

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI

KAZDAĞI VE YAKIN ÇEVRESİNDE AĞAÇ FORMASYONUNUN
DAĞILIŞINA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN OLASI ETKİLERİNİN
MODELLENMESİ

Doktora Tezi

Hazırlayan
Berna HEPBİLGİN

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Telat KOÇ

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No: 2016/877

Çanakkale - 2018

TAAHHÜTNAME

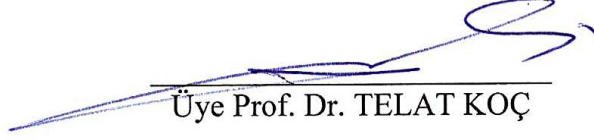
Doktora Tezi olarak sunduğum “Kazdağı ve Yakın Çevresinde Ađaç Formasyonunun Dağılışına İklim Deđiřikliđinin Olası Etkilerinin Modellenmesi” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı dűşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gűsterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

23/01/2018

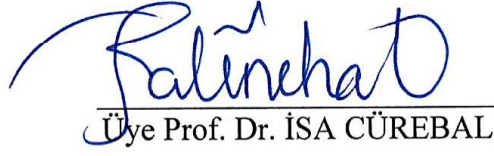

Berra HEPBİLGİN

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

**Berna HEPBİLGİN'e ait Kazdağı Ve Yakın Çevresinde Ağaç
Formasyonunun Dağılıma İklim Değişikliğinin Olası Etkilerinin Modellenmesi** adlı
çalışma, jürimiz tarafından Coğrafya Anabilim Dalı, **DOKTORA TEZİ** olarak
oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

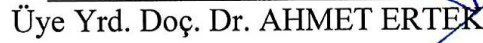

Üye Prof. Dr. TELAT KOÇ

(Danışman)


Üye Prof. Dr. İSA CÜREBAL



Üye Doç. Dr. ERSİN KARABACAK


Üye Yrd. Doç. Dr. FAİZE SARIŞ


Üye Yrd. Doç. Dr. AHMET ERTEK

Tez No : 10181328
Tez Savunma Tarihi : 23.01.2018

ONAY


Doç. Dr. Şerif KORKMAZ

Enstitü Müdürü

09.02/20.18

ÖZET

Kazdağı ve Yakın Çevresinde Ağaç Formasyonunun Dağılışına İklim Değişikliğinin Olası Etkilerinin Modellenmesi

İklim değişikliği tüm canlıların yaşamını tehdit eden, çağımızın en önemli çevresel sorunlarından biridir. İklim değişikliği, yüksek çözünürlüklü bölgesel iklim modelleri ile gerçeğe daha yakın tespit edilebilmekte, iklim değişikliğinin doğal ve sosyal ortama olumsuz etkilerini öngörme üzerine araştırmalar gelişmektedir.

Bu tezin amacı, Türkiye’de yakın geçmişte üretilen yüksek çözünürlüklü bölgesel iklim model çıktılarını dağlık bir alan olan çalışma sahasına uygulayıp iklim değişimini tespit etmek ve bu değişimi vejetasyon ile ilişkilendirmektir. Araştırma sonuçlarının Kazdağı orman varlığının sürdürülebilirliği ve planlama çalışmaları ile alandaki bilimsel bilgi birikimine katkı sunması beklenmektedir.

Araştırma, 1971-2000 referans dönemine ait gözlemsel ve 2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099 öngörü dönemlerine ait yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama toplam yağış verilerine dayanmaktadır.

Yıllık ortalama toplam yağış modellemesi için temel ve sade Schreiber yöntemi uygulanmıştır. Referans döneminde yağış 488-1586 mm arasında iken; RCP 4.5 senaryosuna göre gelecek üç dönemde sırasıyla 488-1586 mm, 406-1580 mm, 325-1585 mm; RCP 8.5 senaryosuna göre ise sırasıyla 575-1619 mm, 627-1708 mm, 620-1730 mm arasında öngörülmüştür.

Erinç sınıflandırmasında, nemli alanlar daralırken yarı kurak alanlar genişlemiştir; Emberger yarı kurak Akdeniz iklim alanı önemli ölçüde, az yağışlı Akdeniz iklim alanı kısmen daralırken, yağışlı Akdeniz iklim alanı genişlemiştir. De-Martonne sınıflandırmasında yarı nemli, nemli ve çok nemli alanlar daralırken yarı kurak iklim alanı genişlemiştir.

