişimini tehdit edebilir, periyodisiteyi artırabilir, meyve verimini ve kalitesini etkileyebilir (Orlandi vd., 2020, s. 12; Fraga vd., 2021, s. 6). Doğru budama, iklim değişikliğinin zeytin ağaçları üzerindeki baskısını azaltabilir.

Değişen iklim koşulları, zeytin ağaçlarında yeni hastalıkların ve zararlıların ortaya çıkmasına neden olabilir. Hastalık ve zararlılarla mücadelede budama önemli bir strateji sunar. Budama işlemiyle ağacın su gereksinimi ve kurak koşullardaki olumsuz durumlar azaltılabilir (Cinosi vd., 2024, s.4). Çünkü fazla yapraklı ve aşırı büyük taç yapısına sahip olan ağaçlar daha fazla terleme gösterirler ve bu durum fazlaca su kaybına yol açar (Gürel, 2006, s. 60). Bu nedenle budama ile dal ve yaprakların ağaçtan uzaklaştırılması, su kaybının azaltılmasına ve ağacın kurak dönemlerdeki su stresi altında hayatta kalma başarısının artırılmasına yardımcı olabilir. Budama sırasında ağaca verilecek şekil, kurak ortam şartlarında su stresinin yönetilmesinde etkili bir stratejidir. Örneğin, Efe vd., (2011), kuraklığın etkili olduğu dönemlerde veya kurak sahalarda ağaçları alttan taçlandırmanın, toprağın daha az güneş ışığına maruz kalmasına ve bu sayede buharlaşma ile su kaybının azalmasına imkân tanıyacağını belirtmektedir. Ayrıca sağlıklı budama artıkları, yakılmak yerine malçlama malzemesi olarak kullanılabilir. Bu kullanım, toprak verimliliğinin artmasına ve toprakta buharlaşma yoluyla su kaybının azaltılmasına katkı sağlar. Ancak zararlı ve hastalık taşıyan dallar malçlama malzemesi olarak kullanılmamalı, doğrudan zeytinlikten uzaklaştırılmalıdır.

Zeytin ağaçlarında budama genel olarak 3 farklı amaçla yapılır. Bunlar; şekil budaması, ürün budaması ve gençleştirme budamasıdır.

Şekil Budaması: Ağaca şekil vermek için verimsiz dönemde yapılan budamadır. Genel olarak fidanlar dikilip belirli bir yaşa ve yüksekliğe ulaştıklarında dipten çıkan sürgünlerin temizlenmesiyle gerçekleştirilir. Ağaçların iyi bir gövde ve ana dal sistemi oluşturması şekil budaması ile sağlanır (Efe vd., 2011, s. 215; Özilbey, 2020, s. 69). Zeytin ağaçlarına vazo (goble), şemsiye veya gövdesiz gibi formlardan biri verilebilir. Ancak nemli bölgelerde daha çok goble şekli tercih edilirken, nispeten kurak bölgelerde şemsiye şekli tercih edilmektedir (Güneri, 2016, s. 68). Yapılan denemeler sonucunda en verimli şeklin goble şeklinde budanan ağaçlarda olduğu belirlenmiştir (Efe vd., 2011, s. 216).

Ürün Budaması: Olgun ve yaşlı ağaçlarda verimi ve kaliteyi artırmak, ağacın şeklini korumak, yaprak/kök, yaprak/odun faaliyetleri arasındaki dengeyi sağlamak için gerçekleştirilen budamadır (Efe vd., 2011, s. 216; Özilbey, 2020, s. 70). Ürün budaması hasattan sonra, ağacın güneş ışınlarından en iyi yararlanabileceği ve hava dolaşımının iyi olabileceği şekilde yapılmalıdır. Ağaç tacında bulunan obur dallar

muhakkak alınmalıdır. Sofralık çeşitlere göre yağlık çeşitlerde daha sert bir budama işlemi yapılmaktadır. Yapılabiliyorsa her yıl budamanın yapılması, yapılamıyorsa en azından iki yılda bir budamanın yapılması tavsiye edilmektedir (Güneri, 2016, s. 70). Fazla budamadan kaçınmak gerekmektedir. Çünkü fazla budama ile ağaçta oluşacak yaralar artar ve bu durum hastalık ve zararlılara karşı ağacın daha savunmasız hale gelmesine neden olabilir.

Gençleştirme Budaması: Yaşlı, şekli bozulmuş ve verimden düşmüş ağaçlarda, yeni bir taç oluşturarak verimin tekrar sağlanması adına yapılan budamadır. Genellikle ana dal ve gövde üzerinde ağır işlem yapılır. İşlem yapılan bu organların güneş ışığından zarar görmemesi önemlidir. Bu yüzden gençleştirme budamasından sonra kireç uygulamasının yapılması, gövde ve ana dalın zarar görmesini engellemede yardımcı olur. Gençleştirme budaması ağır bir budama olduğu için ağaç güçsüzleşebilir. Bu nedenle dengeli bir gübreleme ağacın toparlanması açısından önemlidir (Gürel, 2006, s. 66, 67).

4.8.9. Hasat

Zeytin hasadı, zeytinin üretim aşamalarındaki en son kısımdır. Aynı zamanda zeytin hasadı, zeytinin üretim aşamaları içerisinde maliyeti en yüksek olan kültür işlemidir. Hasat ürünün kalitesini, ekonomik değerini ve gelecek yılki verimi belirler. Zeytin hasadında, hasat zamanı ve hasatta kullanılacak yöntem oldukça önemlidir. Çünkü bu durum, doğrudan verimi ve kaliteyi etkilemektedir. Zeytinin hasat zamanı zeytinin çeşidine, iklime ve zeytinin işleme amacına göre farklılık gösterir. Günümüz koşullarında genellikle zeytinlerin hasat zamanı Şekil 88'deki aylara karşılık gelmektedir (Caran, 2006, s. 129). Ancak iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkabilecek yüksek sıcaklıklar ve mevsim kaymaları hasat zamanlarını değişikliğe uğratabilir.



Şekil 88. Zeytinin Hasat Tarihleri

Hasat teknikleri, zeytin üreticisinin sosyo-ekonomik yapısına, çeşit özelliklerine, zeytinliğin arazi yapısına, ağaç dikim aralığına, ağaç ölçülerine ve taç yapısına bağlı olarak farklılık gösterir. Geleneksel olarak yetiştiriciliğin yapıldığı zeytinliklerde daha çok sırıkla vurularak veya elle toplanarak zeytin hasadı yapılır. Bu hasat teknikleri antik çağlarda kullanıldığı gibi günümüzde de halen kullanılmaktadır (Şekil 89; Şekil 90; Şekil 91).



Şekil 89. M.Ö. 520'de Yunanistan'da Zeytin Hasadını Tasvir Eden Bir Amfora (British Museum, London)



Şekil 90. Midilli Adası'nda Zeytin Hasadı (Theophilos, 1873-1934).



Şekil 91. Datça (Muğla) Civarında Sırıkla Zeytin Hasadı

Kaynak: Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., ve Sönmez, S. (2011). *Dünyada, Türkiye'de, Edremit Körfezi çevresinde zeytin ve zeytinyağı*. Balıkesir: Edremit Belediyesi.

Ülkemizde bulunan geleneksel zeytin bahçelerinde; doğrudan ağaçtan elle toplama, sıırıkla ağaca vurularak yerden toplama, elle sıırırlarak toplama, budama yapılarak toplama veya olgunlaşan meyvenin yere doğal düşmesinin ardından yapılan toplama gibi geleneksel hasat yöntemleri kullanılmaktadır. Ülkemizde bulunan zeytinliklerin büyük çoğunluğunun eğimli araziler üzerinde yer alması ve makineli sistemin pahalı olması gibi faktörler üreticiyi ilkel yöntemlerle hasada bağımlı kılmaktadır. Doğrudan elle toplama işlemi hem sofralık hem de yağlık kalitenin korunmasında en ideal teknik olduğu söylenebilir. Bu hasat tekniğı, doğrudan ağacın dallarından meyvenin koparılması suretiyle uygulanır. Meyvenin düşme veya sıırıkla darbe görmesi gibi bir duruma uğramamasından dolayı meyve kalitesi korunmaktadır. Bu teknik, iş gücü ve fazlaca zaman gerektirdiğı için maliyeti yüksektir. Bir diğere geleneksel hasat tekniğı sıırıkla vurularak yapılan hasattır. Sırııklar ağaç dallarına vurularak meyvenin yere serilen örtülerin üzerine dökülmesi sağlanır ve yere dökülen meyveler toplanır (Şekil 92). Sırııkların dallara vurulmasıyla hem ağaç hem de meyve üzerinde olumsuz etkiler ortaya çıkabilir. Sırııkla çarpma sırasında filizlerde ve gözlerde hasarlar ortaya çıkabilir, yeni oluşmuş taze sürgünler kırılabilir, dolayısıyla gelecek yılın verimi de azalabilir. Vurma ve düşme sırasında meyve hasar alır ve hasar

alan meyvenin yağ kalitesi azalır. Ayrıca sırıkla hasat, hastalıkların ağaçlar arasında geçişine neden olabilir (Efe vd., 2011, s. 218; Güneri, 2016, s. 79).

Fizyolojik olarak yeterli olgunluğa ulaşan meyveler yere düşer. Bu düşen meyveler yerden el ile toplanır. Bazı üreticiler bu şekilde hasat yapmayı tercih etmektedir. Ancak yere düşen meyveler hasar görebildiğinden ticari değeri düşmektedir. Bu şekilde hasadı gerçekleştirilen zeytinlerin sofralık değeri önemli ölçüde düştüğü için daha çok yağlık olarak değerlendirilir. Bazı yörelerde dalların elle silkelenerek meyvelerin yere düşürülmesiyle veya budama yoluyla hasat sağlanır (Şekil 93). Dalların silkelenerek meyvelerin düşmesinin sağlanması, dallara ciddi hasar verebilir. Özellikle gelecek yılın verimine etki ederek verimin azalmasına neden olabilir. Bununla beraber yere düşen meyveler yine zarar görebileceğinden ürünün ticari değerinin azalmasına yol açabilir. Bazı yörelerde de elle sıyırma tekniği kullanılarak hasat işlemi gerçekleştirilir. Elle sıyırma tekniği de tavsiye edilen bir hasat tekniği değildir. Çünkü sıyırma işleminde dal uçları zarar görebilir ve bu durum periyodisitenin şiddetli geçmesine, dolayısıyla verimin azalmasına yol açabilir.



Şekil 92. Ayvacık (Çanakkale) Civarındaki Bir Zeytinlikte Sırıkla Hasat

Kaynak: Prof. Dr. İsa CÜREBAL



Şekil 93. Hatay'da Budamayla Yapılan Bir Zeytin Hasadı

Zeytin hasadında, bazı küçük aletlerin ve makinelerin kullanılmasıyla gerçekleştirilen mekanik hasat teknikleri de kullanılmaktadır. Ancak mekanik hasadın yapılabilmesi için zeytinliğin yapısı, ağacın taç yapısı ve yoğunluğu, zeytin tanelerinin yapısı ve olgunluğu gibi bazı agronomik şartların yerine getirilmesi gerekir. Eğimli ve yoğun ağaçlı zeytinlikler büyük hasat makinelerinin çalışmalarını engelleyeceğinden zeytinliğin yapısı makineli hasat için önemli bir unsurdur. Bununla beraber, zeytin ağacının taç yapısı ve kullanılan çeşitlerin özelliği ve homojenliği makineli hasatta dikkate alınması gereken bir diğer unsurdur (Özilbey, 2020, s. 145).

Bazı üreticiler, yere düşen meyveleri tırmık veya süpürgelerle bir araya toplayarak aspiratör yardımıyla vakumlarlar ya da doğrudan aspiratörler yardımıyla ağaçtaki meyveyi vakumlayarak hasat işlemini gerçekleştirirler. Ancak doğrudan ağaçtan vakumlama işlemi her çeşit için uygun değildir. Tarak veya tırmık gibi basit çekme aletlerinin kullanılmasıyla hasadı yapılan zeytinliklerde mevcuttur (Şekil 94, Şekil 95). Bu hasat tekniği özellikle küçük boylu ağaçlardan oluşan zeytinliklerde

kullanımı yaygındır. Tarağın ulaşamadığı yerlerde merdiven kullanılarak hasat işlemi yapılır (Şekil 96). Tarakla hasatta, meyvelerin tarakla koparılarak yere serilen örtülerin üzerine düşürülmesi sağlanır.



Şekil 94. Küçükkuyu-Ayvacık (Çanakkale) Civarında Bir Zeytinlikte Tarakla Zeytin Hasadı

Kaynak: Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., ve Sönmez, S. (2011). *Dünyada, Türkiye'de, Edremit Körfezi çevresinde zeytin ve zeytinyağı*. Balıkesir: Edremit Belediyesi.



Şekil 95. Yüreğil Köyü (Bucak, Burdur) Civarında Tırmık Kullanılarak Yapılan Zeytin Hasadı



Şekil 96. Mut'ta (Mersin) Tarak ve Merdiven Kullanılarak Hasat Yapılan Bir Zeytinlik

Mekanik hasatta elde veya sırtta taşınabilen çırpıcılar ve sarsıcılarda kullanılır. Bu aletler daha çok büyük hasat makinelerinin kullanılmadığı zeytinliklerde kullanılırlar. Çırpıcılar ağaç üzerindeki meyvenin tamamının düşürülebilmesinde etkilidir. Sarsıcılar ise zayıf ve tek yönlü sarsma etkisi ürettiklerinden ağaç üzerindeki meyvenin tamamını düşüremezler. Bu nedenle sarsıcıların kullanımından sonra ağaçta kalan ürünler için fazladan işgücü gerekir. Mekanik hasada başlamadan önce hasadı kolaylaştırması ve düşen meyvelerin zarar görmemesi için ağaç altlarındaki yabancı otlar temizlenmeli, toprak uygun şekilde hazırlanmalıdır. Zeytin hasadında, uygun plantasyonlarda ve üreticinin ekonomik durumuna göre tam teçhizatlı büyük hasat makineleri de kullanılır. Bu makinelerin, ağacın gövdesini veya ana dalını tek yönlü veya çok yönlü sarsma hareketi yapabilme kabiliyeti vardır (Şekil 97). Sarsma hareketiyle meyvelerin ya yere serilen örtüler üzerine düşürülmesi sağlanır ya da makineye bağlı bulunan ve ağaç gövdesinin etrafına yerleştirilen ters şemsiye şeklindeki toplayıcı üzerine düşürülmesi sağlanır. Ters şemsiye üzerine düşen meyveler havalı bir sistem yardımıyla makinenin arkasındaki depoda biriktirilir. Tam

teçhizatlı hasat makineleri bir kişi tarafından kullanılabilir ve saatlik iş kapasitesi yüksektir (Caran, 2006, s. 132).



Şekil 97. Edremit Körfezi'nde Gövde Sarsıcı Hasat Makinası ile Zeytin Hasadı

Kaynak: Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., ve Sönmez, S. (2011). *Dünyada, Türkiye'de, Edremit Körfezi çevresinde zeytin ve zeytinyağı*. Balıkesir: Edremit Belediyesi.

Türkiye'de yer alan zeytinliklerin büyük çoğunluğu yüksek eğim değerine sahip arazilerde bulunmaktadır. Bu nedenle bu tür araziler, tam teçhizatlı hasat makinalarının kullanımını sınırlandırmaktadır. Öyle ki bu tip arazilerde toplanan ürünlerin zeytinin işleneceği tesislere götürülmesi bile büyük bir sorun oluşturmaktadır. Taşıma araçlarının çıkamadığı arazilerdeki zeytinliklerden hasat edilen ürünler katır veya at kullanılarak taşınmaktadır (Şekil 98). Düz veya düze yakın arazilerde, sık dikim veya süper sık dikim teknikleriyle kurulan zeytin plantasyonlarının artmasıyla, yüksek iş kapasitesine sahip tam teçhizatlı hasat makinelerinin kullanımı da artmaktadır. Çünkü geleneksel yöntemlerin hem ağaca ve meyveye zarar vermesi hem de fazla işgücü ve maliyet gerektirmesi, iş gücünün verimsiz ve temininin sorunlu olması nedeniyle büyük zeytin plantasyonlarında kullanımı tercih edilmemektedir. Bununla beraber daha az iş gücü gerektiren büyük hasat makinelerinin hasat süresini kısaltması, meyvenin çok beklemeden işleme tesisine yetiştirilmesi ve daha kaliteli ürün elde edilmesinin sağlanması gibi pek çok faktör bu tip makinelerinin kullanımını cazip hale getirmektedir.



Şekil 98. Eğimli Arazilerde Zeytin Hasadından Elde Edilen Ürünler At veya Katırlarla Taşınır

Kaynak: Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., ve Sönmez, S. (2011). *Dünyada, Türkiye'de, Edremit Körfezi çevresinde zeytin ve zeytinyağı*. Balıkesir: Edremit Belediyesi.

4.8.10. Teknoloji Kullanımı ve Eğitim

Teknolojik yenilik ve üreticinin eğitimi zeytin sektörünün geliştirilmesi ve güçlendirilmesinde önemli bir kilit nokta, iklim değişikliği karşısında da önemli bir uyum stratejisidir. Zeytin yetiştiriciliğinde teknoloji kullanımı, iklim değişikliğinin yol açtığı zorluk karşısında, zeytin yetiştiriciliğinin sürdürülebilir olması açısından büyük avantaj sağlayacaktır. Bu nedenle zeytin yetiştiriciliğinde hassas tarım yaklaşımının benimsenmesi bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Hassas tarım, ürün yetiştiriciliğinin her aşamasında yüksek teknolojiden faydalanılması olarak ifade edilebilir. Bu tarımsal yaklaşımda, üretimin her aşamasında gelişmiş sensörler ve analiz araçları kullanılır. Hassas tarım; Yapay Zekâ, Nesnelerin İnterneti, Endüstriyel Nesnelerin İnterneti, Bulut Bilişim, Blockchain, Uzaktan Algılama alanında kullanılan platformlar ve sensörler gibi özellikleri birleştirerek tarıma entegre edilmesini sağlar (Marques vd., 2024, s. 1). Zeytin yetiştiriciliğinde de bu teknolojilerden faydalanılması üretim aşamalarından son tüketiciye kadar olan süreçlerin daha etkin yönetilmesine önemli katkı sağlayacaktır.

Zeytin yetiştiriciliğinde, toprağa yerleştirilen akıllı sensörlerin kullanılması suyun etkin ve verimli kullanımına imkân verirken, dengeli gübreleme yapılmasına da

olanak tanıyarak toprak ve çevre kirliliğinin önüne geçilmesini sağlar. Örneğin, toprağa yerleştirilen akıllı sensörler, topraktaki nem durumunu algılayarak zeytin ağaçlarına en uygun sulama programını belirler (Aziz vd., 2022, s. 2). Ayrıca bu sensörlerin damla sulama veya yeraltı damla sulama teknolojileriyle entegre çalışması, suyun etkin ve verimli kullanılmasında önemli rol oynar. Suyun etkin kullanımı, sofralık ve yağlık çeşitlerde verim artışı sağlarken, periyodisitenin azalmasına ve varyasyon yılları arasındaki makasın daralmasını sağlar. Bununla beraber akıllı sensörler; toprak sıcaklığı, topraktaki besin elementleri, tuzluluk ve pH gibi faktörlerin izlenmesine ve bunları bulut sisteme kaydederek veri setleri oluşturulmasına ve bitkilerin ihtiyaçlarına göre uygun gübreleme programlarının hazırlanmasına fırsat verir. Özellikle bulut sisteme kaydedilen veriler, geçmiş verilerin analiz edilmesine ve gelecekle ilgili tahminlerin yapılması avantajını sunar. Ayrıca sensörler aracılığıyla zeytinliklerden alınan gerçek zamanlı veriler, üreticinin numune almak için zeytinliğe gitmesini gerektirmez.