Nemcil, geçiş, saf meşe, karışık meşe ve kurakçıl formasyon alanlarında her iki senaryo için de Erinç -nemli ve çok nemli iklim alanları daralırken, yarı nemli alan genişlemektedir. Emberger -yağışlı Akdeniz iklim alanı baskındır; ancak son dönemde az yağışlı Akdeniz iklim alanı genişlemiştir. Nemcil dışındaki tüm formasyonlarda De-Martonne nemli iklim alanı daralırken kurak iklim alanları genişlemektedir.

ABSTRACT

Modeling the Effects of Climate Change on the distribution of Tree Formation in Kaz Mount and its Vicinity

Climate change is one of the most important environmental problems of our time, threatening the lives of all living things. Climate change can be detected more realistically with high-resolution regional climate models, and research is improved to predict the adverse effects of climate change on natural and social environment.

The aim of this thesis is to apply the high-resolution regional climate model output produced in Turkey in the recent period to the fieldwork, a mountainous area, and to relate the obtained changes to vegetation. It is expected that the results of the research will contribute to the sustainability and planning studies of the forest of Kaz Mount and the accumulation of scientific knowledge in the area.

The study is based on observational data for the 1971-2000 reference period and annual mean temperature and annual mean total rainfall data for the forecast periods of 2016-2040, 2041-2070 and 2071-2099.

The basic and simple Schreiber method was applied for annual mean total rainfall modeling. In the reference period, rainfall is between 488-1586 mm; According to the RCP 4.5 scenario, in the next three periods, 488-1586 mm, 406-1580 mm, 325-1585 mm; According to the RCP 8.5 scenario, 575-1619 mm, 627-1708 mm and 620-1730 mm respectively are projected.

According to the Erinç classification, the semi-arid areas expanded as the humid areas narrowed. The semi-arid Mediterranean climate area of the Emberger model is considerably and low-rainy Mediterranean climate area is partially shrinking, while the rainy Mediterranean climate area has expanded. In the De-Martonne model, the semi-arid climatic zone expanded while the semi-humid, humid and very humid areas were shrinking.

According to the Erinç classification, in the hygrophilous, transition, pure oak, mixed oak and xerophyte formation, the humid and very humid climate field narrows for both scenarios, while the semi-humid area expands. The rainy Mediterranean climate area is predominant in the forecast periods; the low rainy Mediterranean climate area has also expanded in the last period for Emberger. Semi, low and arid climate areas are expanding when humid are shrinking in all formations but the hygrophilous for De-Martonne.

ÖNSÖZ

İklim değişikliği çağımızın önemli bir çevresel sorunudur. İklim değişikliği etkilerinin tespiti ve iklim değişikliğine karşı mücadelede daha yerel ölçekli araştırmalar gerekmektedir. Günümüzde bölgesel modeller ile daha yüksek çözünürlüklü iklim değişikliği etkileri elde edilebilmekle birlikte çözünürlüğü yüksek daha büyük ölçekli iklim değişikliği araştırmalarına ihtiyaç bulunmaktadır.

İklim değişikliği ile mücadelede ormanlar iklim değişikliğine neden olan gazları yutak görevi üstlenmeleri bakımından önemlidir. Orman yangınları ile ormanlık alanlarda tarım arazileri açılması yoluyla meydana gelen ormansızlaştırma, ormanların iklim değişikliğindeki bu önemli işlevini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle en başta ormanların mevcut durumunun korunmasına yönelik olarak ekosistemlerin iklim değişikliğine karşı tepkilerinin araştırılması önem arz eder.

Kazdağı ve yakın çevresinin ikliminde ve buna bağlı olarak ağaç formasyon alanlarındaki değişikliklerin araştırıldığı bu çalışmada Nemli ve Yarı Nemli iklim alanlarının sahada daraldığı, buna karşılık Yarı Kurak-Kurak iklim alanlarının genişlediği öngörülmüştür. Kazdağı iklim değişikliği modellerine göre iklim değişikliğinden sahadaki ağaç formasyon gruplarından özellikle Kurakçıl türler ve Meşe türlerinin yayılış alanları etkilenmektedir. Kurakçıl ve Meşe formasyon alanlarında Nemli iklim tipinin gelecek dönemlerde Yarı Kurak – Az Kurak iklim tiplerine dönüştüğü sonucu elde edilmiştir.

Bu doktora tezinin tüm aşamalarında katkıları ve yönlendirmeleri için doktora tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Telat KOÇ'a teşekkürlerimi sunarım. Coğrafya Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Selver ÖZÖZEN KAHRAMAN'a ve Coğrafya Bölümü'nün tüm öğretim elemanlarına anlayış ve destekleri için teşekkürlerimi sunarım. Doktora sürecinde desteklerini esirgemeyen Sayın hocalarım Doç. Dr. Dilek KANTAR, Doç. Dr. İbrahim BULUT, Prof. Dr. Hüsnü BAYSAL, Prof. Dr. Ahmet ERDEM ve Prof. Dr. Yücel ACER'e içten teşekkürlerimi sunarım. Doktora tez izleme komitelerindeki katkıları için Sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. Faize SARIŞ ve Doç. Dr. Ersin KARABACAK'a; alanındaki bilgi ve tecrübelerini daima paylaşan Sayın Prof. Dr. Hasan TATLI'ya içten teşekkürlerimi sunarım. Doktora eğitimimin ilk dönemlerindeki değerli katkıları için, Sayın hocalarım ÇOMÜ- Eğitim Fakültesi Coğrafya Öğretmenliği Bölümü Öğretim Üyesi, Doç. Dr. Rüştü ILGAR'a, ÇOMÜ- Eğitim Fakültesi Emekli Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Şükrü ÖNER'e, ÇOMÜ-Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Faize SARIŞ'a, ÇOMÜ- Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Öğretim Üyeleri Doç. Dr. Özgün AKÇAY'a ve Doç. Dr. R. Cüneyt Erenoğlu'na teşekkürlerimi sunarım.

Saha araştırmasında desteği ve değerli katkıları için Kalkım Orman İşletme Müdürü Sayın Ahmet AKGÜL'e, doktora araştırma kaynaklarının teminindeki katkıları için Orman Genel Müdürlüğü Şube Müdürü, Sayın Ali ÖZEL'e ve Sayın Sezgin KARA'ya teşekkürlerimi sunarım. Araştırmanın analizlerinde teknik altyapı destekleri için Başarsoft A.Ő. Çalışanları Sayın Kadriye TOY ve Sayın Fatih SUCU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma verilerinin temini üzerine yazışmalar ve koordinasyonda titiz ve özverili gayretleri için Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Rektörlüğü idari personeline, Fen-Edebiyat Fakültesi Dekanlığı idari personeline ve Sosyal Bilimler Enstitüsü idari personeline teşekkürlerimi sunarım. Veri talepleri aşamasında yoğun yazışmalardaki özverili destekleriyle Harita Genel Komutanlığı ve Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tüm katkıları için Sayın hocalarım Prof. Dr. İsa CÜREBAL'a, Prof. Dr. Meral AVCI'ya ve Yrd. Doç. Dr. Ahmet ERTEK'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu doktora tezi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (BAP) tarafından 2016/877 no'lu proje olarak desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı BAP komisyonu ve çalışanlarına teőekkür ederim. Yükseköğretim Kurumu Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP) kapsamında geçirdiğim doktora sürecinde tarafıma sunulan ödenek ve diğer imkânlar için öncelikle ilgili kurum ve program kurucularına teőekkür ederim. Çalışmalarımın tüm aşamalarında bu imkânlara layık olmaya çalıştım. ÖYP ödeneğinin tasnif ve kullanımındaki yönlendirmeleri için Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Rektörlüğü- ÖYP Birimi yönetimi ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Evvelinde olduğu kadar doktora sürecindeki mutluluk ve sıkıntılara da paydaşlık eden, değerli fikir, görüş ve destekleriyle yanımda olan arkadaşlarım Gülsen KENDİR, Nilgün SUNA ve Havva YILDIZ'a teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Desteklerini daima hissettiğim biricik ağabeyim Tamer ve kardeşim Tarık'a teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Erdemli düşünce ve davranışların takipçileri olarak önümdeki en güzel örneklerden olan kıymetli annem ve babama, hayatta her Őeyden önce güçlü manevi bir temelin ne kadar zaruri olduğunu görüp bunu çocuklarına aşılamaya çalıştıkları için minnetlerimi sunarım. Yaşamımın Őu aşamasına kadar varlıklarına nail olabildiğim için mutluyum.