Küresel ısınma etkisiyle artan sıcaklıklar doğrudan bitkilerin fenolojisine etki etmektedir. Sürdürülebilir bir zeytin yetiştiriciliği için, ürünlerin ve ağaçların sürekli izlenmesi, güncel bilgilere sahip olmak ve etkili tarım planları hazırlamak açısından kritik bir öneme sahiptir. Uzaktan algılama bu amaç için etkili bir seçenektir ve tarım faaliyetlerinde oldukça tercih edilen bir tekniktir (Algancı, Sertel ve Kaya 2018, s. 132; Akcay vd., 2023, s. 7339). RGB (Li vd., 2021, s. 3), multispektral (Fu vd., 2020, s. 1), hiperspektral (Zarco-Tejada, Ustin ve Whiting, 2005, s. 641) ve termal kameralarla (Giménez-Gallego vd., 2021, s. 1) birlikte LİDAR (Light Detection and Ranging, Işın Algılama ve Mesafe Ölçme) ve RADAR (Radio Detection and Ranging, Radyo ile Tespit Etme ve Menzil Tayini) gibi teknolojiler kullanılarak ağaç ve ürün durumu izlenebilir. Uydu görüntüleri, insansız hava araçları (İHA), uçaklar veya karasal platformlar aracılığıyla ilgili sensörler ve kameraların kullanılmasıyla zeytin ağaçlarının su stresi (Sepulcre-Canto vd., 2006, s. 31; Egea vd., 2017, s. 210), hastalık tespiti (Di Nisio vd., 2020, s. 1; Blekos vd., 2021, s. 1), bitkinin beslenme durum tespiti (Noguera vd., 2021, s. 1) ve çeşit tespiti (Avola vd., 2019, s.1) gerçekleştirilebilir veya bu durumlar izlenebilir. Bununla beraber insansız hava araçları ile yabancı ot kontrolü de sağlanabilir. Hasadın bile güçlkle yapıldığı zeytinliklerde gübreleme insansız hava araçları ile gerçekleştirilebilir. Öte yandan geleneksel hasat tekniklerine göre daha

hızlı, kaliteyi ve verimi etkilemeyen yüksek teknolojik unsurlara sahip tarım makineleri kullanılabilir.

Yapay zekâ algoritmaları kullanılarak ağaçların zararlı ve hastalıkları erken teşhis edilebilir, bu sayede hızlı ve etkili müdahale şansı doğabilir. GPS (Global Positioning System, Küresel Konumlama Sistemi) ve CBS kullanılarak ağaç dikim aralıkları belirlenebilir. Zeytincilikte kullanılan tarım makineleri GPS teknolojileri ile donatılarak doğru dikim ve hasat gerçekleştirilebilir. Çiftlik yönetimi, stok takibi, iş gücü planlaması ve finansal analizler gibi birçok işlevi bünyesinde barındıran yazılımlar kullanılabilir ve bu yazılımlar üreticilerin tüm süreci kontrol etmeleri imkânı sunar. Üretimden son tüketiciye kadar olan sürecin izlenebilirliği için Blockchain teknolojilerinden faydalanılabilir. Bu teknoloji ile kalite kontrolü ve tüketici güveni sağlanabilir. Özellikle büyük plantasyon sahaları için bu teknolojilerin kullanımı zeytinliklerin etkin yönetimi için oldukça önemlidir. Bununla beraber küresel ısınma nedeniyle yüksek sıcaklık ve ekstrem olaylara, hastalık ve zararlılara daha dayanıklı ve periyodisitesi düşük, yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi için biyoteknolojik yöntemlerden faydalanılabilir.

İklim değişikliği karşısında zeytinciliğin sürdürülebilir olması, özellikle sulama yönetimi, toprak yönetimi, gübreleme, çeşit seçimi, aşırı hava olaylarından koruma, hastalık ve zararlılarla mücadele, dikim teknikleri, budama, hasat ve teknoloji kullanımı gibi faktöre doğrudan bağlıdır. Bunların yanı sıra iyi tarım ve hassas tarım uygulamalarının zeytin yetiştiriciliğine entegre edilmesi sürdürülebilirlik açısından önemli bir konudur. Ancak bu faktörlerin doğru şekilde uygulanması tamamen üreticiye bağlı olduğundan, üretici eğitimleri son derece önemli ve hassas bir konudur. Üreticilerin iklim değişikliği ve etkileri konusunda bilgilendirilmesi, bu etkiler karşısında doğru stratejik yaklaşımların ne olduğu ve nasıl uygulanabileceği konusunda eğitilmesi oldukça önemlidir. Çünkü sektöre sağlanan zeytin, büyük ölçüde üretici bilgisine dayanmaktadır. Özellikle ülkemizde daha çok geleneksel metotlar kullanılarak yapılan zeytin yetiştiriciliği, iklim tehdidi karşısında son derece hassastır ve üreticinin yeterli bilgi sahibi olmaması, bu durumu dahada zorlaştırmaktadır. Bu nedenle İspanya, İtalya ve ABD (Kaliforniya) gibi modern zeytincilik tekniklerinin ve yüksek teknolojinin kullanıldığı ülkeler dikkatle incelenebilir, ülkemize uyarlanabilir, üreticiler ise modern zeytincilik ve zeytincilikte yüksek teknoloji kullanımı hakkında bilgilendirilebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Türkiye ekonomisi, kültürü ve beslenme alışkanlıkları açısından önemli bir yere sahip olan zeytinin günümüzdeki dağılım alanlarını belirlemek için 1960-1990 ve 1970-2000 referans dönemlerine ait biyoiklim verileri kullanılmıştır. Bu veriler, öncelikle korelasyon analizine tabi tutulmuş ve analiz sonuçlarına göre farklı dönemler için modeller geliştirilmiştir. 1960-1990 dönemi için Bio2, Bio3, Bio4, Bio8, Bio9, Bio12, Bio14 ve Bio15 değişkenleri, 1970-2000 dönemi için ise Bio2, Bio3, Bio4, Bio7, Bio8, Bio9, Bio12, Bio14 ve Bio15 değişkenleri modellemede kullanılmıştır. Günümüz için oluşturulan modellerin performansları AUC ile ölçülmüştür. 1960-1990 periyotlu değişkenlerin kullanılmasıyla oluşturulan günümüz modelinin AUC değeri 0,925; 1970-2000 periyotlu değişkenlerin kullanılmasıyla oluşturulan günümüz modelinin AUC değeri ise 0,933 olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen bu iki AUC değeri oluşturulan modellerin yüksek performans ve çok iyi tahmin gücüne sahip olduklarını göstermektedir.

Çalışmada kullanılan modeller, MaxEnt yazılımında 15 tekrarlı olarak elde edilmiş ve elde edilen modellerinde ortalama modelleri kullanılmıştır. 1960-1990 periyotlu günümüz modeline en fazla katkıyı sağlayan değişkenlerin sırasıyla Bio12 (%35,6), Bio4 (29,3), Bio9 (%19,9) ve Bio15 (%7,9) olduğu anlaşılmıştır. Jackknife Testine göre modelde tek başına kullanıldığında kazancı en çok artıran değişkenin Bio9 olduğu, modelden çıkarıldığında ise kazancı en çok azaltan değişkenin Bio12 olduğu tespit edilmiştir. 1970-2000 periyotlu günümüz modelinde ise modele en fazla katkıyı sağlayan değişkenlerin sırasıyla Bio12 (%30), Bio7 (%29,9), Bio9 (%21) ve Bio15 (%8,4) olduğu belirlenmiştir. Jackknife Testine göre Bio7'nin modelde tek başına kullanıldığında en yüksek kazancı sağlayan değişken olduğu saptanırken, Bio9'un ise modelden çıkarıldığında kazancı en çok azaltan değişken olduğu saptanmıştır. Her iki modelde de Bio12 değişkeninin modellere en yüksek katkıyı sağlaması, zeytinin dağılışında yağış miktarının önemli bir etkisinin olduğunu

göstermektedir. Başka bir ifadeyle yağış zeytinin dağılımını kısıtlayan önemli bir faktördür. Bu çalışmadan elde edilen bulgular ile literatürde yer alan çalışmaların bulguları tutarlıdır. Örneğin, Ashraf vd. (2016) ve Kassout vd. (2022) yaptıkları çalışmalarda Bio12'nin zeytinin dağılımında en yüksek katkıyı sağladığını tespit etmişlerdir. Öte yandan Bio9 ve Bio15'in modellere yüksek katkı sağlaması hem aşırı sıcaklıkların hem de yağış mevsimselliğinin zeytinin uygun yaşam alanlarını belirlemede kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Bio9'un katkısı, aşırı sıcaklıkların zeytinlerin optimum yetiştirme koşullarını tanımlamada önemli bir faktör olduğunu ortaya koyarken, Bio15'in katkısı ise yağışların yıl içindeki düzensiz dağılımının zeytinin coğrafi yayılımını etkileyen temel etkenlerden biri olduğunu vurgulamaktadır.

1960-1990 modeline göre, günümüzde Türkiye'nin yaklaşık %75'inin zeytin yetiştiriciliği için potansiyel olarak uygun olmadığı, %14'ünün çok az uygun, %8'inin uygun ve %2'sinin ise çok uygun olduğu tespit edilmiştir. Aynı modelin bölgesel sonuçlarına göre, zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan alanlar; Akdeniz Bölgesi'nin %60'ını, Ege Bölgesi'nin %44'ünü, Marmara Bölgesi'nin %11'ini, Karadeniz Bölgesi'nin %80'ini, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin %62'sini, Doğu ve İç Anadolu Bölgelerinin ise tamamını oluşturmaktadır. Çok az uygun alanlar; Akdeniz Bölgesi'nin %12'sine, Ege Bölgesi'nin %23'üne, Marmara Bölgesi'nin %52'sine, Karadeniz Bölgesi'nin %11'ine ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin ise %38'ine karşılık gelmektedir. Uygun alanlar; Akdeniz Bölgesi'nin %18'ini, Ege Bölgesi'nin %22'sini, Marmara Bölgesi'nin %35'ini ve Karadeniz Bölgesi'nin ise %3'ünü oluşturmaktadır. Çok uygun ve son derece uygun potansiyelli alanlar Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde bulunmaktayken, diğer bölgelerde bu uygunluk sınıflarına dahil olan alanlar bulunmamaktadır (Çizelge 42).

1970-2000 modelinden elde edilen sonuçlar, 1960-1990 modelinin sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlara göre, potansiyel olarak zeytin yetiştiriciliğine uygun olmayan alanlar Türkiye'nin yaklaşık %76'sını, çok az uygun alanlar %11'ini, uygun alanlar %10'unu, çok uygun alanlar %3'ünü ve son derece uygun alanlar ise %1'ini oluşturmaktadır. 1970-2000 modeline göre Türkiye'nin zeytin yetiştiriciliği için uygunluk durumu bölgesel farklılıklar göstermektedir. Akdeniz Bölgesi'nin yaklaşık %59'u zeytin tarımı için uygun değilken, %8'i çok az uygun, %20'si uygun, %11'i çok uygun ve %2'si son derece uygun alanlardan oluşmaktadır. Ege Bölgesi'nin, %45'i zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan alanlardan oluşurken,

%13'ü çok az uygun, %28'i uygun, %10'u çok uygun ve %4'ü son derece uygun alanlardan oluşmaktadır. Marmara Bölgesi'nin, %12'si uygun değilken, %39'u çok az uygun, %47'si uygun ve %1'i çok uygun alanlardır. Karadeniz Bölgesi'nin çok büyük bir kısmı (%87) günümüzde yetiştiricilik için uygun alanlar sunmazken, bölgenin %13'lük kısmı çok az uygun alanlardan oluşmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin %70'lik kısmı uygun değil, %29'u çok az uygun ve sadece %1'i uygun olarak tanımlanmıştır. Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgelerinin neredeyse tamamı zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan alanlara karşılık gelmektedir (Çizelge 43).

Çizelge 42. Bölgelere Göre Uygunluk Sınıflarının Kapladığı Alanlar (1960-1990 Modeline Göre)

Bölgeler		Uygunluk Sınıfları					Toplam
		Uygun Değil	Çok Az Uygun	Uygun	Çok Uygun	Son Derece Uygun	
Akdeniz	km ²	64.514	12.626	19.304	10.605	1.150	108.200
	%	59,6	11,7	17,8	9,8	1,1	100,0
Ege	km ²	35.949	18.723	17.656	7.772	1.496	81.596
	%	44,1	22,9	21,6	9,5	1,8	100,0
Marmara	km ²	6.693	32.073	21.704	731	72	61.274
	%	10,9	52,3	35,4	1,2	0,1	100
Karadeniz	km ²	107.295	22.256	4.177	—	—	133.728
	%	80,2	10,6	3,1	—	—	100,0
Güneydoğu Anadolu	km ²	37.459	22.813	—	—	—	60.272
	%	62,2	37,8	—	—	—	100,0
Doğu Anadolu	km ²	162.998	568	—	—	—	163.566
	%	99,7	0,3	—	—	—	100,0
İç Anadolu	km ²	157.537	75	—	—	—	157.612
	%	100	—	—	—	—	100
Toplam	km ²	572.445	109.133	62.842	19.109	2.718	766.247
	%	74,7	14,2	8,2	2,5	0,4	100,0

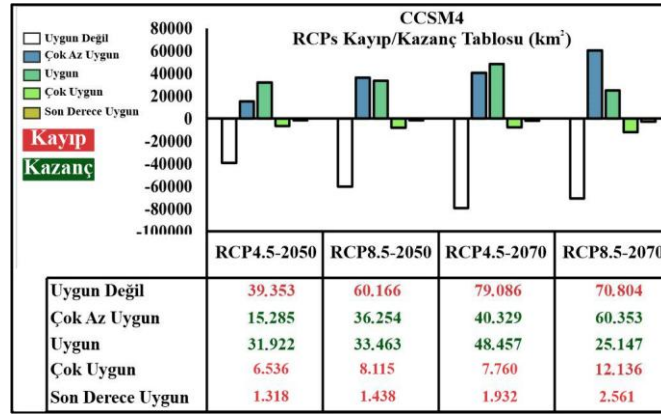
Çizelge 43. Bölgelere Göre Uygunluk Sınıflarının Kapladığı Alanlar (1970-2000 Modeline Göre)

Bölgeler		Uygunluk Sınıfları					Toplam
		Uygun Değil	Çok Az Uygun	Uygun	Çok Uygun	Son Derece Uygun	
Akdeniz	km ²	64.209	8.783	21.818	11981	1.769	108.561
	%	59,1	8,1	20,1	11,0	1,6	100,0
Ege	km ²	36.603	10.286	23.210	8136	3.699	81.935
	%	44,7	12,6	28,3	9,9	4,5	100,0
Marmara	km ²	7.680	24.048	29.306	603	86	61.723
	%	12,4	39,0	47,5	1,0	0,1	100,0
Karadeniz	km ²	116.457	16.877	530	—	—	133.865
	%	87,0	12,6	0,4	—	—	100,0
Güneydoğu Anadolu	km ²	42.439	17.266	623	—	—	60.328
	%	70,3	28,6	1,0	—	—	100,0
Doğu Anadolu	km ²	157.800	5.766	3	—	—	163.569
	%	96,5	3,5	—	—	—	100,0
İç Anadolu	km ²	157.543	74	—	—	—	157.618
	%	100,0	—	—	—	—	100,0
Toplam	km ²	582.733	83.101	75.490	20.720	5.555	767.598
	%	75,9	10,8	9,8	2,7	0,7	100,0

Araştırma bulguları, Türkiye'nin büyük bir kısmının zeytin tarımı için uygun olmadığını, ancak belirli bölgelerin zeytin yetiştiriciliği açısından önemli potansiyel taşıdığını göstermektedir. Ülkenin yaklaşık %75'lik bir bölümünün zeytin tarımına elverişli olmaması, bu türün coğrafi yayılımında başta iklim olmak üzere jeomorfolojik ve edafik faktörlerin belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Zeytinin dağılımını etkileyen başlıca faktörlerin iklim, jeomorfoloji ve toprak özellikleri olduğu, çeşitli araştırmalarla da doğrulanmıştır (Efe vd., 2011, s. 11; Fraga vd., 2021, s. 3; Öztürk vd., 2021, s. 3-5). Doğu Anadolu ve İç Anadolu gibi Bölgelerdeki soğuk ve kurak iklim koşulları, bu bölgelerin zeytin tarımı için uygun habitatlar oluşturmasını engellemektedir. Buna karşılık, Akdeniz ikliminin hâkim olduğu bölgelerde zeytin tarımı için optimal çevresel koşulların bulunması, bu alanların zeytin yetiştiriciliği için yüksek potansiyele sahip olmasını sağlamaktadır. Oluşturulan günümüz modelleri, özellikle Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde zeytin yetiştiriciliği için oldukça

elverişli alanların bulunduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bu bölgelerde yer alan ve günümüz koşullarında zeytinin yetişme isteklerine cevap veremeyen yüksek dağlık kütlelerin (Istranca Dağları, Kaz Dağı, Madra Dağı, Spil Dağı, Bozdağlar, Aydın Dağları, Menteşe Dağları, Sandras Dağı, Tahtalı Dağı, Yunt Dağları, Nur Dağları ve Samandağ gibi) zeytin tarımı için uygun sahaları kesintiye uğrattığı tespit edilmiştir. Günümüz için oluşturulan potansiyel uygunluk modelleri, literatürde yer alan mevcut zeytin alanları ile genel olarak benzerlik göstermektedir (Efe vd., 2009, s. 19; Efe vd., 2011, s. 111; Rodríguez Sousa vd., 2020; s. 2; Tuğaç ve Sefer, 2021, s. 109).

RCP gelecek senaryoları (RCP4.5 ve RCP8.5), 2050 ve 2070 dönemlerinde zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan, çok uygun ve son derece uygun alanlarda sürekli olarak kayıpların olacağını, buna karşın çok az uygun ve uygun alanlarda ise kazançların olacağını öngörmektedir (Şekil 99).



Şekil 99. CCSM4 Modeli Kayıp-Kazanç Tablosu

CCSM4 modeline göre, uygun alanların günümüze kıyasla en fazla RCP4.5 senaryosunun 2070 döneminde artacağı, çok az uygun alanlar ise günümüze kıyasla en fazla RCP8.5 senaryosunun 2070 döneminde artacağı belirlenmiştir. Uygun olmayan alanların ise günümüze kıyasla en çok RCP4.5-2070 senaryosunda azalacağı tespit edilmiştir.

RCP senaryolarına göre Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde çok az uygun alanların önemli ölçüde varlığını sürdürebileceği belirlenmiştir. Ancak en kötümser senaryoda (RCP8.5-2070), kötüleşen iklim koşulları nedeniyle bölgedeki çok az uygun alanların büyük ölçüde daralabileceği, buna rağmen Gaziantep ve Adıyaman'da varlıklarını sürdürebileceği tespit edilmiştir.

Akdeniz Bölgesi'nde her ne kadar son derece uygun ve çok uygun habitat alanları RCP projeksiyonlarına göre daralma gösterse de özellikle, Akdeniz kıyılarında yayılım gösteren uygun habitat alanları tüm senaryolarda varlığını koruyabileceği belirlenmiştir. Bölge genelinde özellikle günümüze kıyasla Adana'nın iç kesimlerinde potansiyel olarak önemli daralmaların olabileceği görülmektedir. Bu durum zeytin yetiştiriciliği açısından Adana'nın gelecek iklim değişikliği karşısında kırılgan bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

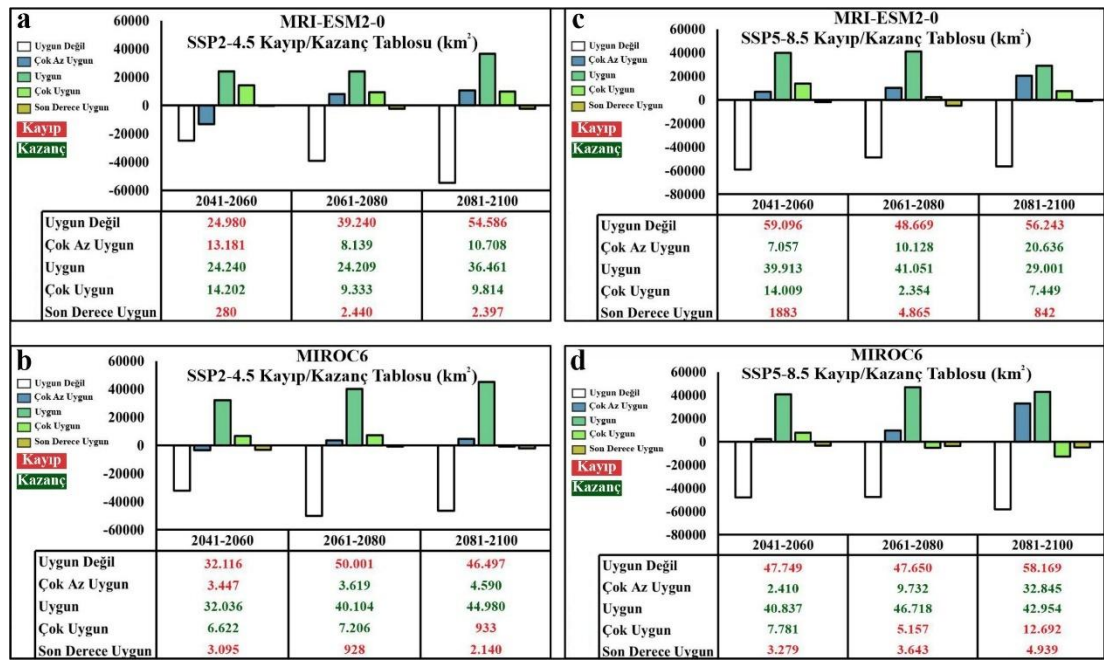
Ege Bölgesi'nde çok uygun ve uygun alanların gelecekte daha çok kıyıya çekilebileceği, buna karşın çok az uygun alanların ise bölgenin iç kesimlerine doğru genişleyeceği tahmin edilmektedir. Özellikle Manisa'da ciddi azalmaların olabileceği tespit edilmiştir. Gelecek projeksiyonları bölgede var olan yüksek kütlelerin günümüze kıyasla gelecekte potansiyel sahalarına dönüşebileceğini göstermektedir. Örneğin; Spil Dağı, Bozdağlar, Aydın Dağları, Madran Dağı ve Menteşe Dağları ilerleyen dönemlerde çok az uygun sahalara dönüşebilir.

Marmara Bölgesi'nde uygun alanların, çok az uygun alanların yerini alarak Trakya ve Karadeniz'e doğru genişleyebileceği tespit edilmiştir. Özellikle günümüzde Trakya'da uygun olmayan Yıldız Dağları gibi yüksek kütleler gelecekte çok az uygun alanlara dönüşebilir. Bununla beraber Kazdağı ve Madra Dağı gibi kütleler bölgede potansiyel kazanabilir. RCP4.5-2070 senaryosu bölgede önemli bir potansiyele işaret etmektedir. Bu senaryo Çanakkale'nin Ege kıyısı boyunca son derece uygun ve çok uygun alanların artabileceğini vurgulamaktadır.

Gelecek projeksiyonlarına göre Batı ve Orta Karadeniz kıyılarının gelecekte önemli bir potansiyel olabileceği tespit edilmiştir. Özellikle Samsun ilerleyen dönemlerde bölge için önemli bir zeytin yetiştirme merkezi olabilir. Bölge genelinde önemli oranda çok az uygun alanların yerini uygun alanlara bırakabileceği ve günümüzde uygun olmayan bazı alanların ilerleyen dönemlerde çok az uygun alanlara dönüşebileceği belirlenmiştir. Günümüzde mikroklima özelliği gösteren ve Kelkit Çayının suladığı Erbaa, Niksar ve Taşova gibi alüvyon ovaların bölge için gelecekte önemli zeytin yetiştiriciliği alanlarından olması tahmin edilmektedir.

SSP gelecek senaryolarının (MRI-ESM2-0 ve MIROC6) iyimser senaryosu olan SSP2-4.5'e göre, zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan alanların tüm zaman periyotlarında kayıplar yaşayacağı, çok az uygun alanların 2041-2060 dönemi hariç

diğer dönemlerde kazançlar yaşayacağı tespit edilmiştir. Uygun ve çok uygun sınıflı alanların genel olarak tüm zaman periyotlarında kazanç göstereceği, son derece uygun alanların ise kayıplar göstereceği belirlenmiştir (Şekil 100a; Şekil 100b). MRI-ESM2-0 modelinin SSP5-8.5 senaryolarına göre yetiştiricilik için uygun olmayan ve son derece uygun alanların, tüm zamanlarda kayıplar yaşayacağı, buna karşın çok az uygun, uygun ve çok uygun alanlarda ise kazançların olabileceği saptanmıştır. Benzer şekilde MIROC6 senaryolarında da uygun olmayan ve son derece uygun alanların tüm zamanlarda kayıplar gösterebileceği, çok az uygun ve uygun alanlarda ise kazançlar yaşanabileceği belirlenmiştir (Şekil 100c; Şekil 100d). Uygun alanlar, günümüze kıyasla en fazla MRI-ESM2-0 ve MIROC6 modellerinin SSP5-8.5/2061-2080 emisyon senaryolarında artabileceği, çok az uygun alanların günümüze kıyasla en fazla bu modellerin SSP5-8.5/2081-2100 senaryolarında artabileceği tespit edilmiştir. Uygun olmayan alanların ise MIROC6 modelinin SSP5-8.5/2081-2100 senaryosunda en çok azalma gösterebileceği belirlenmiştir.



Şekil 100. SSP Modellerinin Kayıp-Kazanç Tablosu

SSP senaryolarına göre, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yayılış gösteren çok az uygun alanların ilerleyen dönemlerde önemli ölçüde daralacağı, hatta SSP8.5 senaryolarına göre yüzyılın sonuna gelindiğinde bu bölgedeki alanların tamamen ortadan kalkabileceği tespit edilmiştir. Günümüzde de marjinal şartlarda yetiştiriciliğin yapıldığı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin (Efe vd., 2011, s. 88), SSP senaryolarına

göre zeytin tarımı açısından iklim değişikliğine karşı oldukça kırılgan bir yapıya sahip olduğu saptanmıştır.

Akdeniz Bölgesi'nin kıyı kesimlerinde yayılış gösteren uygun alanlar, gelecek dönemlerde de varlığını koruyacaktır. Gelecek dönemlerde Akdeniz Bölgesi için en dikkat çekici özellik, artan sıcaklık ve kuraklık nedeniyle özellikle çok uygun alanların uygun alanlara dönüşebilecek olmasıdır. Bölge için en kırılgan yapıya Adana ili sahiptir. En şiddetli iklim senaryosunda (SSP5-8.5/2081-2100) bile Muğla-Antalya (Marmaris, Ortaca, Dalaman, Fethiye, Kaş, Finike ve Kumluca) ve Antalya-Mersin (Alanya, Gazipaşa, Anamur, Bozyazı ve Silifke) arasındaki kıyı şeridi ile Hatay'ın kıyı kesimlerindeki uygun sınıflı arazilerin varlığını sürdürebileceği tespit edilmiştir.

SSP senaryoları ilerleyen dönemlerde çok az uygun alanların Ege Bölgesi'nin iç kesimlerine doğru genişleyebileceğini tahmin etmektedir. Ege Bölgesi kıyıları yüzyılın sonuna kadar zeytin yetiştiriciliği için potansiyelini sürdürecektir. Özellikle de Çeşme Yarımadası, senaryolara göre gösterdiği çok uygun ve son derece uygun potansiyelli alanları ile dikkat çekmektedir. MIROC6 modelleri Ege Bölgesi için daha ılımlı sonuçlar göstermiştir. Özellikle bölgenin Denizli, Manisa ve Uşak gibi bazı illerinin iç kesimlerinde MRI-ESM2-0 modelinin çok az uygun gösterdiği yerleri, MIROC6 senaryoları uygun olarak göstermektedir.

Marmara Bölgesi'nin zeytin yetiştiriciliği için gelecekte önemli bir merkez olabileceği gelecek senaryolarında vurgulanmaktadır. Gelecek projeksiyonları özellikle bölgenin kıyı arazilerinin önemli bir potansiyel kazanabileceğini göstermektedir. Bölgenin günümüzde zeytin tarımı için elverişli olmayan yüksek rakımlı arazileri, gelecek yıllarda uygun alanlara dönüşebileceği öngörülmektedir. Yüzyılın ortalarına ve sonuna gelindiğinde Trakya'nın önemli bir potansiyel kazanabileceği tespit edilmiştir. SSP senaryoları, İstanbul'un gelecekteki iklim koşullarının zeytin tarımı için uygun olabileceğini öngörmektedir. Ancak İstanbul'un yoğun nüfus ve kentleşme potansiyeli göz önüne alındığında, bu ildeki tarımsal alanların ciddi bir baskı altında kalması olasıdır. Ticari olarak yapılan zeytin yetiştiriciliği, büyük ölçüde geniş alanlara ihtiyaç duyan bir tarım şeklidir ve kentleşmenin hızla devam ettiği İstanbul gibi metropollerde, tarım alanlarının korunması oldukça zordur. Yerleşim alanlarının genişlemesi, tarım arazilerinin azalmasına ve tarımsal üretim için gerekli alanların sınırlanmasına neden olabilir. Aynı zamanda, artan toprak fiyatları ve altyapı projeleri tarımın ekonomik

sürdürülebilirliğini zorlaştırabilir. Bu nedenle, İstanbul geneli her ne kadar iklimsel olarak zeytin tarımı için bir potansiyel taşısı da kentsel genişleme ve diğer antropojenik etkiler bu potansiyelden tam anlamıyla yararlanılmasını engelleyecektir.

RCP modelinde olduğu gibi SSP modelleri de Karadeniz Bölgesi'nde önemli artışların olabileceğine işaret etmektedir. Bu artışların büyük ölçüde Karadeniz kıyı şeridinde olabileceği tahmin edilmektedir. Model sonuçları Samsun'un ilerleyen dönemlerde zeytin tarımı için önemli bir potansiyele ev sahipliği yapabileceğini göstermektedir.

Yapılan analizler, Türkiye'deki zeytin tarımı için uygun ve çok az uygun potansiyelli alanların gelecekte iklim değişikliği karşısında genişleme olasılığını destekleyen önemli bulgular içermektedir. Bu sonuçlar, literatürdeki mevcut çalışmalarla da uyumlu görünmektedir. Örneğin, bazı araştırmalar Akdeniz bitkilerinin daha kuzeye doğru yayılabileceğini ve artan sıcaklıklar nedeniyle daha yüksek rakımlara kayabileceğini öngörmektedir (Ruiz-Labourdette vd., 2012; Hannah vd., 2013; Varol vd., 2022a; Varol vd., 2022b). Çalışmada kullanılan iklim değişikliği senaryolarına (RCP ve SSP) dayalı projeksiyonlar, zeytin yetiştiriciliğinin gelecekteki yayılış alanlarının daha kuzeye ve daha yüksek rakımlara doğru kayacağını ve uygun potansiyelli alanların bölgesel olarak genişletebileceğini işaret etmektedir. Aynı projeksiyonlar, mevcut iklim koşullarında zeytin tarımına uygun olmayan bazı alanların, gelecekteki iklim değişikliklerine bağlı olarak zeytin yetiştiriciliği için elverişli hale gelebileceğini de ortaya koymaktadır. Özellikle, günümüzde zeytin tarımı için uygun olmayan yüksek rakımlı arazilerin, gelecekte iklim değişikliğinin etkileriyle birlikte zeytin yetiştiriciliği açısından potansiyel kazanabileceği tahmin edilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, literatürdeki çalışmalarla paralellik göstermekte olup, zeytin tarımının gelecekteki yayılımı konusunda benzer öngörüler sunmaktadır. Örneğin; Salvati vd., (2013), iklim değişikliği etkisiyle hem orta hem de güney İtalya'da zeytin ekili alanların azaldığını, buna karşın Kuzey İtalya'da arttığını ifade etmiştir. Rodrigo-Comino vd., (2021), benzer bir şekilde Kuzey İtalya'da zeytin ağacı yetiştirilen alanların genişlediğini, Orta ve Güney İtalya'da ise bu alanların daraldığını vurgulamaktadır. Gutierrez vd. (2009), artan sıcaklıkların etkisiyle İtalya'da zeytin tarımı yapılan alanların Apenin Dağları'nın yüksek kesimlerine ve kuzeydeki Po Vadisi'ne doğru yayılabileceğini belirtmiştir. Moriondo vd. (2013),

günümüzde zeytin yetiştiriciliği için uygun olmayan alanların 2100 yılına kadar uygun hale gelebileceğini ve zeytin tarımının daha kuzey bölgelere kayacağını tespit etmiştir. Tanasijevic vd. (2014), şu an zeytin tarımı için uygun olmayan sahaların gelecekte uygun hale geleceğini ve zeytinliklerin daha yüksek rakımlara ve kuzey enlemlerine doğru yayılacağını bildirmiştir. Benzer şekilde Ashaf vd. (2016), Pakistan'da doğal yayılış gösteren *Olea ferruginea* türünün, gelecekte daha yüksek rakımlara ve enlemlere doğru yayılabileceğini vurgulamıştır. Kassout vd. (2022), Fas'ta yayılış gösteren *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris* türünün gelecekteki dağılımının artacağını belirtmektedir. Khan ve Verma (2022), *Olea europaea* subsp. *cuspidata*'nın uygun habitat alanlarının gelecek iklim projeksiyonları ışığında kuzeye doğru enlemsel göç yaşayabileceğini öngörmüştür. Türkiye'de yapılan daha yerel çalışmalar da benzer sonuçlar sunmaktadır. Ögütçü ve Kıracı (2020), Çanakkale'de zeytin yetiştirilen alanların gelecekte daha engebeli ve yüksek alanlara doğru yayılacağını öne sürerken, Taşkın, Taşkın ve Akbaş (2024), Muğla ve çevresindeki adalarda doğal yayılış gösteren zeytinliklerin ilerleyen yıllarda daha kuzeye ve daha yüksek rakımlara doğru kayabileceğini ifade etmiştir.

RCP ve SSP senaryolarına dayalı olarak yapılan kırılganlık analizleri, Akdeniz ve Ege Bölgelerinin iklim değişikliği karşısında en kırılgan bölgeler olduğunu açıkça göstermektedir. Bu bölgeler gelecekteki uygunluk haritalarında hala potansiyel olarak görülse de iklimdeki değişikliklerin bu alanlardaki potansiyeli zorlayacağı öngörülmektedir. Özellikle RCP ve SSP senaryolarının kötümser projeksiyonları, uzak gelecekte iklim değişikliğinin etkilerinin bu bölgelerdeki potansiyel alanlar üzerinde ciddi baskılar oluşturabileceğini ortaya koymaktadır. Artan sıcaklıklar, değişen yağış rejimleri ve artan kuraklık şartlarının zeytin yetiştiriciliği için bu bölgelerdeki potansiyeli önemli ölçüde sınırlayacaktır. İklim kaynaklı baskıların yanı sıra, Akdeniz ve Ege kıyılarındaki zeytin tarım alanları hem mevcut durumda hem de gelecekte, kentleşmeyle birlikte turizm sektörünün artan baskısıyla karşı karşıya kalabilir. Bu bölgeler, Türkiye'nin önde gelen turizm destinasyonları arasında yer almakta olup, gelişen bir turizm altyapısına ev sahipliği yapmaktadır. Oteller, tatil köyleri, yazlık konutlar ve diğer turistik yapılar, kıyı bölgelerinde arazi talebini artırarak uygun potansiyelli zeytin alanlarının potansiyelinden faydalanmayı azaltabilir. Ayrıca, turizmin su kaynakları üzerindeki baskısı, özellikle suyun sınırlı olduğu yaz aylarında zeytin tarımını olumsuz etkileyebilir. Su kıtlığı, toprağın bozulması ve tarım

arazilerinin turizm alanlarına dönüştürülmesi, bu bölgelerde zeytin tarımının sürdürülebilirliğini tehdit edebilir. Bu bağlamda, iklim değişikliğinin baskısı altında hem mevcut zeytin alanlarının hem de gelecekte oluşabilecek potansiyel alanların titizlikle planlanması ve yönetilmesi gerekmektedir.

Öte yandan değişen iklim şartlarıyla beraber ülkenin kuzeyinde yeni potansiyel alanların ortaya çıkarabileceği de belirlenmiştir. Her ne kadar zeytin yetiştiriciliği için uygun potansiyelli alanların artacağı, kuzeye ve daha yüksek rakımlara doğru kayabileceği öngörülse de bu durum, zeytinin ticari sürdürülebilirliği, verimin devamlılığı ve mahsul kalitesi açısından önemli bir tartışma konusudur. Efe vd., (2008), tarafından yapılan çalışma, Edremit kıyılarındaki zeytinliklerin antropojenik tahribat nedeniyle Kaz Dağı eteklerine kaydığını ve bu yeni çevresel koşullarda verim kayıplarının yaşandığını ortaya koymaktadır.

5.2. Öneriler

İklim değişikliğinin etkileri, zeytin yetiştiriciliğinde önemli değişikliklere neden olabilir ve bu durum, mahsulün sürdürülebilirliğini tehlikeye atabilir. Artan sıcaklıklar, düzensiz yağışlar ve aşırı hava olayları, zeytin yetiştirme bölgelerinin coğrafi sınırlarını değiştirebilir. Ayrıca zeytinlerin fenolojik evrelerini, verimlerini ve kalitelerini de olumsuz etkileyebilir. Özellikle çiçeklenme ve meyve tutumu gibi hassas evrelerdeki sıcaklık artışları, verim kayıplarına yol açabilir. Bununla beraber ilerleyen dönemlerde öngörülen sıcaklık artışları ve su kaynaklarının azalması, mahsulün sürdürülebilirliğini tehdit ederken, iklim değişikliği yeni bölgelerin zeytin tarımı için uygun hale gelmesine de olanak tanıyabilir. Örneğin, Karadeniz kıyılarının gelecekte zeytin yetiştiriciliği için daha elverişli olabileceği tahmin edilmektedir. Ancak bu potansiyelin kullanılması, dikkatle planlanmış uyum stratejilerini gerekli kılar. Zeytin tarımının sürdürülebilirliğini sağlamak için **Sulama ve Toprak Yönetimi, Gübreleme, Çeşit Seçimi, Aşırı Hava Olaylarından Korunma, Hastalık ve Zararlılarla Mücadele, Dikim Teknikleri, Budama, Hasat, Teknoloji ve Eğitim** gibi kapsamlı uyum stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir. Bu stratejiler hem mevcut tehditleri hafifletmek hem de gelecekte ortaya çıkabilecek fırsatları değerlendirmek açısından büyük önem taşır.