Berna HEPBİLGİN

anakkale, 2018

İÇİNDEKİLER

| | |
|----------------------------|------|
| ÖZET | iii |
| ABSTRACT | iv |
| ÖNSÖZ | v |
| İÇİNDEKİLER | vii |
| ŞEKİL LİSTESİ | ix |
| TABLO LİSTESİ | xiii |
| KISALTMALAR | xv |
| GİRİŞ | 1 |

BÖLÜM I

VERİ VE YÖNTEM

| | |
|------------------|----|
| 1.1 Veri | 19 |
| 1.2 Yöntem | 20 |

BÖLÜM II

KAZDAĞI VE YAKIN ÇEVRESİNİN FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

| | |
|---|----|
| 2.1 Litolojik ve Tektonik Özellikler | 30 |
| 2.1.1 Paleozoik/Metamorfik Formasyonlar | 30 |
| 2.1.2 Mesozoik Formasyonlar | 30 |
| 2.1.3 Magmatik Kayalar | 31 |
| 2.1.4 Tersiyer Formasyonları | 31 |
| 2.1.5 Kuarterner Alüvyonları | 32 |
| 2.1.6 Tektonik Özellikler | 32 |
| 2.2 Topografik Özellikler | 33 |
| 2.2.1 Alan ve Yükselti Basamakları/Hipsografik Eğri Analizi | 35 |
| 2.2.2 Profil Özellikleri | 36 |
| 2.2.3 Yarıлма Dereceleri Analizi | 38 |
| 2.2.4 Eğim ve Bakı Özellikleri | 40 |
| 2.3 İklimsel Etmenler | 42 |
| 2.3.1 Sıcaklık Özellikleri | 43 |
| 2.3.2 Yağış Özellikleri | 45 |
| 2.3.3 Basınç ve Rüzgar Özellikleri | 47 |
| 2.3.4 İklim Tipleri | 50 |
| 2.4 Hidrografik Özellikler | 54 |
| 2.5 Toprak Özellikleri | 56 |
| 2.6 Bitki Örtüsü Özellikleri | 59 |

BÖLÜM III

AĞAÇ FORMASYON ALANLARINDA GÜNCEL İKLİM ÖZELLİKLERİ

| | |
|---|----|
| 3.1 Ağaç Formasyon Dağılışı ile Sıcaklık Arasındaki İlişkiler | 64 |
| 3.2 Ağaç Formasyon Dağılışı ile Yağış Arasındaki İlişkiler..... | 66 |
| 3.3 Ağaç Formasyon Dağılışı ile İklim Tipleri Arasındaki İlişkiler..... | 67 |

BÖLÜM IV

ÖNGÖRÜLEN İKLİM DEĞİŞİMİ

| | |
|--|-----|
| 4.1 Öngörülen Sıcaklık Değişimi | 71 |
| 4.2 Öngörülen Yağış Değişikliği | 82 |
| 4.3 İklim Tiplerinde Öngörülen Değişiklikler | 95 |
| 4.3.1 Erinç..... | 95 |
| 4.3.2 De-Martonne..... | 103 |
| 4.3.3 Emberger | 110 |

BÖLÜM V

ÖNGÖRÜLEN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN AĞAÇ FORMASYON ALANLARI ÜZERİNDEKİ BEKLENEN BASKISI

| | |
|--|-----|
| 5.1 Ağaç Formasyon Alanları üzerinde Beklenen Sıcaklık Değişimi..... | 119 |
| 5.2 Ağaç Formasyon Alanları üzerinde Beklenen Yağış Değişimi | 123 |
| 5.3 Ağaç Formasyon Alanları üzerinde Beklenen İklim Değişimi | 129 |
| 5.3.1 Erinç..... | 129 |
| 5.3.2 De-Martonne..... | 144 |
| 5.3.3 Emberger | 152 |
| TARTIŞMA | 162 |
| İklim Değişikliği | 162 |
| İklim Değişikliği ve Ağaç Formasyon Alanları İlişkisi..... | 170 |
| SONUÇ | 174 |
| KAYNAKÇA | 177 |