Zeytin ağacı, Akdeniz iklimine iyi uyum sağlamış ve kurak koşullara dayanıklı (kserofit) bir bitkidir. Ancak iklim değişikliği nedeniyle Akdeniz Havzası'ndaki yağış

rejimlerinde öngörülen azalmalar ve sıcaklık artışları nedeniyle yaşanabilecek kuraklık (Herting ve Trambly, 2017; Trambly vd., 2020; Essa vd., 2023), bu dayanıklılığı zorlayabilir. Özellikle zeytin tarımının daha çok geleneksel olarak yağmurla beslenen koşullar altında yürütüldüğü Türkiye gibi ülkelerde, su kıtlığının artması üretimin sürdürülebilirliğini doğrudan tehdit edebilir (Tunalıoğlu ve Durdu, 2012, s. 408). Zeytin ağaçları her ne kadar fizyolojik özelliği sayesinde kurak ortam koşullarına dayanıklı olsa da uzun süreli ve şiddetli kuraklıklar, bu özelliği aşarak bitkilerde su stresinin ortaya çıkmasına neden olabilir. Zeytin ağaçlarının büyüme dönemlerinde yaşanabilecek su stresi, bitkinin büyümesi ve meyve gelişimini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu durum o yıl elde edilecek mahsulün nitelik ve nicelik bakımından kötüleşmesine yol açabileceği gibi meyve bağlama döneminde yaşanacak su stresi, gelecek yılın verimine de etki ederek periyodisitenin şiddetlenmesine neden olabilir.

Zeytinin su ihtiyacının atmosferik koşullarla sağlanamaması durumunda, sulamanın yapılması verim ve kalite açısından zorunludur. Sadece su sağlamak yeterli olmamakla birlikte doğru sulama yöntemlerinin seçilmesi ve uygulanması da kritik önem taşımaktadır. Doğru sulama teknikleri, hem mevcut su kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına olanak tanır hem de ağaçların ihtiyaç duyduğu suyu en uygun şekilde sağlar. Bu bağlamda, özellikle su tasarrufu sağlayan damla sulama ve yeraltı damla sulama sistemlerinin tercih edilmesi gerekmektedir. Damla sulama, suyun doğrudan bitki köklerine verilmesini sağlayarak su kayıplarının en aza indirilmesine olanak tanır. Yeraltı damla sulama sistemleri ise suyun doğrudan toprağın altına ulaştırılmasını sağlaması sayesinde bu kayıpları daha da azaltarak hem mevcut iklim koşullarında hem de iklim değişikliği ile birlikte daha sık karşılaşılabilecek kuraklık dönemlerinde suyun daha verimli kullanılmasına ve zeytin bahçelerinin sürdürülebilirliğine katkıda bulunur.

Zeytin ağaçlarının suya olan ihtiyacı, yıl boyunca değişkenlik gösterir ve ağacın belirli fenolojik evrelerinde su ihtiyacı daha kritiktir. Örneğin, çiçeklenme, meyve tutumu ve çekirdek sertleşmesinin başladığı evreye kadar toprak neminin yeterli seviyede olması gerekmektedir. Bununla birlikte, gereğinden fazla sulamanın yapılması istenmeyen sonuçlara neden olabilir. Gereğinden fazla sulama, suyun israfına yol açtığı gibi, kök çürümesine neden olabilir, mantar hastalıklarının ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilir ve topraktaki besin maddelerinin yıkanması sonucu

bitkinin besin dengesini bozarak büyüme ve verimi olumsuz etkileyebilir. Bu yüzden zeytin ağaçlarının belirli fenolojik dönemlerinde eğer ihtiyaç varsa su verilmeli, diğer dönemlerde ise su kullanımında daha dikkatli olunmalıdır. Aşırı sulamadan kaçınmak ve optimum düzeyde su kullanmak, verimi artırırken aynı zamanda su kaynaklarının korunmasına da yardımcı olur. Diğer yandan su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde en uygun sulama yönteminin seçilmesi ve bu yöntemlerin kısıntılı sulama stratejileriyle birleştirilmesi önemlidir.

Kısıntılı sulama stratejileri, zeytin ağaçlarının suya en fazla ihtiyaç duyduğu dönemlerde minimum su kullanımıyla optimum verimi sağlamayı hedefler. Bu strateji, özellikle iklim değişikliği nedeniyle daha sık yaşanması beklenen kuraklık dönemlerinde su kaynaklarının verimli kullanılmasına önemli katkılar sağlayabilir. Kısıntılı sulama, bitkinin belirli evrelerinde sulama yapılarak hem su tasarrufu sağlar hem de bitkide su stresinin ortadan kaldırılmasına imkân tanır. Ancak zeytin ağaçlarının su ihtiyacının doğru bir şekilde belirlenmesi ve bu ihtiyaca göre suyun dikkatli bir şekilde yönetilmesi, kısıntılı sulama stratejilerinin başarılı olmasındaki en önemli faktörlerdir. Her zeytin çeşidi kuraklığa karşı farklı derecelerde tolerans gösterir ve bu tolerans, kısıntılı sulama stratejilerinin başarısını doğrudan etkiler. Bu nedenle, yetiştiriciliği yapılan zeytin çeşidinin su ihtiyacı ve kuraklık stresine karşı verdiği tepkiler iyi analiz etmek gerekir. Örneğin, sofralık zeytin çeşitlerinde, meyve büyüklüğünün ticari açıdan büyük önemi vardır. Bu yüzden, çekirdek sertleşmesi aşamasında bu çeşitlerin su stresine maruz kalmaması büyük önem taşır. Sofralık zeytinlerde bu dönemlerde su stresinin azaltılması hem meyve kalitesinin korunmasını hem de ticari verimin daha üst düzeyde tutulmasını sağlar. Bu nedenle, her zeytin çeşidi ve yerel ortam şartları gözetilerek su yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi, hem mevcut iklim koşullarına uyum sağlamak hem de iklim değişikliğinin gelecekte neden olabileceği etkilerle başa çıkmak için hayati öneme sahiptir.

Toprak yönetimi ve toprak verimliliği, iklim değişikliğine uyum stratejileri konusunda dikkate alınması gereken diğer önemli faktörlerdir. Zeytin yetiştiriciliği açısından iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini daha da zorlaştırabilecek birçok unsur (düşük toprak derinliği, zayıf toprak yapısı, alkalilik ve taşlılık gibi) vardır. Bu olumsuz etkilerin azaltılabilmesi için doğru toprak yönetim stratejilerinin belirlenmesi ve uygulanması gerekmektedir. Toprak işleme yöntemleri; toprak, iklim, topografya ve güneşlenme koşulları ile zeytin çeşitlerinin karakteristik farklılığına bağlıdır. Bu

nedenle her zeytin yetiştirme tesisi için tek bir toprak işleme yönteminin önerilmesi doğru değildir. Doğru toprak işleme yönteminin belirlenmesi için yerel ortam koşullarının iyi bir şekilde incelenmesi gerekmektedir.

Toprak işleme yöntemlerinin; suyun, toprağın ve topraktaki organik maddelerin en verimli şekilde kullanılması, toprağın muhafazası, erozyonun önlenmesi ve hasadın kolaylaştırılması gibi beklentileri karşılaması gerekir. Yerel ortam şartları elverişli ise toprak işlemez yöntem veya azaltılmış toprak işleme yöntemleri benimsenmelidir. Zeytin üretim aşmalarından elde edilen organik maddelerin ham olarak veya kompostlanarak toprağa verilmesi, zeytin ağacı ile rekabet halinde olmayacak otların ekilmesiyle oluşturulacak canlı örtü uygulaması önerileri zeytinliklerin korunması ve verimliliğin devamlılığı açısından önemlidir. Zeytin ağacının budanmasından elde edilen sağlıklı atıklar ile zeytinlerin işlendiği tesislerden işleme sonrası geriye kalan organik atıkların toprağa verilmesi, toprak neminin korunmasına, erozyonun azaltılmasına ve toprakta karbon depolanmasına katkı sağlarken, toprağın kimyasal içeriğinin de iyileşmesine olanak tanır. Özellikle organik atıkların ayrıştırılmasıyla elde edilen kompostun kullanımı, topraktaki biyolojik aktivitenin desteklenmesi ve uyarılmasına, topraktaki hastalık unsurlarının baskılanmasına ve toprak verimliliğinin sağlanmasında önemli bir stratejidir.

Zeytin ağacı, diğer meyve ağaçlarına göre toprak bakımından pek seçici değildir ve farklı pH değerindeki topraklara uyum sağlayabilir. Ancak hafif alkali ve hafif asit topraklarda daha iyi bir gelişim gösterir. pH değerinin yüksek olması; kök gelişimine, besin maddesi alımına, topraktaki biyolojik aktiviteye ve topraktaki besin elementleri arasındaki dengeye olumsuz yönde etki edebilir. Diğer yandan zeytin ağaçları tuzluluğa bir noktaya kadar tolerans göstermesine rağmen zeytinlikler tuzlu topraklar üzerine kurulmamalı ve tuzlu su ile sulama yapılmamalıdır. Bu bağlamda mevcut zeytinliklerde veya yeni kurulacak zeytinliklerde mutlaka toprak analizleri yapılmalı, analiz sonuçlarına göre gerekli adımlar atılmalı, toprak ve diğer yerel şartlar gözetilerek en uygun zeytin çeşidi tercih edilmelidir.

Toprak yönetimi açısından önemli konulardan bir diğeri erozyon problemidir. Çünkü ülkemizdeki zeytinliklerin çok büyük bir kısmının eğimli araziler üzerinde yayılış göstermesi bu problemi daha da önemli kılmaktadır. Eğimin %5 ila %10 arasında olması erozyona yol açabileceği için bu tür arazilerde toprak koruma önemleri alınmalıdır. Eğimin bu değerlerden büyük olması durumunda toprak işlemeden

kaçınılarak, malçlama veya canlı örtü uygulamaları gibi alternatif yöntemler tercih edilmelidir. Diğer yandan eğimin %30 ila %40 seviyelerine çıktığı arazilerde ise mutlaka teraslama yapılmalıdır.

Değişen iklim şartları zeytin ağaçlarının dayanıklılığını azaltabilir, topraktaki besin elementlerinin kaybını ise artırabilir. Bu nedenle doğru ve zamanında yapılmış bir gübreleme, zeytin ağaçlarının çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılığını artırırken, eksik besin elementlerinin tamamlanmasına olanak sağlar. Gübreleme, zeytin ağaçlarının büyümesi için uygun bir ortam oluşturarak çiçeklenmeyi ve meyve vermeyi teşvik eder, ürün miktarının artmasını ve meyve kalitesinin iyileşmesini sağlar. Dolayısıyla doğru planlanmış bir gübreleme programı, toprak ve bitki sağlığının korunmasına veya iyileştirilmesine katkı sağlar, aynı zamanda zeytinliklerin iklim değişikliğine karşı üretkenliğine, dayanıklılığına ve uyumuna da önemli ölçüde olumlu etki eder. Mevcut zeytinliklerin veya kurulması planlanan zeytinliklerde toprak analizlerinin yapılması önemlidir. Çünkü analiz sonuçlarına göre eksik besin maddeleri belirlenebilir ve bu sayede uygulanacak gübrenin türü ve miktarı tespit edilebilir. Aşırı ve gereksiz gübreleme, yetiştirme maliyeti ile toprak ve su kirliliğini artırabilir. Ayrıca besin elementinin bitkinin ihtiyacı olan miktarın üzerinde verilmesi, diğer elementlerin bitki tarafından alınmasını zorlaştırabilir ve bu durum bitki sağlığını olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle gerekli analizler mutlaka yapılmalı, eksik besin elementi ve uygulama miktarı tespit edilmelidir. Mevcut zeytinliklerde ağaçların beslenme ihtiyaçları yaprak analizleri ile belirlenebilir. Yaprak analizi, zeytin ağacının toprakta bulunan makro ve mikro besin elementlerinden ve uygulanan gübrelemeden ne derece faydalanabildiğini, ayrıca yapraklarda ortaya çıkan hastalıkların sebebini belirlemek ve bu hastalıklara karşı gerekli önlemleri zamanında almak amacıyla kullanılabilir. Öte yandan azot, fosfor ve potasyum alımı zeytin ağacı için oldukça önemlidir. Bu elementlerinin doğru bir gübrelemeyle bitkiye verilmesi, ürün verimliliğini ve kalitesini ciddi ölçüde etkilemektedir. Çevresel sürdürülebilirlik için mümkün olduğunca organik gübre kullanılmalıdır. Bu sayede kimyasal gübre kullanımı azaltılabilir, dolayısıyla toprak ve su kirliliğinin önüne geçilebilir. Gübreleme, özellikle damla sulama veya yeraltı damla sulama gibi verimli sulama uygulamalarıyla birleştirildiğinde daha etkili olmaktadır.

Yüksek sıcaklık, kuraklık, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı, periyodisitesi az, verimli ve kaliteli zeytin çeşitlerinin tercih edilmesi, iklim değişikliği karşısında

zeytinciliğin sürdürülebilir olmasındaki önemli stratejik unsurlardan biridir. Çünkü her zeytin çeşidinin sıcaklığa, kuraklığa, hastalık ve zararlılara karşı toleransı birbirinden farklıdır. Zeytin tarımında çeşit tercihi yapılırken yerel çevre koşullarının yanı sıra mutlaka gelecek iklim projeksiyonları da dikkate alınmalıdır. Yerel ekolojik koşullara uyum sağlayabilen, ani sıcaklık değişimini tolere edebilen ve düşük su tüketimiyle yüksek verim sağlayabilen, periyodisitesi az çeşitlerin yaygınlaştırılması, iklim değişikliğinin yol açacağı zorlukların azaltılmasında etkili olabilir. Diğer yandan farklı kullanım amacına hizmet eden zeytin çeşitlerinin seçilmesi, üreticilere elde ettikleri ürünleri pazarlamada esneklik sağlar. Yağlık veya sofralık kullanım amacına göre kaliteli çeşitlerin tercihi hem iç piyasada hem de ihracatta rekabet gücünün artırılmasını sağlayabilir. Ülkemizde başarılı olan çeşitlere ek olarak uluslararası düzeyde kendini kanıtlamış ve Akdeniz Havzası'nda geniş yayılış gösteren çeşitlerde değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra farklı coğrafik bölgelerde yetiştiriciliği yapılan başarılı çeşitlerin küçük alanlarda denenmesi, hangi çeşidin daha iyi uyum sağladığını belirlemek açısından faydalı olabilir. Farklı ekolojik şartlara uyum sağlayabilen geniş bir genetik çeşitliliğin kullanılmasıyla iklim değişikliğinin zeytin tarımı üzerindeki baskısı azaltılabilir. Ayrıca hem mevcut zeytin çeşitlerinin performansının izlenmesi hem de yeni adaptif zeytin çeşitlerinin geliştirilmesi, zeytin yetiştiriciliğini gelecek iklim senaryolarına karşı güvence altına alabilir.

Küresel iklim değişikliğinin önemli sonuçlarından biri de aşırı hava olaylarının sıklığının ve şiddetinin artmasıdır. Bu artış mevcut zeytinliklerin aşırı hava olaylarından korumayı, yeni kurulacak zeytinliklerin ise bu kapsamda planlama ile kurulmasını gerekli kılmaktadır. Ani sıcaklık yükselmeleri veya düşüşleri, yağışların mevsim normallerinin altına veya çok üstünde düşmesi, yağışın şiddetli dolu veya yoğun kar olarak düşmesi, yoğun fırtına etkisinin görülmesi gibi aşırı hava olayları zeytin tarımı için istenmeyen durumlardır. Düşük sıcaklıkların neden olduğu dona karşı bakır sprey uygulaması (Fraga vd., 2021, s. 8) yapılabileceği tavsiye edilmektedir. Ağaçların aşırı soğuğa uzun süre maruz kalması durumunda zarar gören ölü dokular budanmalıdır. Zeytinlikler don tehlikesinden uzak olan alanlara kurulmalıdır. Özellikle tesislerin soğuğa maruz kalabileceği öngörülüyorsa soğuğa dayanıklı çeşitler tercih edilmelidir. Yağış yetersizliği durumunda verimli sulama yöntemleri ile mutlaka sulama yapılmalıdır. Sulama suyu yetersiz ise kaolin spreylerin (Brito vd., 2018, s. 37) kullanılabileceği tavsiye edilmektedir. Diğer yandan toprak

nemini korumak ve buharlaşmayı en aza indirmek için malçlama yapılmalıdır. Ağaçları güneşten korumak ve güneş ışığından gelebilecek zararlı etkileri önleyebilmek amacıyla ağaç gövdelerine kireç uygulaması yapılabilir. Özellikle yeni dikilmiş genç fidanları güneşten korumak için geçici gölgelikler kurulabilir. Sert rüzgarlara açık zeytinliklerde rüzgâr kıran ağaçlar dikilebilir veya yapılar inşa edilebilir. Yoğun kar sonrası karların oluşturacağı ağırlığın ince dallara zarar vermemesi için ağaçlar karlardan temizlenmelidir. Güneş ışığından en iyi şekilde faydalanabilmek için soğuk bölgelerde güney bakılar ve doğru dikim şekilleri tercih edilmelidir. Aşırı hava olaylarından korunmak için erken uyarı sistemleri kullanılmalıdır. Bu tür doğa olaylarından dolayı tesiste oluşabilecek zararların en aza indirilebilmesi için mutlaka sigortalama yapılmalıdır.

Değişen iklim şartları hastalıkların ve zararlıların coğrafi dağılımlarının, biyolojik döngülerinin ve enfeksiyon oranlarının da değişmesine neden olabilir. Örneğin; Ponti vd., (2014), yaptığı çalışmada Zeytin Sineğinin kuzeye doğru kayacağını ileri sürmüştür. Hastalık ve zararlıların bu yönde değişiklikler göstermesi üretimi mevcut halinden daha fazla tehdit edebilir ve çiftçiler için yeni üretim zorluklar ortaya çıkarabilir. Bu bağlamda hastalık ve zararlılarla mücadele, sağlıklı ve verimli bir yetiştiricilik için oldukça önemlidir. Mücadele kimyasal, biyolojik ve kültürel önlemleri içermelidir. Riskleri azaltmak ve bulaşıcılığı en aza indirmek için sulama, toprak işleme, gübreleme, çeşit seçimi, budama, dikim şekli ve hasat gibi çeşitli kültürel işlemleri doğru bir şekilde yönetmek gerekir. Örneğin, bulaşıcılığı önlemek amacıyla salma ve karık sulamadan kaçınılmalı, aşırı sulama yapılmamalıdır. Belirli bölgede yaygın bir hastalık varsa bu hastalığa iyi adaptasyon sağlamış çeşitler tercih edilmelidir. Diğer yandan canlı örtü uygulaması yapılması durumunda, kullanılacak bitkilerin hastalıklara toleranslı olmasına dikkat edilmelidir. Ağaçtaki hastalıklı dal veya sürgünler budanmalı, hastalıklı yapraklar ise toplanmalıdır. Budama işleminden sonra hastalığın taşınmasını önlenmek amacıyla budama aletleri mutlaka dezenfekte edilmelidir. Zeytinliğe yeni fidan dikilecekse fidanların sağlıklı olduğundan emin olunmalıdır. Ağaçların uygun ışık ve hava almasına müsaade edecek dikim şekli tercih edilmelidir. Mücadelede elden geldikçe kimyasal ilaç kullanımı en aza indirilmeli, sorunlar daha çok doğal, kültürel, biyolojik ve biyoteknik yöntemlerle çözülmeye çalışılmalıdır. Eğer kimyasal ilaçların kullanılması zorunlu ise mutlaka ilacın

talimatlarına uyulmalıdır. Zararlılarla mücadelede, mücadele edilen zararlının avcı türleri veya kitlesel tuzaklamaları da kullanılabilir.

Yeni kurulacak zeytin tesislerinde dikim zamanı, dikim sıklığı, dikim derinliği ve dikim şekli gibi unsurlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Ülkemizde daha çok geleneksel dikim yöntemleriyle zeytinlikler kurulmaktadır. Ancak geleneksel dikim teknikleri yerine gerekli finansman ve elverişli ortam koşullarının sağlanması halinde sık dikim veya süper sık dikim teknikleri gibi daha modern dikim teknikleri uygulanmalıdır. Bu sayede hem daha verimli ve istikrarlı bir üretim sağlanabilir hem de iklim değişikliğinin sektör üzerindeki baskısı azaltılabilir. Modern dikim teknikleri özellikle tarım teknolojilerinin daha etkin kullanımına olanak sağlar. Örneğin, sık dikim veya süper sık dikim ile oluşturulmuş zeytinliklerde makineli hasat ve budama işlemleri daha kolay yapılır, dolayısıyla bu durum işçi maliyetlerinin azalmasına ve zamandan tasarrufun sağlanmasına katkı sağlar. Diğer yandan düzenli ve sık dikim, modern sulama ile gübreleme sistemlerinin entegrasyonunu kolaylaştırır. Modern tekniklerle oluşturulmuş zeytinliklerde su kullanımı da önemli ölçüde azaltılmış olur.

Zeytin ağaçlarının sağlıklı büyümesi ve verimliliği için budama büyük önem taşır. Sürgünlerin canlılığını destekleyen ve çiçeklenme potansiyelini artıran budamanın verimlilik üzerinde etkisi vardır. Olgun ve yaşlı ağaçlarda doğru zamanda yapılan budama, meyve tutumunu ve gelişimini teşvik ederek üretim kalitesinin korunmasına katkı sağlar. Budamayla ağaçların güneş ışığından daha fazla yararlanması sağlanarak fotosentez desteklenir; bu durum, ağaçların büyümesini olumlu yönde etkiler. Ayrıca doğru bir şekilde budanmış ağaçlarda hava dolaşımı artar ve hastalık riski azalır. Ölü ve hastalıklı dalların budamayla temizlenmesi, ağacın genel sağlığını korur ve sağlıklı dokuların gelişimini destekler. Kurak iklimlerde yapılan şekillendirme budamaları ise ağacın su tüketimini daha iyi yönetmeyi sağlayarak su stresini azaltır. Bu yönleriyle budama, zeytin ağaçlarının verimini artırmasına, uzun vadede sağlığını korumasına ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmasına katkı sağlar.

Zeytin yetiştiriciliğinin son aşaması olan hasat, ülkemizde geleneksel ve modern yöntemlerle yapılmaktadır. Geleneksel hasat teknikleri antik dönemlerden bu yana kullanılmakta olup, verim ve kalite açısından önemli etkilere neden olmaktadır. Örneğin, sıvıkla vurma yöntemi ile yapılan hasatta, sıvıkların dallara çarpması sırasında filizler ve gözler zarar görebilir ve yeni oluşmuş sürgünler kırılabilir. Bu durum, bir

sonraki yılın veriminde azalmaya yol açabilir. Ayrıca, sılıkla vurma ve meyvelerin düşmesi sürecinde, meyvelerde çarpma kaynaklı fiziksel hasarlar oluşabilir. Kullanılan sııklar, çeşitli hastalıkların ağaçlar arasında yayılmasına neden olarak zeytinliklerde patojenik riskleri artırabilir. Öte yandan makineli hasat, geleneksel yöntemlere kıyasla birçok avantaja sahiptir. Makine destekli hasat teknikleri, daha kısa sürede geniş alanlarda hasat yapılmasını sağlayarak iş gücü maliyetlerini önemli ölçüde azaltır. Aynı zamanda, makinelerle yapılan hasat, ağaç ve meyve üzerindeki fiziksel hasarı minimuma indirir, bu da ağaç sağlığı ve verim üzerinde olumlu etkiler ortaya çıkarır. Makineler ayrıca, eş zamanlı olarak daha fazla sayıda ağacın hasat edilmesine olanak tanıdığı için verimliliği artırır ve hasat süresini kısaltır.

Mevcut ve öngörülen gelecek şartları, zeytin yetiştiriciliğinin farklı aşamalarında modern teknolojinin kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Bu kapsamda, özellikle üretkenliği artırmak ve sürdürülebilir bir zeytin tarımı için hassas tarım uygulamaları benimsenmelidir. Teknolojinin zeytin yetiştiriciliğine entegrasyonu toprak ve ağaç sağlığı, sulama verimliliği, hastalık ve zararlı yönetimi gibi çeşitli konularda avantajlar sunabilir. İnsansız hava araçları, uydu teknolojileri, akıllı sensörler, akıllı sulama ve eken uyarı sistemleri, çiftçi yönetim yazılımları, yapay zekâ ve teknolojik unsurla donatılmış tarım makineleri gibi farklı amaçlara hizmet eden teknolojilerden faydalanılmalıdır. Ayrıca iklim değişikliği ve uyum stratejileri konusunda çiftçilerin bilinçlendirilmesi kritik önem taşımaktadır. Bu bağlamda, iklim değişikliğinin olası etkilerine dair farkındalığın artırılması ve uyum kapasitelerinin geliştirilmesi amacıyla eğitim programları, atölye çalışmaları ve seminerlerin düzenlenmesi gereklidir. Bu tür etkinlikler, çiftçilerin değişen iklim koşullarına karşı daha dayanıklı üretim teknikleri benimsemelerini teşvik ederek sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaşmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

İklim değişikliğinin getirdiği ve getirebileceği zorluklarla başa çıkmak için uyum önerilerinin sektördeki tüm paydaşlar tarafından dikkate alınması ve gerekli adımların hızla atılması büyük önem taşımaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgular, gelecekteki iklim senaryoları altında zeytin yetiştiriciliği için çok az uygun ve uygun alanların genişleyeceğine işaret etse de bu alanlardan elde edilecek ürün kalitesi ve verimlilik belirsizliğini korumaktadır. Dolayısıyla iklim değişikliğine uyum stratejilerinin etkili biçimde uygulanması, yeni yöntemlerin araştırılması ve bu araştırmalardan elde edilen güncel bulgular ışığında önerilerin periyodik olarak

güncellenmesi kritik bir gerekliliktir. Zeytincilik sektöründeki riskleri en aza indirmek adına sürekli izleme, değerlendirme ve yerel koşullara uygun uyum stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Çalışmada sunulan uyum stratejilerinin bir bütün olarak ele alınması ve her birinin, iklim değişikliğine karşı dirençli bir zeytin yetiştiriciliği sistemi oluşturmak için ayrı bir öneme sahip olduğu göz ardı edilmemelidir.

Bu çalışmanın sonuçları, zeytin tarımının iklim değişikliği karşısındaki kırılganlığını azaltmaya yönelik stratejilerin geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları doğrultusunda; SKA 2 (Açlığa Son), zeytin tarımının gıda güvenliği açısından kritik bir rol oynadığını belirtmektedir. Bu bağlamda, zeytin tarımının sürdürülebilirliğinin sağlanması hem yerel üretimin desteklenmesi hem de gıda güvenliğinin güçlendirilmesi açısından önemlidir. SKA 8 (İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme) hedefi doğrultusunda, zeytin tarımının kırsal kalkınma ve istihdam üzerindeki etkileri göz önünde bulundurularak, üreticilere yönelik istihdam yaratıcı ve ekonomik büyümeyi destekleyici programların geliştirilmesi gereklidir. Özellikle zeytin ve zeytinyağı ihracatının artırılmasına yönelik politikalar, yerel üreticilerin küresel pazarda daha rekabetçi olmasına imkân sağlayabilir. SKA 12 (Sorumlu Tüketim ve Üretim) hedefi kapsamında, zeytin üretiminde kaynakların daha verimli ve etkin kullanılması, çevresel etkilerin azaltılması adına sürdürülebilir üretim yöntemlerinin benimsenmesi açısından önemlidir. Tarımsal atıkların geri dönüşümü, su tasarrufu uygulamaları ve toprak sağlığına yönelik sürdürülebilir yönetim uygulamaları, zeytin üretiminin çevresel etkilerini azaltacaktır. SKA 13 (İklim Eylemi) ve SKA 15 (Karasal Yaşam) hedefleri çerçevesinde, zeytinliklerin korunması ve iklim değişikliğine karşı dayanıklılığının artırılması için uyum stratejilerinin geliştirilmesi kritik bir gerekliliktir. Bu stratejiler, zeytin tarımının sürdürülebilirliğini sağlamakla birlikte, aynı zamanda ekosistem dengesinin korunmasına ve biyoçeşitliliğin desteklenmesine katkı sağlayacaktır.

Gelecek Çalışmalar

Bu tez çalışmasında, MaxEnt modelleme aracı kullanılarak RCP ve SSP senaryoları çerçevesinde gelecekteki olası zeytin alanları tespit edilmiş, bu bulgular temelinde kırılganlık ve uyum stratejileri üzerine bir araştırma yapılmıştır. Ancak çalışma sürecinde, bazı sınırlılıklar tespit edilmiş ve gelecekte daha detaylı olarak ele alınması gereken konular olduğu belirlenmiştir.

❖ Bu çalışmada, maksimum entropi yaklaşımına dayalı olarak çalışan MaxEnt 3.4.4 yazılımı kullanılmıştır. MaxEnt, tür dağılım modellemelerinde etkili bir araç olmasına rağmen, ilerleyen zamanlarda diğer tür dağılım modelleriyle (örneğin, Random Forest, Generalized Additive Model, Generalized Linear Model, Yapay Sinir Ağları veya Ensemble Modelling gibi) karşılaştırmalı analizler yapılabilir. Ayrıca, farklı modelleme araçlarının kullanılmasıyla zeytin alanlarının gelecekteki potansiyel yayılımı daha geniş bir perspektifle değerlendirilebilir.

❖ R ve Python gibi genel veri analizi ve modelleme araçlarının yanı sıra, Google Earth Engine gibi çevresel veri analizi platformlarından da faydalanılarak daha gelişmiş analizler veya gelecek tahminleri yapılabilir. Bu araçlar, geniş kütüphane desteği sunması ve gelişmiş işlevsellikleri ile modelleme sürecinin hassasiyetini artırabilir.

❖ Çalışmada kullanılan RCP ve SSP senaryoları günümüzün öngörülerine dayalıdır. Ancak ilerleyen dönemlerde daha güncel senaryo gruplarının (örneğin, iklim değişikliği projeksiyonlarında güncellenmiş versiyonlar veya daha spesifik yerel senaryolar) yayınlanması durumunda, bu senaryolarla modelleme çalışmaları tekrarlanabilir. Böylece, değişen iklim şartları ve yeni öngörüler doğrultusunda daha hassas sonuçlara ulaşılabilir.

❖ Zeytinin gelecekteki olası yayılış alanlarının belirlenebilmesi için çalışmada biyoiklim değişkenlerinden faydalanılmıştır. Zeytinin coğrafi dağılımında iklim faktörleri her ne kadar etkili olsa da diğer çevresel değişkenlerin (toprak, anakaya, yükseklik, eğim, topografik nemlilik, topografik pozisyon indeksi gibi) modelleme sürecine dahil edilmesi, zeytinin yayılış alanlarının daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlayabilir. Ayrıca zeytinin yayılışında biyoiklim değişkenlerinin yanı sıra diğer çevresel değişkenlerin katkılarının ne oranda olduğu belirlenebilir.

❖ Bu çalışmada zeytin (*Olea europaea* L.), tek bir tür olarak ele alınmıştır. Ancak gelecekteki araştırmalarda, yerel zeytin çeşitleri dikkate alınarak ve daha yerel ölçekli biyoiklim değişkenleri kullanılarak gelecek projeksiyonları daha detaylı bir şekilde oluşturulabilir.

❖ Kırılma analizleri kapsamında veri toplama süreci genişletilerek daha ayrıntılı ve kapsayıcı bir veri seti oluşturulabilir. Bölgesel veya yerel ölçeklerde daha

detaylı iklim, toprak, su kaynakları ve sosyo-ekonomik durumlara ilişkin veri setleri hazırlanabilir. Bu veriler ile kırılma analizlerinin doğruluk ve güvenilirliği artırılabilir. Ayrıca, kırılma analizlerine farklı bilimsel disiplinlerin dahil edilmesiyle multidisipliner bir yaklaşım benimsenebilir.

❖ Uyum stratejileri bölgesel veya yerel ölçekte ele alınabilir. Bu stratejilerin pratikte uygulanabilirliğini değerlendiren saha çalışmaları yapılabilir. Zeytin üreticileriyle ve sektördeki diğer paydaşlarla iş birliği yapılarak bölgesel veya yerel ölçekli uyum planları oluşturulabilir. Bu planların sosyo-ekonomik ve çevresel etkileri analiz edilebilir.

❖ İklim değişikliği nedeniyle özellikle orta ve uzun vadede zeytin yetiştiriciliği için uygunluğunu kaybedebilecek alanlarda ikame ürünlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar yürütülebilir.

KAYNAKÇA

- Ab Lah, N.Z., Yusop, Z., Hashim, M., Mohd Salim, J., and Numata, S. (2021). Predicting the habitat suitability of *Melaleuca cajuputi* based on the MaxEnt Species Distribution Model. *Forests*, 12 (11), 1-18.
- Abdelaal, M., Fois, M., Fenu, G., and Bacchetta, G. (2019). Using MaxEnt modeling to predict the potential distribution of the endemic plant *Rosa arabica* Crép. in Egypt. *Ecological Informatics*, 50, 68-75.
- Acar Deniz, Z., ve Gönençgil, B. (2017). Türkiye sıcaklık ekstremlerindeki değişkenlikler. *Coğrafya Dergisi*, (35), 41-54.
- Aguilera, F., Fornaciari, M., Ruiz-Valenzuela, L., Galán, C., Msallem, M., Dhiab, A. B., and Orlandi, F. (2015). Phenological models to predict the main flowering phases of olive (*Olea europaea* L.) along a latitudinal and longitudinal gradient across the Mediterranean region. *International Journal of Biometeorology*, 59, 629-641.
- Ahmadi, H., Ghalhari, G.F., and Baaghdeh, M. (2019). Impacts of climate change on apple tree cultivation areas in Iran. *Climatic Change*, 153 (1), 91-103.
- Akalın, M. (2014). İklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkileri: bu etkileri gidermeye yönelik uyum ve azaltım stratejileri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7 (2), 351-378.
- Akcay, H., Aksoy, S., Kaya, S., Sertel, E., and Dash, J. (2023). Evaluating the potential of multi-temporal Sentinel-1 and Sentinel-2 data for regional mapping of olive trees. *International Journal of Remote Sensing*, 44 (23), 7338-7364.
- Akçakaya, A., Sümer, U.M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., ve Çukurçayır, F. (2015). *Yeni senaryolar ile Türkiye iklim projeksiyonları ve iklim değişikliği*. Ankara: Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Akça Uçkun, A. (2022). *Yeni nesil zeytin yetiştiriciliği*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık.
- Akyol, A. ve Örucü, Ö.K. (2019). İklim değişimi senaryoları ve tür dağılım modeline göre Kızılcık türünün (*Cornus mas* L.) odun dışı orman ürünleri kapsamında değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 224-233.
- Alfieri, S. M., Riccardi, M., Menenti, M., Basile, A., Bonfante, A., and De Lorenzi, F. (2019). Adaptability of global olive cultivars to water availability under future Mediterranean climate. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 24, 435-466.
- Algancı, U., Sertel, E., and Kaya, S. (2018). Determination of the olive trees with object based classification of Pleiades satellite image. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 5 (2), 132-139.

- Almeida, A.M., Martins, M.J., Campagnolo, M.L., Fernandez, P., Albuquerque, T., Gerassis, S., and Ribeiro, M.M. (2022). Prediction scenarios of past, present, and future environmental suitability for the Mediterranean species *Arbutus unedo* L. *Scientific Reports*, 12 (1), 1-15.
- Alper, N. (2006). Zeytinin yetiştirme koşulları, bahçe tesisi ve modern yetiştiricilik. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Ed.), *Zeytin kitabı* İçinde (s. 35-46). İzmir: Emre Basımevi.
- Anand, V., Oinam, B., and Singh, I. H. (2021). Predicting the current and future potential spatial distribution of endangered *Rucervus eldii eldii* (Sangai) using MaxEnt model. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193 (3), 1-17.
- Ar, B., Tuttu, G., Gülçin, D., Özcan, A.U., Kara, E., Sürmen, M., and Velázquez, J. (2022). Response of an invasive plant species (*Cynanchum acutum* L.) to changing climate conditions and its impact on agricultural landscapes. *Land*, 11 (9), 1-20.
- Arampatzis, G., Hatzigiannakis, E., Pinaras, V., Kourgialas, N., Psarras, G., Kinigopoulou, V., and Koubouris, G. (2018). Soil water content and olive tree yield responses to soil management, irrigation, and precipitation in a hilly Mediterranean area. *Journal of Water and Climate Change*, 9 (4), 672-678.
- Aras, İ. (2006). Damla sulama yöntemi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15 (1-2), 49-60.
- Arenas-Castro, S., Gonçaves, J.F., Moreno, M., and Villar, R. (2020). Projected climate changes are expected to decrease the suitability and production of olive varieties in southern Spain. *Science of the Total Environment*, 709, 1-13.
- Ashraf, U., Ali, H., Chaudry, M.N., Ashraf, I., Batool, A., and Saqib, Z. (2016). Predicting the potential distribution of *Olea ferruginea* in Pakistan incorporating climate change by using Maxent model. *Sustainability*, 8 (8), 1-11.
- Atalay, İ. (1997). *Türkiye coğrafyası*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Aubin, I., Boisvert-Marsh, L., Kebli, H., McKenney, D., Pedlar, J., Lawrence, K., Hogg, E. H., Boulanger, Y., Gauthier, S., and Ste-Marie, C. (2018). Tree vulnerability to climate change: Improving exposure-based assessments using traits as indicators of sensitivity. *Ecosphere*, 9 (2), 1-24.
- Avola, G., Di Gennaro, S.F., Cantini, C., Riggi, E., Muratore, F., Tornambè, C., and Matese, A. (2019). Remotely sensed vegetation indices to discriminate field-grown olive cultivars. *Remote Sensing*, 11 (10), 1-9.
- Avolio, E., Orlandi, F., Bellecci, C., Fornaciari, M., and Federico, S. (2012). Assessment of the impact of climate change on the olive flowering in Calabria (Southern Italy). *Theoretical and Applied Climatology*, 107, 531-540.
- Ayaz, M., ve Varol, N. (2015). İklim parametrelerindeki değişimlerin (sıcaklık, yağış, kar, nispi nem, sis, dolu ve rüzgar) zeytin yetiştiriciliği üzerine etkileri. *Zeytin Bilimi*, 5 (1), 33-40.
- Aydın, F., ve Sarptaş, H. (2018). İklim değişikliğinin bitki yetiştiriciliğine etkisi: Model bitkiler ile Türkiye durumu. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24 (3), 512-521.