ŞEKİL LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Şekil 1: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Coğrafi Konum Haritası | 4 |
| Şekil 2: Tez Akış Planı | 7 |
| Şekil 1. 1: Kazdağı ve Yakın Çevresi için Anahtar Pafta İndeksi | 19 |
| Şekil 1. 2: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Ağaç Birlikleri Dağılışı Haritası | 26 |
| Şekil 1. 3: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Ağaç Formasyon Dağılışı Haritası | 28 |
| Şekil 2. 1: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Jeoloji Haritası | 31 |
| Şekil 2. 2: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Sayısal Yükselti Modeli | 34 |
| Şekil 2. 3: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Yükselti Basamakları Grafiği | 35 |
| Şekil 2. 4: Kazdağı ve Yakın Çevresi Hipsometrik Eğri Grafiği | 36 |
| Şekil 2. 5: Kazdağı ve Yakın Çevresi için Anahtar Profil Hatları İndeksi | 37 |
| Şekil 2. 6: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Süperimpoze Profil Grafiği | 38 |
| Şekil 2. 7: Kazdağı ve Çevresinin Yarılma Dereceleri Haritası | 39 |
| Şekil 2. 8: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Eğim Haritası | 40 |
| Şekil 2. 9: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Oransal Bakı Grafiği | 41 |
| Şekil 2. 10: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Bakı Haritası | 41 |
| Şekil 2. 11: Referans Dönem (1971-2000) Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası | 44 |
| Şekil 2. 12: Referans Dönem (1971-2000) Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası | 45 |
| Şekil 2. 13: Edremit istasyonunda yıllık yağış tutarlarının yıllara göre değişimi ve doğrusal eğilimleri (Sezer, L.İ- Koçman vd. 2007) | 46 |
| Şekil 2. 14: Bayramiç istasyonunda yıllık yağış tutarlarının yıllara göre değişimi ve doğrusal eğilimleri (Sezer, L.İ- Koçman vd.2007) | 47 |
| Şekil 2. 15: Türkiye'yi Etkileyen Basınç ve Rüzgar Koşulları | 48 |
| Şekil 2. 16: Meteoroloji İstasyonlarına ait Rüzgar Gülleri | 49 |
| Şekil 2. 17: Referans Dönem (1971-2000) Erinç İklim Dağılışı Haritası | 51 |
| Şekil 2. 18: Erinç İklim Sınıflarının Referans Dönemi (1971-2000) Alansal Dağılışı Grafiği | 52 |
| Şekil 2. 19: Referans Dönem (1971-2000) Emberger İklim Dağılışı Haritası | 52 |
| Şekil 2. 20: Emberger İklim Sınıflarının Referans Dönem Alansal Dağılışı Grafiği | 53 |
| Şekil 2. 21: Referans Dönem (1971-2000) De-Martonne İklim Dağılışı Haritası | 53 |
| Şekil 2. 22: De-Martonne İklim Sınıflarının Referans Dönemi Alansal Dağılışı Grafiği | 54 |
| Şekil 2. 23: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Drenaj Haritası | 55 |
| Şekil 2. 24: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Büyük Toprak Grupları Dağılışı Haritası (TRGM,1980) | 57 |
| Şekil 2. 25: Kazdağı ve Yakın Çevresinin FAO-UNESCO Toprak Sınıfları Dağılışı Haritası (URL9) | 58 |
| Şekil 2. 26: Ağaç Formasyon Alanlarının Oransal Dağılışı Grafiği | 62 |
| Şekil 2. 27: Ağaç Formasyon Alanlarının Havzalara Göre Yükselti (m) Analizi | 62 |
| Şekil 3. 1: Yıllık Ortalama Sıcaklık ile Ağaç Formasyon Alanları Dağılışı İlişkisi | 66 |
| Şekil 3. 2: Yıllık Ortalama Toplam Yağış ile Ağaç Formasyon Alanları Dağılışı İlişkisi | 67 |
| Şekil 3. 3: Referans Dönem (1971-2000) Ağaç Formasyon Dağılışı – İklim İlişkisi | 69 |
| Şekil 4. 1: Referans Dönem (1971-2000) Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası | 72 |
| Şekil 4. 2: Sıcaklık Aralıklarının Referans Dönem Alansal ve Oransal Dağılışı Grafiği | 72 |
| Şekil 4. 3: 2016-2040 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası (RCP 4.5) | 73 |
| Şekil 4. 4: Sıcaklık Aralıklarının 2016-2040 Dönemi Alansal ve Oransal Dağılışı Grafiği ... | 73 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4. 5: 2041-2070 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası (RCP 4.5)..... | 74 |
| Şekil 4. 6: Sıcaklık Aralıklarının 2041-2070 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 4.5)..... | 75 |