- Aykır, D. (2017). Türkiye'de ekstrem sıcaklık indislerinin geçişlerinde şehirleşmenin etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (69), 47-57.
- Aziz, M., Khan, M., Anjum, N., Sultan, M., Shamshiri, R.R., Ibrahim, S.M., Balasundram, S.K., and Aleem, M. (2022). Scientific irrigation scheduling for sustainable production in olive groves. *Agriculture*, 12 (4), 1-14.
- Baldwin, R. A. (2009). Use of maximum entropy modeling in wildlife research. *Entropy*, 11 (4), 854-866.
- Barry R.G., Chorley R.J. (2010) *Atmosphere, weather and climate*. London and New York: Routledge.
- Başoğlu, A. (2014). Küresel iklim değişikliğinin ekonomik etkileri. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 7, 175-196.
- Bayraç, N.H., ve Doğan, E. (2016). Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11 (1), 23-48.
- Bechara, E., Papafilippaki, A., Doupis, G., Sofu, A., and Koubouris, G. (2018). Nutrient dynamics, soil properties and microbiological aspects in an irrigated olive orchard managed with five different management systems involving soil tillage, cover crops and compost. *Journal of Water and Climate Change*, 9 (4), 736-747.
- Bedeke, S.B. (2023). Climate change vulnerability and adaptation of crop producers in sub-Saharan Africa: a review on concepts, approaches and methods. *Environment, development and sustainability*, 25 (2), 1017-1051.
- Beillouin, D., Schauburger, B., Bastos, A., Ciais, P., and Makowski, D. (2020). Impact of extreme weather conditions on European crop production in 2018. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375 (1810), 1-13.
- Ben-Gal, A., Ron, Y., Yermiyahu, U., Zipori, I., Naoum, S., and Dag, A. (2021). Evaluation of regulated deficit irrigation strategies for oil olives: A case study for two modern Israeli cultivars. *Agricultural Water Management*, 245, 1-12.
- Blekos, K., Tsakas, A., Xouris, C., Evdokidis, I., Alexandropoulos, D., Alexakos, C., Katakis, S., Makedonas, A., Theoharatos, C., and Lalos, A. (2021). Analysis, modeling and multi-spectral sensing for the predictive management of verticillium wilt in olive groves. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 10 (1), 1-21.
- Botsyun, S., Mutz, S. G., Ehlers, T. A., Koptev, A., Wang, X., Schmidt, B., and Scherer, D.E. (2022). Influence of large-scale atmospheric dynamics on precipitation seasonality of the Tibetan Plateau and Central Asia in cold and warm climates during the Late Cenozoic. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 127 (12), 1-21.
- Branquinho, S., Rolim, J., and Teixeira, J.L. (2021). Climate change adaptation measures in the irrigation of a super-intensive olive orchard in the south of Portugal. *Agronomy*, 11 (8), 1-16.
- Brito, C., Dinis, L.T., Ferreira, H., Rocha, L., Pavia, I., Moutinho-Pereira, J., and Correia, C. M. (2018). Kaolin particle film modulates morphological, physiological and biochemical olive tree responses to drought and rewatering. *Plant Physiology and Biochemistry*, 133, 29-39.

- Brown, J.L., Bennett, J.R., and French, C.M. (2017). SDMtoolbox 2.0: the next generation Python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses. *PeerJ*, 5, 1-12.
- Calda, B., An, N., Turp, M.T., ve Kurnaz, L. (2020). İklim değişikliğinin Akdeniz Havzası'ndaki orman yangınlarına etkisi. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 32 (1), 15-32.
- Cammarano, D., Ceccarelli, S., Grando, S., Romagosa, I., Benbelkacem, A., Akar, T., and Ronga, D. (2019). The impact of climate change on barley yield in the Mediterranean basin. *European Journal of Agronomy*, 106, 1-11.
- Cano-Ortiz, A., Fuentes, J.C.P., Gea, F.L., Ighbareyeh, J.M.H., Quinto Canas, R.J., Meireles, C.I.R., Raposo, M., Gomes, C.J.P. Spampinato, G., del Río González, S., Musarella, C.M., and Cano, E. (2022). Climatology, bioclimatology and vegetation cover: Tools to mitigate climate change in olive groves. *Agronomy*, 12 (11), 1-19.
- Caran, D. (2006). Zeytinde hasat. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Ed.), *Zeytin kitabı* içinde (s. 128-137). İzmir: Emre Basımevi.
- Carr, M.K.V. (2013). The water relations and irrigation requirements of olive (*Olea europaea* L.): A review. *Experimental Agriculture*, 49 (4), 597-639.
- Carvalho, D., Rocha, A., Costoya, X., DeCastro, M., and Gómez-Gesteira, M. (2021). Wind energy resource over Europe under CMIP6 future climate projections: What changes from CMIP5 to CMIP6. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 1-11.
- Cárdenas, G.P., Bravo, N., Barboza, E., Salazar, W., Ocaña, J., Vázquez, M., and Arbizu, C.I. (2023). Current and future distribution of Shihuahuaco (*Dipteryx* spp.) under climate change scenarios in the Central-Eastern Amazon of Peru. *Sustainability*, 15 (10), 1-16.
- Caselli, A., and Petacchi, R. (2021). Climate change and major pests of Mediterranean olive orchards: Are we ready to face the global heating?. *Insects*, 12 (9), 1-13.
- Cengil, B. (2009). *İklim değişiminin Büyük Menderes Havzasında zeytin yetiştirme alanları üzerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Challinor, A. J., Watson, J., Lobell, D. B., Howden, S. M., Smith, D. R., and Chhetri, N. (2014). A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature climate change*, 4 (4), 287-291.
- Chartzoulakis, K.S. (2005). Salinity and olive: growth, salt tolerance, photosynthesis and yield. *Agricultural Water Management*, 78 (1-2), 108-121
- Chintala, R., D Djira, G., L Devkota, M., Prasad, R., and Kumar, S. (2014). Modeling the effect of temperature and precipitation on crop residue potential for the North Central region of the United States. *Agricultural Research*, 3 (2), 148-154.
- Christopoulou, N., Chatzistathis, T., Papatheodorou, E.M., Aschonitis, V., and Monokrousos, N. (2021). The crucial role of soil organic matter in satisfying the phosphorus requirements of olive trees (*Olea europaea* L.). *Agriculture*, 11 (2), 1-14.

- Cinosi, N., Moriconi, F., Farinelli, D., Marchionni, D., Lodolini, E.M., Rosati, A., and Famiani, F. (2024). Effects of summer pruning on the water status and physiology of olive trees and on fruit characteristics and oil quality. *Scientia Horticulturae*, 324, 1-5.
- Cleland, E.E., Chuine, I., Menzel, A., Mooney, H.A., and Schwartz, M.D. (2007). Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology & Evolution*, 22 (7), 357-365.
- Creswell, J.W. and Creswell, J.D. (2021). *Araştırma tasarımı: nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları* (Çev: E. Karadağ). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık.
- Crowe, S., Cresswell, K., Robertson, A., Huby, G., Avery, A., and Sheikh, A. (2011). The case study approach. *BMC Medical Research Methodology*, 11 (1), 1-9.
- Crovetti, A., Belcari, A., and Rasspi, A. (1997). *Zırai mücadele, çevrenin ve ürünün korunmasında metotların geliştirilmesi*. Dünya zeytin ansiklopedisi içinde (s. 223-250). Uluslararası Zeytinyağı Konseyi.
- Cunningham, M.A., Wright, N.S., Mort Ranta, P.B., Benton, H.K., Ragy, H.G., Edington, C.J., and Kellner, C.A. (2021). Mapping vulnerability of cotton to climate change in West Africa: challenges for sustainable development. *Climate*, 9 (4), 1-16.
- Çetin, Ö. (2012). *Tarımsal sulama sistemleri*. Çiftçi Eğitim Serisi No.7. Ankara: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Çoban, H.O., Örucü, Ö.K., and Arslan, E.S. (2020). MaxEnt modeling for predicting the current and future potential geographical distribution of *Quercus libani* Olivier. *Sustainability*, 12 (7), 1-17.
- Dag, A., Harlev, G., Lavee, S., Zipori, I., and Kerem, Z. (2014). Optimizing olive harvest time under hot climatic conditions of Jordan Valley, Israel. *European journal of lipid science and technology*, 116 (2), 169-176.
- Davis, P. (1978). *Flora of Turkey*, Volume 6. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Demir, A. (2009). Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1 (2), 37-54.
- Demirbaş, M., ve Aydın, R. (2020). 21. Yüzyılın en büyük tehdidi: küresel iklim değişikliği. *Ecological Life Sciences*, 15 (4), 163-179.
- Dhyani, A., Kadaverugu, R., Nautiyal, B.P., and Nautiyal, M.C. (2021). Predicting the potential distribution of a critically endangered medicinal plant *Lilium polyphyllum* in Indian Western Himalayan Region. *Regional Environmental Change*, 21, 1-11.
- Di Nisio, A., Adamo, F., Acciani, G., and Attivissimo, F. (2020). Fast detection of olive trees affected by xylella fastidiosa from UAVs using multispectral imaging. *Sensors*, 20 (17), 1-23.
- Duan, X., Li, J., and Wu, S. (2022). MaxEnt modeling to estimate the impact of climate factors on distribution of *Pinus densiflora*. *Forests*, 13 (3), 1-13.
- Efe R., Soykan A., Sönmez S., and Cürebal İ (2008) Quantifying the effect of landuse change on olive tree cultivation in the vicinity of Edremit between 1979 and

- 2006 using GIS and RS techniques. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17 (6), 696-705.
- Efe, R., Soykan, A., Sönmez, S., ve Cürebal, İ. (2009). Sıcaklık şartlarının Türkiye'de zeytinin (*Olea europea* L. subs. *europaea*) yetişmesine, fenolojik ve pomolojik özelliklerine etkisi. *Ekoloji*, 18 (70), 17-26.
- Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., ve Sönmez, S. (2011). *Dünyada, Türkiye'de, Edremit Körfezi çevresinde zeytin ve zeytinyağı*. Balıkesir: Edremit Belediyesi.
- Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., Sönmez, S. (2012). Olive and olive oil culture in the Mediterranean Basin. R. Efe, M. Öztürk ve S. Ghazanfar (Ed.), *Environment and Ecology in the Mediterranean Region* In (pp. 51-62). UK: Cambridge Scholars Publishing.
- Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., ve Sönmez, S. (2016). Türkiye'de yetişen zeytin çeşitlerinin özellikleri ve coğrafi dağılışı. E.G. Naskali (Ed.), *Zeytin Kitabı* içinde (s. 37-80). İstanbul: Kitabevi Yayınları.
- Egea, G., Padilla-Díaz, C.M., Martinez-Guanter, J., Fernández, J.E., and Pérez-Ruiz, M. (2017). Assessing a crop water stress index derived from aerial thermal imaging and infrared thermometry in super-high density olive orchards. *Agricultural Water Management*, 187, 210-221.
- Ekmekçi, E., Apan, M., ve Kara, T. (2005). Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Anadolu tarım bilimleri dergisi*, 20 (3), 118-125.
- El Garroussi, S., Di Giuseppe, F., Barnard, C., and Wetterhall, F. (2024). Europe faces up to tenfold increase in extreme fires in a warming climate. *Climate and Atmospheric Science*, 7 (1), 1-11.
- Elias, E.H, Flynn, R., Idowu, O.J, Reyes, J., Sanogo, S., Schutte, BJ, Smith, R., Steele, C., and Sutherland, C. (2019). Crop vulnerability to weather and climate risk: Analysis of interacting systems and adaptation efficacy for sustainable crop production. *Sustainability*, 11 (23), 1-25.
- Elibüyük, M., ve Yılmaz, E. (2010). Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerine göre yükselti basamakları ve eğim grupları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*. 8 (1), 27-55.
- Engle, N.L. (2011). Adaptive capacity and its assessment. *Global environmental change*, 21 (2), 647-656.
- Erel, R., Yermiyahu, U., Yasuor, H., Cohen Chamus, D., Schwartz, A., Ben-Gal, A., and Dag, A. (2016). Phosphorous nutritional level, carbohydrate reserves and flower quality in olives. *PloS one*, 11 (12), 1-19.
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve metodları*. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Erlat, E. (2009). *İklim sistemi ve iklim değişimleri*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Erlat, E., ve Türkeş M. (2017). Türkiye'de tropikal gece sayılarında gözlenen değişimler ve eğilimler. *Ege Coğrafya Dergisi*, 26 (2), 95-106.
- Erlat, E., ve Güler, H. (2018). Türkiye'de sıcaklık ekstremlerinin sürelerinde gözlenen değişim ve eğilimler (1950-2017). *Ege Coğrafya Dergisi*, 27 (2), 135-148.
- Erol, O. (2014). *Genel Klimatoloji*. İstanbul: Çantay Kitapevi.

- Erten, L. (2006). Zeytin Hastalıkları. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Ed.), *Zeytin kitabı* içinde (s. 116-127). İzmir: Emre Basımevi.
- Essa, Y. H., Hirschi, M., Thiery, W., El-Kenawy, A. M., and Yang, C. (2023). Drought characteristics in Mediterranean under future climate change. *npj Climate and Atmospheric Science*, 6 (1), 1-13.
- Eyring, V., Bony, S., Meehl, G.A., Senior, C.A., Stevens, B., Stouffer, R.J., and Taylor, K.E. (2016). Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. *Geoscientific Model Development*, 9 (5), 1937-1958.
- Fernández-Escobar, R. (2019). Olive nutritional status and tolerance to biotic and abiotic stresses. *Frontiers in plant science*, 10, 1151.
- Fernandes-Silva, A.A., Gouveia, J.B., Vasconcelos, P., Ferreira, T.C., and Villalobos, F.J. (2013). Effect of different irrigation regimes on the quality attributes of monovarietal virgin olive oil from cv.“Cobrançosa”. *Grasas Y Aceites*, 64 (1), 41-49.
- Food and Agriculture Organization. (2015). Climate change and food security: risks and responses. <http://www.fao.org/3/a-i5188e.pdf>
- Food and Agriculture Organization. (2023). Statistics. <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Erişim Tarihi: 01.03.2024).
- Fraga, H., Pinto, J.G., Viola, F., and Santos, J.A. (2019a). Climate change projections for olive yields in the Mediterranean Basin. *International Journal of Climatology*, 40(2), 769-781.
- Fraga, H., Pinto, J.G., and Santos, J.A. (2019b). Climate change projections for chilling and heat forcing conditions in European vineyards and olive orchards: A multi-model assessment. *Climatic Change*, 152, 179-193.
- Fraga, H., Pinto, J. G., and Santos, J.A. (2020). Olive tree irrigation as a climate change adaptation measure in Alentejo, Portugal. *Agricultural water management*, 237, 1-9.
- Fraga, H., Moriondo, M., Leolini, L., and Santos, J. A. (2021). Mediterranean olive orchards under climate change: A review of future impacts and adaptation strategies. *Agronomy*, 11 (1), 1-15.
- Fu, Z., Jiang, J., Gao, Y., Krienke, B., Wang, M., Zhong, K., Cao, Q., Tian, Y., Cao, W., and Liu, X. (2020). Wheat growth monitoring and yield estimation based on multi-rotor unmanned aerial vehicle. *Remote Sensing*, 12 (3), 1-19.
- Füssel, H. M., and Klein, R. J. (2006). Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. *Climatic change*, 75 (3), 301-329.
- Gabaldón-Leal, C., Ruiz-Ramos, M., de la Rosa, R., León, L., Belaj, A., Rodríguez, A., Santos, C. and Lorite, I.J. (2017). Impact of changes in mean and extreme temperatures caused by climate change on olive flowering in southern Spain. *International Journal of Climatology*, 37, 940-957.
- Galán, C., García-Mozo, H., Vázquez, L., Ruiz, L., De La Guardia, C.D., and Trigo, M.M. (2005). Heat requirement for the onset of the *Olea europaea* L. pollen

- season in several sites in Andalusia and the effect of the expected future climate change. *International Journal of Biometeorology*, 49, 184-188.
- Gálvez, M., Parra, M. A., and Navarro, C. (2004). Relating tree vigour to the soil and landscape characteristics of an olive orchard in a marly area of southern Spain. *Scientia horticultrae*, 101 (3), 291-303.
- García, J.L.S., and Sanz, J.M.D. (2018). Climate change, ethics and sustainability: An innovative approach. *Journal of Innovation & Knowledge*, 3 (2), 70-75.
- Gassó, N., Thuiller, W., Pino, J., and Vilà, M. (2012). Potential distribution range of invasive plant species in Spain. *NeoBiota*, 12, 25-40.
- Gemas, V.J.V., Almadanim, M.C., Tenreiro, R., Martins, A., ve Fevereiro, P. (2004). Genetic diversity in the Olive tree (*Olea europaea* L. subsp. *europaea*) cultivated in Portugal revealed by RAPD and ISSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51(5), 501-511.
- Gent, P.R., Danabasoglu, G., Donner, L.J., Holland, M.M., Hunke, E.C., Jayne, S.R., Lawrence, D.M., Neale, R.B., Rasch, P.J., Vertenstein, M., Worley, P.H., Yang, Z.L., and Z, M. (2011) The community climate system model version 4. *Journal of climate*, 24 (19), 4973-4991.
- Geerts, S., and Raes, D. (2009). Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural water management*, 96 (9), 1275-1284.
- Ghrab, M., Gargouri, K., Bentaher, H., Chartzoulakis, K., Ayadi, M., Mimoun, M.B., Masmoudi, M.M., Mechlia, N.B. and Psarras, G. (2013). Water relations and yield of olive tree (cv. Chemlali) in response to partial root-zone drying (PRD) irrigation technique and salinity under arid climate. *Agricultural Water Management*, 123, 1-11.
- Giménez-Gallego, J., González-Teruel, J. D., Soto-Valles, F., Jiménez-Buendía, M., Navarro-Hellín, H., and Torres-Sánchez, R. (2021). Intelligent thermal image-based sensor for affordable measurement of crop canopy temperature. *Computers and Electronics in Agriculture*, 188, 1-11.
- Giorgi, F. (2006). Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters*, 33 (8), 1-4.
- Gholami, R., and Zahedi, S.M. (2021). Young olive trees responses (*Olea europaea* cv. Mission) to regulated deficit irrigation regime. *Erwerbs-Obstbau*. 63, 255-261.
- Glick, P., Stein, B. A., and Edelson, N. A. (2011). *Scanning the conservation horizon: a guide to climate change vulnerability assessment*. Washington, DC: National Wildlife Federation.
- Gómez-Muñoz, B., Valero-Valenzuela, J. D., Hinojosa, M. B., and García-Ruiz, R. (2016). Management of tree pruning residues to improve soil organic carbon in olive groves. *European Journal of Soil Biology*, 74, 104-113.
- Gönençgil, B. ve Acar, Z. (2021). Turkey: climate variability, extreme temperature, and precipitation. R.C. Lois-González (Ed.), *Geographies of Mediterranean Europe* In (pp. 167-180). Switzerland: Springer Nature.

- Guerrero-Casado, J., Carpio, A.J., Tortosa, F.S., and Villanueva, A.J. (2021). Environmental challenges of intensive woody crops: The case of super high-density olive groves. *Science of the Total Environment*, 798 (2021), 1-4.
- Gufi, Y., Tesfamariam, B., Manaye, A., Desalegn, A., Gidey, T., Abrha, H., and Hints, S. (2024). Impacts of climate change on the distribution of African wild olive tree in the arid environments of northern Ethiopia. *International Journal of Ecology*, 2024 (1), 1-11.
- Guise, I., Silva, B., Mestre, F., Muñoz-Rojas, J., Duarte, M.F., and Herrera, J.M. (2024). Climate change is expected to severely impact protected designation of origin olive growing regions over the Iberian Peninsula. *Agricultural Systems*, 220 (2024), 1-9.
- Guo, Y., Li, X., Zhao, Z., Wei, H., Gao, B., and Gu, W. (2017). Prediction of the potential geographic distribution of the ectomycorrhizal mushroom *Tricholoma matsutake* under multiple climate change scenarios. *Scientific reports*, 7 (1), 1-11.
- Gutierrez, A.P., Ponti L., and Cossu, Q.A. (2009) Effects of climate warming on olive and olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in California and Italy. *Climatic Change*, 95, 95-217.
- Güler, B. (2021). Effects of climate change on distribution areas of former endemic plant species *Campanula lyrata* Lam. *Sakarya University Journal of Science*, 25 (3), 663-672.
- Güner, B., Boyraz, Z., ve Çitçi, M.D. (2010). Tütüncülüğten zeytinciliğe geçiş: Akhisar (Manisa) örneği. *Journal of World of Turks/Zeitschrift für die Welt der Türken*, 2 (1), 161-186.
- Güneri, M. (2016). Zeytin fidanı üretimi, bahçe tesisi ve yıllık bakım işleri. İ. Yokaş (Ed.), *Zeytin ve Zeytinyağı* içinde (s. 54-88). Ankara: Efil Yayınevi.
- Gürel, M. (2006). Zeytinde budama. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Ed.), *Zeytin kitabı* İçinde (s. 56-74). İzmir: Emre Basımevi.
- Hamed, M.M., Nashwan, M.S., and Shahid, S. (2021). A novel selection method of CMIP6 GCMs for robust climate projection. *International Journal of Climatology*, 42 (8), 4258-4272.
- Hannah, L., Roehrdanz, P.R., Ikegami, M., Shepard, A.V., Shaw, M.R., Tabor, G., Zhi, L., Marquet, P.A., and Hijmans, R.J. (2013). Climate change, wine, and conservation. *Proceedings of the national academy of sciences*, 110 (17), 6907-6912.
- Hegerl, G.C., Brönnimann, S., Cowan, T., Friedman, A.R., Hawkins, E., Iles, C., and Undorf, S. (2019). Causes of climate change over the historical record. *Environmental Research Letters*, 14 (2019), 1-25.
- Henry, G.M., Hoyle, J.A., Beck, L.L., Cooper, T., Montague, T., and McKenney, C. (2015). Evaluation of mulch and preemergence herbicide combinations for weed control in high-density olive (*Olea europaea* L.) production. *HortScience*, 50 (9), 1338-1341.

- Hernandez, P.A., Graham, C.H., Master, L.L., and Albert, D.L. (2006). The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography*, 29 (5), 773-785.
- Hertig, E., and Trambly, Y. (2017). Regional downscaling of Mediterranean droughts under past and future climatic conditions. *Global and Planetary Change*, 151, 36-48.
- Hisali, E., Birungi, P., and Buyinza, F. (2011). Adaptation to climate change in Uganda: evidence from micro level data. *Global environmental change*, 21 (4), 1245-1261.
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Guillén Bolaños, T., Bindi, M., Brown, S., and Zhou, G. (2019). The human imperative of stabilizing global climate change at 1.5 C. *Science*, 365 (6459), 1-11.
- Hosseini, N., Ghorbanpour, M., and Mostafavi, H. (2024). The influence of climate change on the future distribution of two *Thymus* species in Iran: MaxEnt model-based prediction. *BMC Plant Biology*, 24 (1), 1-14.
- Iglesias, M.A., Rousseaux, M.C., Alcaras, L.M.A., Hamze, L., and Searles, P.S. (2023). Influence of deficit irrigation and warming on plant water status during the late winter and spring in young olive trees. *Agricultural Water Management*, 275 (2023), 1-11.
- International Olive Council. (2007). *Production techniques in olive growing*. Spain: Artegraf, S. A.
- IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, [M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, (Eds.)], Cambridge, UK: Cambridge University Press,
- IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (Eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press,
- Jiménez, A.A., Marceleño Flores, S.M.L., González, O.N., and Vilchez, F.F. (2023). Potential coffee distribution in a central-western region of Mexico. *Ecologies*, 4 (2), 269-287.
- Johansson, D.J., O'Neill, B.C., Tebaldi, C., and Häggström, O. (2015). Equilibrium climate sensitivity in light of observations over the warming hiatus. *Nature Climate Change*, 5 (5), 449-453.

- Kadioğlu, I., ve Farooq, S. (2017). Potential distribution of sterile oat (*Avena sterilis* L.) in Turkey under changing climate. *Turk. J. Weed Sci*, 20, 1-13.
- Kassout, J., Terral, J.F., El Ouahrani, A., Houssni, M., Ivorra, S., Kadaoui, K., El Mahroussi, M., Paradis, L., and Ater, M. (2022). Species distribution based-modelling under climate change: the case of two native wild *Olea europaea* subspecies in Morocco, *O. e.* subsp. *europaea* var. *sylvestris* and *O. e.* subsp. *Maroccana* W. L. Filho and E. Manolas (Eds), *Climate change in the mediterranean and middle eastern region* In (pp. 21-43) Switzerland: Springer Nature.
- Kavvadias, V., and Koubouris, G. (2019). Sustainable soil management practices in olive groves. D.G. Panpatte and Y.K. Jhala (Eds), *Soil Fertility Management for Sustainable Development* In (pp. 167-188). Singapore: Springer,.
- Kaya, Ü. (2006a). Zeytinin sulanması. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Ed.), *Zeytin kitabı* içinde (s. 75-88). İzmir: Emre Basımevi.
- Kaya, Ü. (2006b). Toprak işleme. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Ed.), *Zeytin kitabı* içinde (s. 83-82). İzmir: Emre Basımevi.
- Khan, A.M., Li, Q., Saqib, Z., Khan, N., Habib, T., Khalid, N., and Tariq, A. (2022). MaxEnt modelling and impact of climate change on habitat suitability variations of economically important Chilgoza Pine (*Pinus gerardiana* Wall.) in South Asia. *Forests*, 13 (5), 1-23.
- Khan, S., and Verma, S. (2022). Ensemble modeling to predict the impact of future climate change on the global distribution of *Olea europaea* subsp. *cuspidata*. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5, 1-13.
- Khanum, R., Mumtaz, A.S., and Kumar, S. (2013). Predicting impacts of climate change on medicinal asclepiads of Pakistan using Maxent modeling. *Acta Oecologica*, 49, 23-31.
- Kim, Y. H., Min, S. K., Zhang, X., Sillmann, J., and Sandstad, M. (2020). Evaluation of the CMIP6 multi-model ensemble for climate extreme indices. *Weather and Climate Extremes*, 29 (2020), 1-15.
- Koç, D.E. (2016). *Bolkar Dağları'nın bitki örtüsü ve iklim değişikliği*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Koç, D.E., Biltekin, D., and Ustaoglu, B. (2021). Modelling potential distribution of *Carpinus betulus* in Anatolia and its surroundings from the Last Glacial Maximum to the future. *Arabian Journal of Geosciences*, 14 (12), 113.
- Koç, D.E., Dalfes, H.N., ve Avcı, M. (2022). Anadolu'da konifer ağaçların yayılış alanlarındaki değişimler. *Coğrafya Dergisi*, (44), 81-95.
- Koç, D.E., Ustaoglu, B., and Biltekin, D. (2024). Effect of climate change on the habitat suitability of the relict species *Zelkova carpinifolia* Spach using ensembled species distribution modelling. *Scientific Reports*, 14 (1), 1-15.
- Koç., İ. (2022). Determining the biocomfort zones in near future under global climate change scenarios in Antalya. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 8 (1), 6-17.

- Koçman, A. (1993). *Türkiye iklimi*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Koubouris, G.C., Metzidakis, I.T., and Vasilakakis, M.D. (2009). Impact of temperature on olive (*Olea europaea* L.) pollen performance in relation to relative humidity and genotype. *Environmental and Experimental Botany*, 67 (1), 209-214.
- Kösetürkmen, S. (2020). Zeytinde sulama. *Antep Fıstığı Araştırma Dergisi*, 8, 46-48.
- Lavee, S. (2007). Biennial bearing in Olive (*Olea europaea*). *Annales Ser His Nat*, 17, 101-112.
- Leão, T.C., Reinhardt, J.R., Nic Lughadha, E., and Reich, P.B. (2021). Projected impacts of climate and land use changes on the habitat of Atlantic Forest plants in Brazil. *Global Ecology and Biogeography*, 30 (10), 2016-2028.
- López-Villalta, L. and Munoz-Cobo, M. (1997). Yetiştirme teknikleri. *Dünya zeytin ansiklopedisi içinde* (s. 147-194). Uluslararası Zeytinyağı Konseyi.
- Lorite, I.J., Gabaldón-Leal, C., Ruiz-Ramos, M., Belaj, A., De la Rosa, R., León, L., and Santos, C. (2018). Evaluation of olive response and adaptation strategies to climate change under semi-arid conditions. *Agricultural Water Management*, 204, 247-261.
- Li, G., Du, S., and Wen, Z. (2016). Mapping the climatic suitable habitat of oriental arborvitae (*Platycladus orientalis*) for introduction and cultivation at a global scale. *Scientific Reports*, 6 (1), 1-9.
- Li, M., Shamshiri, R.R., Schirrmann, M., and Weltzien, C. (2021). Impact of camera viewing angle for estimating leaf parameters of wheat plants from 3D point clouds. *Agriculture*, 11 (6), 1-17.
- Mailer, R., and Ayton, J. (2011). Effect of irrigation and water stress on olive oil quality and yield based on a four year study. *Acta horticulturae*, 888, 63-72.
- Malhi, G.S., Kaur, M., and Kaushik, P. (2021). Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review. *Sustainability*, 13 (3), 1-21.
- Mall, R.K., Gupta, A., ve Sonkar, G. (2017). Effect of climate change on agricultural crops. S. K. Dubey, A. Pandey and R.S. Sangwan (Eds.), *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering* In (pp. 23-46). Elsevier.
- Marino, G., Pernice, F., Marra, F.P., and Caruso, T. (2016). Validation of an online system for the continuous monitoring of tree water status for sustainable irrigation managements in olive (*Olea europaea* L.). *Agricultural water management*, 177, 298-307.
- Marques, P., Pádua, L., Sousa, J.J., and Fernandes-Silva, A. (2024). Advancements in remote sensing imagery applications for precision management in olive growing: a systematic review. *Remote Sensing*, 16 (8), 1-41.
- Marra, F.P., Marino, G., Marchese, A., and Caruso, T. (2016). Effects of different irrigation regimes on a super-high-density olive grove cv.“Arbequina”: Vegetative growth, productivity and polyphenol content of the oil. *Irrigation Science*, 34, 313-325.
- Martins, S., Pereira, S., Dinis, L.T., and Brito, C. (2024). Enhancing olive cultivation resilience: sustainable long-term and short-term adaptation strategies to alleviate climate change impacts. *Horticulturae*, 10 (10), 1-28.

- McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., and White, K.S. (2001). *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. United States of America: Cambridge University Press.
- Meehl, G.A., Washington, W.M., Arblaster, J.M., Hu, A., Teng, H., Kay, J.E., Gettelman, A., Lawrence, D.M., Sanderon, B.M., and Strand, W.G. (2013). Climate change projections in CESM1 (CAM5) compared to CCSM4. *Journal of Climate*, 26 (17), 6287-6308.
- Meehl, G.A., Senior, C.A., Eyring, V., Flato, G., Lamarque, J.F., Stouffer, R.J., and Schlund, M. (2020). Context for interpreting equilibrium climate sensitivity and transient climate response from the CMIP6 Earth system models. *Science Advances*, 6 (26), 1-10.
- Meraner, K., Mauritsen, T., and Voigt, A. (2013). Robust increase in equilibrium climate sensitivity under global warming. *Geophysical Research Letters*, 40 (22), 5944-5948.
- Merow, C., Smith, M.J., and Silander Jr, J.A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36 (10), 1058-1069.
- Mete, N., ve Çetin, Ö. (2006). Zeytinin botanik sınıflandırılması ve bölgelere göre yerli zeytin çeşitlerimiz. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Ed.), *Zeytin kitabı* içinde (s. 15-27). İzmir: Emre Basımevi.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2024). *2023 yılı iklim değerlendirmesi*. İklim ve Ziraat Meteoroloji Dairesi Başkanlığı Araştırma Dairesi Başkanlığı. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2023-iklim-raporu.pdf> (Son Erişim: 18.04.2024)
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2016). *Erinç iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi*. Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü. https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/erinc.pdf (Son Erişim: 11.03.2023)
- Moriondo M., Trombi, G., and Ferrise, R. (2013) Olive trees as bio-indicators of climate evolution in the Mediterranean Basin. *Global Ecology and Biogeography*, 22 (7):818-833.
- Moriondo, M., Ferrise, R., Trombi, G., Brilli, L., Dibari, C., and Bindi, M. (2015). Modelling olive trees and grapevines in a changing climate. *Environmental Modelling and Software*, 72, 387-401.
- Motilva, M.J., Tovar, M.J., Romero, M.P., Alegre, S., and Girona, J. (2000). Influence of regulated deficit irrigation strategies applied to olive trees (*Arbequina* cultivar) on oil yield and oil composition during the fruit ripening period. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80 (14), 2037-2043.
- Moukrim, S., Lahssini, S., Rhazi, M., Alaoui, H.M., Benabou, A., Wahby, I., and Rhazi, L. (2019). Climate change impacts on potential distribution of multipurpose agro-forestry species: *Argania spinosa* (L.) Skeels as case study. *Agroforestry Systems*, 93, 1209-1219.

- Nadal, M., Marquès, M., Mari, M., and Domingo, J.L. (2015). Climate change and environmental concentrations of POPs: A review. *Environmental Research*, 143, 177-185.
- Negrini, M., Fidelis, E. G., Picanço, M. C., and Ramos, R. S. (2020). Mapping of the *Steneotarsonemus spinki* invasion risk in suitable areas for rice (*Oryza sativa*) cultivation using MaxEnt. *Experimental and Applied Acarology*, 80, 445-461.
- Nekrasova, O., Tytar, V., Pupins, M., Čeirāns, A., Marushchak, O., and Skute, A. (2021). A GIS modeling study of the distribution of viviparous invasive alien fish Species in Eastern Europe in terms of global climate change, as exemplified by *Poecilia reticulata* Peters, 1859 and *Gambusia holbrooki* Girard, 1859. *Diversity*, 13 (8), 1-10.
- Newbold, T., Oppenheimer, P., Etard, A., and Williams, J.J. (2020). Tropical and Mediterranean biodiversity is disproportionately sensitive to land-use and climate change. *Nature Ecology & Evolution*, 4 (12), 1630-1638.
- Nijse, F. J., Cox, P. M., and Williamson, M. S. (2020). Emergent constraints on transient climate response (TCR) and equilibrium climate sensitivity (ECS) from historical warming in CMIP5 and CMIP6 models. *Earth System Dynamics*, 11 (3), 737-750.
- Noguera, M., Aquino, A., Ponce, J.M., Cordeiro, A., Silvestre, J., Arias-Calderón, R., da Encarnação Marcelo, M., Jordao, P., and Andújar, J.M. (2021). Nutritional status assessment of olive crops by means of the analysis and modelling of multispectral images taken with UAVs. *Biosystems Engineering*, 211, 1-18.
- O'Neill, B.C., Kriegler, E., Ebi, K. L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D.S., and Solecki, W. (2017). The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. *Global environmental change*, 42, 169-180.
- Ochieng, J., Kirimi, L., and Mathenge, M. (2016). Effects of climate variability and change on agricultural production: The case of small scale farmers in Kenya. *NJAS-Wageningen journal of life sciences*, 77, 71-78.
- Oliveira, M.D., Hamilton, S.K., Calheiros, D.F., Jacobi, C.M., and Latini, R.O. (2010). Modeling the potential distribution of the invasive golden mussel *Limnoperna fortunei* in the Upper Paraguay River system using limnological variables. *Brazilian Journal of Biology*, 70, 831-840.
- Ordóñez-Fernández, R., De Torres, M.R.R., Román-Vázquez, J., González-Fernández, P., and Carbonell-Bojollo, R. (2015). Macronutrients released during the decomposition of pruning residues used as plant cover and their effect on soil fertility. *The Journal of Agricultural Science*, 153, 615-630.
- Orlandi, F., Msallem, M., Bonofiglio, T., Ben Dhiab, A., Sgromo, C., Romano, B., and Fornaciari, M. (2010). Relationship between olive flowering and latitude in two Mediterranean countries (Italy and Tunisia). *Theoretical and applied climatology*, 102, 265-273.
- Orlandi, F., Rojo, J., Picornell, A., Oteros, J., Pérez-Badia, R., and Fornaciari, M. (2020). Impact of climate change on olive crop production in Italy. *Atmosphere*, 11 (6), 1-15.