| Şekil 4. 7: 2071-2099 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası (RCP 4.5)..... | 76 |
| Şekil 4. 8: Sıcaklık Aralıklarının 2071-2099 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 4.5)..... | 76 |
| Şekil 4. 9: Sıcaklıkların Tüm Dönemlerdeki Değişim Grafiği (RCP4.5)..... | 77 |
| Şekil 4. 10: 2016-2040 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası (RCP 8.5)..... | 78 |
| Şekil 4. 11: Sıcaklık Aralıklarının 2016-2040 Dönemi Alansal ve Oransal Dağılışı Grafiği (RCP 8.5)..... | 78 |
| Şekil 4. 12: 2041-2070 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı (RCP 8.5).... | 79 |
| Şekil 4. 13: Sıcaklık Aralıklarının 2041-2070 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 8.5)..... | 79 |
| Şekil 4. 14: Sıcaklık Aralıklarının 2071-2099 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 8.5)..... | 80 |
| Şekil 4. 15: 2071-2099 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası (RCP 8.5)..... | 81 |
| Şekil 4. 16: Sıcaklıkların Tüm Dönemlerdeki Değişim Grafiği (RCP 8.5) | 81 |
| Şekil 4. 17: Referans Dönemi (1971-2000) Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası | 83 |
| Şekil 4. 18: Yağış Aralıklarının Referans Dönem (1971-2000) Alansal Dağılışı Grafiği..... | 83 |
| Şekil 4. 19: 2016-2040 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası (RCP 4.5)..... | 84 |
| Şekil 4. 20: Yağış Aralıklarının 2016- 2040 Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 4.5) | 84 |
| Şekil 4. 21: 2041-2070 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası (RCP 4.5)..... | 85 |
| Şekil 4. 22: Yağış Aralıklarının 2041 - 2070 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 4.5)..... | 85 |
| Şekil 4. 23: 2071-2099 Yılı Öngörülen Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası (RCP 4.5)..... | 86 |
| Şekil 4. 24: Yağış Aralıklarının 2071 - 2099 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 4.5)..... | 86 |
| Şekil 4. 25: Yağış Aralıklarının Tüm Dönemler Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 4.5)..... | 87 |
| Şekil 4. 26: 2016-2040 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası (RCP 8.5)..... | 88 |
| Şekil 4. 27: Yağış Aralıklarının 2016 - 2040 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 8.5)..... | 89 |
| Şekil 4. 28: 2041-2070 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası (RCP 8.5)..... | 90 |
| Şekil 4. 29: Yağış Aralıklarının 2041 - 2070 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 8.5)..... | 90 |
| Şekil 4. 30: 2071-2099 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası (RCP 8.5)..... | 91 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 4. 31: Yağış Aralıklarının 2071 - 2099 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 8.5)..... | 91 |
| Şekil 4. 32: Yağış Aralıklarının Tüm Dönemler Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 8.5)..... | 92 |
| Şekil 4. 33: 2016-2040 Dönemi için Öngörülen Erinç İklim Haritası (RCP 4.5)..... | 96 |
| Şekil 4. 34: 2041-2070 Dönemi için Öngörülen Erinç İklim Haritası (RCP4.5)..... | 96 |
| Şekil 4. 35: 2071-2099 Dönemi için Öngörülen Erinç İklim Haritası (RCP4.5)..... | 97 |
| Şekil 4. 36: Erinç İklim Sınıflarının Tüm Dönemler Öngörülen Dağılışı Grafikleri (RCP4.5)..... | 98 |
| Şekil 4. 37: 2016-2040 Dönemi için Öngörülen Erinç İklim Haritası (RCP8.5)..... | 100 |
| Şekil 4. 38: 2041-2070 Dönemi için Öngörülen Erinç İklim Haritası (RCP8.5)..... | 100 |
| Şekil 4. 39: 2071-2099 Dönemi için Öngörülen Erinç İklim Haritası (RCP 8.5)..... | 101 |
| Şekil 4. 40: Erinç İklim Sınıflarının Tüm Dönemler Öngörülen Dağılışı Grafikleri (RCP 8.5)..... | 102 |
| Şekil 4. 41: 2016-2040 Dönemi için Öngörülen De-Martonne İklim Haritası (RCP 4.5)..... | 104 |
| Şekil 4. 42: 2041-2070 Dönemi için Öngörülen De-Martonne İklim Haritası (RCP 4.5)..... | 104 |