- Oruç, S. (2022). Performance of bias corrected monthly CMIP6 climate projections with different reference period data in Turkey. *Acta Geophysica*, 70 (2), 777-789.
- Oruç, M.S., Ahmet, Mert., and Özdemir, İ. (2017). Modelling habitat suitability for Red Deer (*Cervus elaphus* L.) using environmental variables in Çatacık region. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 1 (2), 135-142.
- Öğütçü, M., and Kırarç, A. (2020). Future projection of olive production in Çanakkale. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (044), 33-43.
- Örücü, Ö.K., Gülçin, D., Özçifçi, İ., ve Arslan, E.S. (2021). Mor Çiçekli Ormangülünün (*Rhododendron ponticum* L.) günümüz ve gelecekteki iklim koşullarına göre yayılış alanlarının modellenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 22 (1), 26-41.
- Örücü, Ö.K., Arslan, E.S., Hoşgör, E., Kaymaz, I., and Gülcü, S. (2024). Potential distribution pattern of the *Quercus brantii* Lindl. and *Quercus frainetto* Ten. under the future climate conditions. *European Journal of Forest Research*, 143 (2), 465-478.
- Özdemir, M.A. (2004). İklim değişimleri ve uygarlık üzerindeki yansımalarına ilişkin bazı örnekler. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (2), 173-192.
- Özdemir, S., Özkan, K. ve Mert, A. (2020). İklim değişikliği senaryolarına ekolojik bir bakış açısı. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 13 (3), 361-371.
- Özdemir, Y. (2016). Effects of climate change on olive cultivation and table olive and olive oil quality. *Horticulture*, 60, 65-69.
- Özilibey, N. (2011). *Zeytin çeşitlerimiz*. İzmir: SİDAS Medya.
- Özilibey, N. (2020). *Zeytincilik*. İzmir: SİDAS Medya.
- Öztürk, M.Z., Çetinkaya, G., ve Aydın, S. (2017). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi*, (35), 17-27.
- Öztürk, M., Altay, V., Gönenç, T.M., Ünal, B.T., Efe, R., Akçiçek, E., and Bukhari, A. (2021). An overview of olive cultivation in Turkey: Botanical features, eco-physiology and phytochemical aspects. *Agronomy*, 11 (2), 1-26.
- Pansiot, P.F., and Rebour, H. (1964). *Zeytincilikte gelişmeler*. (Çev: S. Aksu ve S. Kantar). İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası.
- Parry, M.L., Canziani, O., Palutikof, J., Van der Linden, P., and Hanson, C. (2007). *Climate change 2007-impacts, adaptation and vulnerability: Working group II contribution to the fourth assessment report of the IPCC*. Canada: Cambridge University Press.
- Pascual, S., Cobos, G., Seris, E., and González-Núñez, M. (2010). Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove. *Journal of Pest Science*, 83, 121-133.
- Pearson, R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M., and Townsend Peterson, A. (2007). Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a

- test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34 (1), 102-117.
- Pekcan, T. (2006). Zeytinde Gübreleme. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Ed.), *Zeytin kitabı* İçinde (s. 89-96). İzmir: Emre Basımevi.
- Pekcan, T. (2016). Zeytinin tanımı, önemi, ekolojik istekleri ve zeytinde gübreleme. İ. Yokaş (Ed.), *Zeytin ve Zeytinyağı* içinde (s. 5-53). Ankara: Efil Yayınevi.
- Pérez-López, D., Ribas, F., Moriana, A., Rapoport, H.F., and De Juan, A. (2008). Influence of temperature on the growth and development of olive (*Olea europaea* L.) trees. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83 (2), 171-176.
- Petrucelli, R., Bartolini, G., Ganino, T., Zelasco, S., Lombardo, L., Perri, E., and Bernardi, R. (2022). Cold stress, freezing adaptation, varietal susceptibility of *Olea europaea* L.: A review. *Plants*, 11 (10), 1-24.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., ve Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190 (3-4), 231-259.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Dudík, M., Schapire, R.E., and Blair, M.E. (2017) Opening the black box: An open-source release of Maxent. *Ecography* 40 (7), 887-893.
- Ponti, L., Gutierrez, A.P., Ruti, P.M., and Dell'Aquila, A. (2014). Fine-scale ecological and economic assessment of climate change on olive in the Mediterranean Basin reveals winners and losers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (15), 5598-5603.
- Purohit, S., and Rawat, N. (2021). MaxEnt modeling to predict the current and future distribution of *Clerodendrum infortunatum* L. under climate change scenarios in Dehradun district, India. *Modeling Earth Systems and Environment*, 8 (2), 2051-2063.
- Qin, A., Liu, B., Guo, Q., Bussmann, R.W., Ma, F., Jian, Z., and Pei, S. (2017). Maxent modeling for predicting impacts of climate change on the potential distribution of *Thuja sutchuenensis* Franch., an extremely endangered conifer from southwestern China. *Global Ecology and Conservation*, 10, 139-146.
- Rani, M., Yadav, R., Kumar, V., Kumar, A., Pal, D., and Kumar, S. (2022). Enhancing carbon sequestration in soil under various agricultural systems to mitigate the negative effects of climate change. *The Pharma Innovation Journal*; 11 (4): 1026-1028
- Record, S., Charney, N.D., Zakaria, R.M., and Ellison, A.M. (2013). Projecting global mangrove species and community distributions under climate change. *Ecosphere*, 4 (3), 1-23.
- Reddy, P.P. (2015). *Climate resilient agriculture for ensuring food security*. New Delhi: Springer India.
- Restrepo-Diaz, H., Benlloch, M., and Fernández-Escobar, R. (2009). Leaf potassium accumulation in olive plants related to nutritional K status, leaf age, and foliar application of potassium salts. *Journal of plant nutrition*, 32 (7), 1108-1121.

- Riahi, K., Van Vuuren, D.P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, B.C., Fujimori, S., and Tavoni, M. (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, 42, 153-168.
- Rodrigo-Comino, J., Salvia, R., Quaranta, G., Cudlín, P., Salvati, L., and Gimenez-Morera, A. (2021) Climate aridity and the geographical shift of olive trees in a Mediterranean Northern Region. *Climate* 9 (4), 1-17.
- Rodríguez Sousa, A.A., Barandica, J.M., Aguilera, P.A., and Rescia, A.J. (2020). Examining potential environmental consequences of climate change and other driving forces on the sustainability of Spanish olive groves under a socio-ecological approach. *Agriculture*, 10 (11), 1-22.
- Royo, J., and Pérez-Badía, R. (2014). Effects of topography and crown-exposure on olive tree phenology. *Trees*, 28, 449-459.
- Rosecrance, R.C., Krueger, W.H., Milliron, L., Bloese, J., Garcia, C., and Mori, B. (2015). Moderate regulated deficit irrigation can increase olive oil yields and decrease tree growth in super high density 'Arbequina' olive orchards. *Scientia Horticulturae*, 190, 75-82.
- Ruiz-Labourdette, D., Nogués-Bravo, D., Ollero, H.S., Schmitz, M.F., and Pineda, F. D. (2012). Forest composition in Mediterranean mountains is projected to shift along the entire elevational gradient under climate change. *Journal of biogeography*, 39 (1), 162-176.
- Russo, G., Vivaldi, G.A., De Gennaro, B., and Camposeo, S. (2015). Environmental sustainability of different soil management techniques in a high-density olive orchard. *Journal of Cleaner Production*, 107, 498-508.
- Salvati, L., Sateriano, A., Colantoni, A., Di Bartolomei, R., Perini, L., and Zitti, M. (2013). The northern shift in the geographical distribution of the olive tree-a bioclimatic indicator?. *International Journal of Ecology & Development*. 24 (1), 1-11.
- Sánchez-Alcalá, I., Bellón, F., Del Campillo, M.C., Barrón, V., and Torrent, J. (2012). Application of synthetic siderite (FeCO₃) to the soil is capable of alleviating iron chlorosis in olive trees. *Scientia horticulturae*, 138, 17-23.
- Sánchez Pérez, M., Feria Arroyo, T. P., Venegas Barrera, C. S., Sosa-Gutiérrez, C., Torres, J., Brown, K. A., and Gordillo Pérez, G. (2023). Predicting the impact of climate change on the distribution of *Rhipicephalus sanguineus* in the Americas. *Sustainability*, 15 (5), 1-12.
- Saour, G., and Makee, H. (2004). A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. *Journal of applied entomology*, 128 (1), 28-31.
- Sarkar, D., and Talukdar, G. (2023). Predicting the impact of future climate changes and range-shifts of Indian hornbills (family: Bucerotidae). *Ecological Informatics*, 74, 101987, 1-10.
- Scotti, R., Bonanomi, G., Scelza, R., Zoina, A., and Rao, M.A. (2015). Organic amendments as sustainable tool to recovery fertility in intensive agricultural systems. *Journal of soil science and plant nutrition*, 15 (2), 333-352.

- Sevim, D., Varol, N., ve Köseoğlu, O. (2022). Küresel iklim değişikliğinin zeytin yetiştiriciliği ve zeytinyağı üzerine etkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36 (2), 415-432.
- Sepulcre-Cantó, G., Zarco-Tejada, P.J., Jiménez-Muñoz, J.C., Sobrino, J.A., De Miguel, E., and Villalobos, F.J. (2006). Detection of water stress in an olive orchard with thermal remote sensing imagery. *Agricultural and Forest meteorology*, 136 (1-2), 31-44.
- Shaban, M., Ghehsareh Ardestani, E., Ebrahimi, A., and Borhani, M. (2023). Climate change impacts on optimal habitat of *Stachys inflata* medicinal plant in central Iran. *Scientific Reports*, 13 (1), 1-13.
- Soilhi, Z., Sayari, N., Benalouache, N., and Mekki, M. (2022). Predicting current and future distributions of *Mentha pulegium* L. in Tunisia under climate change conditions, using the MaxEnt model. *Ecological Informatics*, 68 (2022), 1-13.
- Soliman, M.M., Al-Khalaf, A.A., and El-Hawagry, M.S. (2023). Effects of climatic change on potential distribution of *Spogostylum ocyale* (Diptera: Bombyliidae) in the Middle East using maxent modelling. *Insects*, 14 (2), 1-12.
- Stateras, D. C., and Moustakas, N. K. (2018). Seasonal changes of macro-and micro-nutrients concentration in olive leaves. *Journal of Plant Nutrition*, 41 (2), 186-196.
- Sung, S., Kwon, Y.S., Lee, D.K., and Cho, Y. (2018). Predicting the potential distribution of an invasive species, *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae), under climate change using species distribution models. *Entomological Research*, 48 (6), 505-513.
- Sütgibi, S. (2017). Edremit Körfezi'nde sıcaklık şartlarının zeytin yetişmesine etkileri. *Kesit Akademi Dergisi*, (12), 1-8.
- Şensoy, S. (2022). 21. yüzyılın en büyük tehdidi: küresel iklim değişikliği. A. Bektaş (Ed.), *Küresel iklim değişikliği ve sosyo-ekonomik etkileri* içinde (s. 19-46). Ankara: Türk Akademisi Siyasi Sosyal Stratejik Araştırmalar Vakfı (Tasav) Yayınları.
- Tanasijevic, L., Todorovic, M., Pereira, L.S., Pizzigalli, C., and Lionello, P. (2014). Impacts of climate change on olive crop evapotranspiration and irrigation requirements in the Mediterranean region. *Agricultural Water Management*, 144, 54-68.
- Taşkın, B.G., Taşkın, V., and Akbaş, K. (2024). The status and distributions of the Wild Olive (*Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris*) in Muğla Province and its islands under global climate change. *Biology Bulletin*, 51 (5), 1326-1337.
- Tatebe, H., Ogura, T., Nitta, T., Komuro, Y., Ogochi, K., Takemura, T., and Kimoto, M. (2019). Description and basic evaluation of simulated mean state, internal variability, and climate sensitivity in MIROC6. *Geoscientific Model Development*, 12 (7), 2727-2765.
- Taylor, K.E., Stouffer, R.J., and Meehl, G.A. (2012). An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bulletin of the American meteorological Society*, 93 (4), 485-498.

- Tekin, O., Cetin, M., Varol, T., Ozel, H. B., Sevik, H., ve Zeren Cetin, I. (2022). Altitudinal migration of species of Fir (*Abies* spp.) in adaptation to climate change. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233 (9), 1-16.
- Temuçin, E. (1993). Türkiye’de zeytin yetişen alanların sıcaklık değişkenine göre incelenmesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 7 (1), 117-131.
- Tognetti, R., d’Andria, R., Lavini, A., & Morelli, G. (2006). The effect of deficit irrigation on crop yield and vegetative development of *Olea europaea* L. (cvs. Frantoio and Leccino). *European journal of agronomy*, 25 (4), 356-364.
- Topuz, H. (2006). Zeytinde zararlı böcekler. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Ed.), *Zeytin kitabı* İçinde (s. 97-115). İzmir: Emre Basımevi.
- Tramblay, Y., Koutroulis, A., Samaniego, L., Vicente-Serrano, S.M., Volaire, F., Boone, A., Page, M. L., Llasat, M. C., Alburgel, C., Burak, S., Cailleret, M., Kalin, K.C., Davi, H., Dupuy, J.L., Greve, P., Grillakis, M., Hanich, L., Jarlan, L., Martin-StPaul, N., Martínez-Vilalta, J., Mouillot, F., Pulido-Velazquez, D., Quintana-Seguí, P., Renard, D., Turco, M., Türkeş, M., Trigo, R., Vidal, J.P., Vilagrosa, A., Zribi, M. and Polcher, J. (2020). Challenges for drought assessment in the Mediterranean region under future climate scenarios. *Earth-Science Reviews*, 210 (2020), 1-24.
- Tuğaç, M.G., ve Sefer, F. (2021). Türkiye’de zeytin (*Olea europaea* L.) üretimine uygun alanların coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı çoklu kriter analizi ile belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58 (1), 97-113.
- Tunalıoğlu, R., and Durdu, Ö.F. (2012). Assessment of future olive crop yield by a comparative evaluation of drought indices: a case study in western Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 108, 397-410.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 07.03.2024).
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1 (1), 26-37.
- Türkeş, M. (2017). Türkiye’nin iklimsel değişkenlik ve sosyo-ekolojik göstergeler açısından kuraklıktan etkilenebilirlik ve risk çözümlemesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 26 (2), 47-70.
- Türkeş, M. (2020a). Climate and drought in Turkey. N, Harmancioglu and D, Altinbilek (Eds.) In: *Water resources of Turkey* (pp. 85-125). World Water Resources, vol 2. Springer, Cham.
- Türkeş, M. (2020b). İklim değişikliğinin tarımsal üretim ve gıda güvenliğine etkileri: bilimsel bir değerlendirme. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29 (1), 125-149.
- Türkeş, M., Sümer, U.M. ve Çetiner, G. (2000). “Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri.” *Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları* (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası): 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Türkoğlu, N., Çiçek, İ., ve Şensoy, S. (2014). Türkiye’de iklim değişikliğinin meyve ağaçları ve tarla bitkilerinin fenolojik dönemlerine etkileri. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, Ankara: Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, ss. 151-164.

- Ustaoglu, B. (2009). *Türkiye’de iklim değişikliğinin fındık tarımına olası etkileri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü.
- Ustaoglu, B., Koç D.E. and Biltekin, D. (2022) Predicting potential suitable habitat for *Olea europaea* in Eastern Mediterranean from Last Glacial Maximum to the Future. *10th Biennial Conference of the International Biogeography Society*, Vancouver, Canada.
- Uzun, A., Aksu, B., ve Uzun, T. (2020). MaxEnt modeli kullanılarak *Acer campestre* L. subsp. *campestre* (Ova akçağacı)’nin tahmini olarak günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Landscape Research*, 3 (2), 108-119.
- Uzun, A. and Ustaoglu, B. (2022). The effects of atmospheric oscillations on crop (olive, grape and cotton) yield in the eastern part of the Mediterranean Region, Turkey. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 9 (1), 147-161.
- Ünal, H.B., Kaya, Ü., ve Gülsoylu, E. (2007). Yağışa bağlı zeytin yetiştiriciliğinde toprak ve su koruma önlemleri: alternatif toprak işleme uygulamaları. *HR.Ü.Z.F Dergisi*, 11 (3/4), 73-79.
- Van Buskirk, J., Mulvihill, R.S., and Leberman, R.C. (2009). Variable shifts in spring and autumn migration phenology in North American songbirds associated with climate change. *Global Change Biology*, 15 (3), 760-771.
- Van Huong, N., Minh Nguyet, B.T., Van Hung, H., Minh Duc, H., Van Chuong, N., Do Tri, M., and Van Hien, P. (2022). Economic impact of climate change on agriculture: a case of Vietnam. *AgBioForum*, 24 (1), 1-12.
- Varol, N. (2006). Zeytinde periyodisite. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Ed.), *Zeytin kitabı* içinde (s. 47-55). İzmir: Emre Basımevi.
- Varol, N., ve Ayaz, M. (2012). Küresel iklim değişikliği ve zeytincilik. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 11-13.
- Varol, T., Canturk, U., Cetin, M., Ozel, H.B., and Sevik, H. (2021). Impacts of climate change scenarios on European ash tree (*Fraxinus excelsior* L.) in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 491 (2021), 1-7.
- Varol, T., Cetin, M., Ozel, H.B., Sevik, H., and Zeren Cetin, I. (2022a). The effects of climate change scenarios on *Carpinus betulus* and *Carpinus orientalis* in Europe. *Water, Air, and Soil Pollution*, 233 (2), 1-13.
- Varol, T., Canturk, U., Cetin, M., Ozel, H.B., Sevik, H., and Zeren Cetin, I. (2022b). Identifying the suitable habitats for Anatolian boxwood (*Buxus sempervirens* L.) for the future regarding the climate change. *Theoretical and Applied Climatology*, 150 (1-2), 637-647.
- Wisn, M.S., Hijmans, R.J., Li, J., Peterson, A.T., Graham, C.H., Guisan, A., and NCEAS Predicting Species Distributions Working Group. (2008). Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distributions*, 14 (5), 763-773.
- WMO. (2023). *WMO provisional state of the global change 2022* (WMO-No. 1316). Switzerland: World Meteorological Organization.

- Xie, S., Si, H., Sun, H., Zhao, Q., Li, X., Wang, S., and Wang, Z. (2023). Predicting the potential distribution of the endangered plant *Eucommia ulmoides* in China under the background of climate change. *Sustainability*, 15 (6), 1-23.
- Yalçın, M., Kalecik, N., Yalçınkaya, E., Ergun, M.E., Acıcan, T., Çetin, Ö., Söğüt, A., Şarlar, G., ve Nogay, T. (2006). Marmara Bölgesi zeytin bahçelerinde toprak işleme sistemlerinin karşılaştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2 (2), 147-152.
- Yan, H., Feng, L., Zhao, Y., Feng, L., Wu, D., and Zhu, C. (2020). Prediction of the spatial distribution of *Alternanthera philoxeroides* in China based on ArcGIS and MaxEnt. *Global Ecology and Conservation*, 21, 16099-16112.
- Yetmen, H. (2020). *Türkiye iklimi*. İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Yıldırım, M.U., Demircan, M., Özdemir, F.A., ve Sarıhan, E. O. (2016). İklim değişikliğinin haşhaş (*Papaver somniferum* L.) üretim alanlarına etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel Sayı-2), 289-295.
- Yılmaz, E. (2019). Türkiye’de aylık sıcaklık ve aylık sıcaklık farklarındaki eğilimler ve sıcaklık eğilim grupları. *Int J Hum Sci* 16 (2), 393-427.
- Yin, R.K. (2003). *Case study research: design and methods*. United States of America: Sage Publications.
- Yukimoto, S., Kawai, H., Koshiro, T., Oshima, N., Yoshida, K., Urakawa, S., Tsujino, H., Deushi, M., Tanaka, T., and Hosaka, M., (2019). The Meteorological Research Institute Earth System Model version 2.0, MRI-ESM2. 0: Description and basic evaluation of the physical component. *Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II*, 97 (5), 931-965.
- Zaied, Y.B., and Zouabi, O. (2016). Impacts of climate change on Tunisian olive oil output. *Climatic change*, 139, 535-549.
- Zarco-Tejada, P.J., Ustin, S. L., and Whiting, M. L. (2005). Temporal and spatial relationships between within-field yield variability in cotton and high-spatial hyperspectral remote sensing imagery. *Agronomy journal*, 97 (3), 641-653.
- Zhang, H., Song, J., Zhao, H., Li, M., and Han, W. (2021). Predicting the distribution of the invasive species *Leptocybe invasa*: Combining MaxEnt and geodetector models. *Insects*, 12 (2), 1-17.
- Zhang, K., Yao, L., Meng, J., and Tao, J. (2018). Maxent modeling for predicting the potential geographical distribution of two peony species under climate change. *Science of the Total Environment*, 634, 1326-1334.
- Zhang, Y., Tang, J., Ren, G., Zhao, K., and Wang, X. (2021). Global potential distribution prediction of *Xanthium italicum* based on Maxent model. *Scientific Reports*, 11 (1), 1-10.
- Zhang, X.F., Nizamani, M.M., Jiang, C., Fang, F.Z., and Zhao, K.K. (2024). Potential planting regions of *Pterocarpus santalinus* (Fabaceae) under current and future climate in China based on MaxEnt modeling. *Ecology and Evolution*, 14 (6), 1-13.
- Zhao, Z., Xiao, N., Shen, M., and Li, J. (2022). Comparison between optimized MaxEnt and random forest modeling in predicting potential distribution: A case

study with *Quasipaa boulengeri* in China. *Science of The Total Environment*, 842 (2022), 1-11.

Zipori, I., Erel, R., Yermiyahu, U., Ben-Gal, A., and Dag, A. (2020). Sustainable management of olive orchard nutrition: a review. *Agriculture*, 10 (1), 1-21.

http-1:<https://www.co2.earth/annual-co2> (Erişim Tarihi: 19.11.2024)

http-2: <https://www.sdgs.un.org/goals> (Erişim Tarihi: 12.02.2025)

http-3:<https://www.gbif.org/occurrence/download/0254332-230224095556074>
(Erişim Tarihi: 12.06.2023)

http-4:<https://www.worldclim.org/> (Erişim Tarihi: 21.03.2023)

http-5:<https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained/> (Erişim Tarihi: 25.05.2023)