| Şekil 4. 43: 2071-2099 Dönemi için Öngörülen De-Martonne İklim Haritası (RCP 4.5)..... | 105 |
| Şekil 4. 44: De-Martonne İklim Sınıflarının Tüm Dönemler Dağılışı Grafiği (RCP 4.5)..... | 106 |
| Şekil 4. 45: 2016-2040 Dönemi için Öngörülen De-Martonne İklim Haritası (RCP 8.5)..... | 107 |
| Şekil 4. 46: 2041-2070 Dönemi için Öngörülen De-Martonne İklim Haritası (RCP 8.5)..... | 108 |
| Şekil 4. 47: 2071-2099 Dönemi için Öngörülen De-Martonne İklim Haritası (RCP 8.5)..... | 108 |
| Şekil 4. 48: De-Martonne İklim Sınıflarının Tüm Dönemler Dağılışı Grafiği (RCP 8.5)..... | 109 |
| Şekil 4. 49: 2016-2040 Dönemi için Öngörülen Emberger İklim Haritası (RCP 4.5)..... | 111 |
| Şekil 4. 50: 2041-2070 Dönemi için Öngörülen Emberger İklim Haritası (RCP 4.5)..... | 112 |
| Şekil 4. 51: 2071-2099 Dönemi için Öngörülen Emberger İklim Haritası (RCP 4.5)..... | 112 |
| Şekil 4. 52: Emberger İklim Sınıflarının Tüm Dönemler Dağılışı Grafiği (RCP 4.5)..... | 113 |
| Şekil 4. 53: 2016-2040 Dönemi için Öngörülen Emberger İklim Haritası (RCP 8.5)..... | 115 |
| Şekil 4. 54: 2041-2070 Dönemi için Öngörülen Emberger İklim Haritası (RCP 8.5)..... | 115 |
| Şekil 4. 55: 2071-2099 Dönemi için Öngörülen Emberger İklim Haritası (RCP 8.5)..... | 116 |
| Şekil 4. 56: Emberger İklim Sınıflarının Tüm Dönemler Dağılışı Grafiği (RCP8.5)..... | 117 |
| Şekil 5. 1: Ağaç Formasyon Alanlarına Göre Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıklar (RCP 4.5)..... | 121 |
| Şekil 5. 2: Formasyon Alanlarına Göre Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıklar (RCP 8.5)..... | 123 |
| Şekil 5. 3: Formasyon Alanlarına Göre Maksimum, Minimum ve Ortalama Yağışlar (RCP 4.5)..... | 126 |
| Şekil 5. 4: Formasyon Alanlarına Göre Maksimum, Minimum ve Ortalama Yağışlar (RCP 8.5)..... | 128 |
| Şekil 5. 5: Senaryolara Göre Nemcil Formasyonda Tüm Dönemler için Değişimler (Erinç)..... | 130 |
| Şekil 5. 6: Kazdağı ve Yakın Çevresinde Nemcil Formasyon Alanı İçerisinde Erinç İklim Sınıflarındaki Değişimler (RCP 4.5)..... | 132 |
| Şekil 5. 7: Kazdağı ve Yakın Çevresinde Nemcil Formasyon Alanı İçerisinde Erinç İklim Sınıflarındaki Değişim (RCP 8.5)..... | 133 |
| Şekil 5. 8: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (Erinç)..... | 134 |
| Şekil 5. 9: Kazdağı ve Yakın Çevresinde Geçiş Formasyon Alanı İçerisinde Erinç İklim Sınıflarındaki Değişimler (RCP 4.5)..... | 137 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 5. 10: Kazdağı ve Yakın Çevresinde Geçiş Formasyon Alanı İçerisinde Erinç İklim Sınıflarındaki Değişimler (RCP 8.5)..... | 138 |
| Şekil 5. 11: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyonda Tüm Dönemler için Değişimler (Erinç)..... | 139 |
| Şekil 5. 12: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (Erinç)..... | 141 |
| Şekil 5. 13: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (Erinç)..... | 143 |
| Şekil 5. 14: Senaryolara Göre Nemcil Formasyonda Tüm Dönemler için Değişimler (De-Martonne)..... | 145 |
| Şekil 5. 15: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (De-Martonne)..... | 146 |
| Şekil 5. 16: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (De-Martonne)..... | 147 |
| Şekil 5. 17: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyonda Tüm Dönemler için Değişimler (De-Martonne)..... | 148 |
| Şekil 5. 18: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (De-Martonne)..... | 150 |
| Şekil 5. 19: Senaryolara Göre Nemcil Formasyonda Tüm Dönemler için Değişimler (Emberger)..... | 152 |
| Şekil 5. 20: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (Emberger)..... | 154 |
| Şekil 5. 21: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyon Alanında Tüm Dönemler için Değişimler (Emberger)..... | 156 |
| Şekil 5. 22: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (Emberger)..... | 158 |
| Şekil 5. 23: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (Emberger)..... | 160 |

TABLO LİSTESİ

| | |
|---|-----|
| Tablo 1. 1: Verileri kullanılan istasyonlar ve bilgileri (URL8: 13.11.2017) | 20 |
| Tablo 1. 2: Eğim Dereceleri (Erol, 1993) | 21 |
| Tablo 1. 3: Yön Dereceleri | 21 |
| Tablo 1. 4: Belirlenen Sıcaklık Aralıkları | 23 |
| Tablo 1. 5: Belirlenen Yağış Aralıkları | 24 |
| Tablo 1. 6: İklim İndisleri..... | 25 |
| Tablo 1. 7: Birliklerin Sınıflandırılması..... | 27 |
| Tablo 1. 8: Birliklerden Ağaç Formasyonlarının Belirlenmesi..... | 27 |
| Tablo 2. 1: Meteoroloji İstasyonlarının Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri..... | 43 |
| Tablo 2. 2: İstasyonların Yıllık Ortalama Toplam Yağış Grafiği | 44 |
| Tablo 2. 3: Meteoroloji İstasyonlarının Yıllık Ortalama Toplam Yağış Değerleri | 45 |
| Tablo 2. 4: Büyük Toprak Gruplarının Alansal ve Oransal Dağılımları..... | 58 |
| Tablo 2. 5: FAO-UNESCO Toprak Sınıflarının Alansal ve Oransal Dağılımları..... | 59 |
| Tablo 4. 1: Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Alansal ve Oransal Değişimleri (RCP 4.5)..... | 77 |
| Tablo 4. 2: Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Alansal ve Oransal Değişimleri (RCP 8.5)..... | 82 |
| Tablo 4. 3: Yıllık Ortalama Toplam Yağışların Öngörülen Değişimleri (RCP 4.5)..... | 87 |
| Tablo 4. 4: Yıllık Ortalama Toplam Yağışların Öngörülen Alansal Değişimleri (RCP 8.5). 92 | |
| Tablo 4. 5: Erinç İklim Sınıflarında Öngörülen Alansal Değişim (RCP 4.5)..... | 99 |
| Tablo 4. 6: Erinç İklim Sınıflarında Öngörülen Alansal Değişim (RCP 8.5)..... | 103 |
| Tablo 4. 7: De-Martonne İklim Sınıflarında Öngörülen Alansal Değişim (RCP 4.5) | 106 |
| Tablo 4. 8: De-Martonne İklim Sınıflarında Öngörülen Alansal Değişim (RCP 8.5) | 110 |
| Tablo 4. 9: Emberger İklim Sınıflarında Öngörülen Alansal Değişim (RCP 4.5) | 114 |
| Tablo 4. 10: Emberger İklim Sınıflarında Öngörülen Alansal Değişim (RCP 8.5)..... | 117 |
| Tablo 5. 1: Senaryolara Göre Nemcil Formasyondaki Erinç İklim Sınıflarındaki Alansal Değişiklikler (RCP 4.5)..... | 131 |
| Tablo 5. 2: Senaryolara Göre Nemcil Formasyondaki Erinç İklim Sınıflarındaki Alansal Değişiklikler (RCP 8.5)..... | 131 |
| Tablo 5. 3: RCP 4.5 Senaryosu Geçiş Formasyonundaki Tüm Dönemler Erinç İklim Değişimi | 135 |
| Tablo 5. 4: RCP 8.5 Senaryosu Geçiş Formasyonundaki Tüm Dönemler Erinç İklim Değişimi | 136 |
| Tablo 5. 5: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyondaki Tüm Dönemler Erinç İklim Değişimi (Erinç – RCP 4.5) | 140 |
| Tablo 5. 6: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyondaki Tüm Dönemler Erinç İklim Değişimi (Erinç – RCP 8.5) | 140 |
| Tablo 5. 7: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Erinç)..... | 142 |
| Tablo 5. 8: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Erinç)..... | 142 |
| Tablo 5. 9: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Erinç-RCP 4.5) | 143 |
| Tablo 5. 10: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Erinç-RCP 8.5) | 144 |
| Tablo 5. 11: Senaryolara Göre Nemcil Formasyonda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 4.5) | 145 |

| | |
|---|-----|
| Tablo 5. 12: Senaryolara Göre Nemcil Formasyonda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 8.5) | 145 |
| Tablo 5. 13: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 4.5) | 146 |
| Tablo 5. 14: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 8.5) | 146 |
| Tablo 5. 15: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 4.5) | 147 |
| Tablo 5. 16: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 8.5) | 148 |
| Tablo 5. 17: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyonunda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne) | 149 |
| Tablo 5. 18: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne) | 149 |
| Tablo 5. 19: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 4.5) | 151 |
| Tablo 5. 20: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 8.5) | 151 |
| Tablo 5. 21: Senaryolara Göre Nemcil Formasyonda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 4.5) | 153 |
| Tablo 5. 22: Senaryolara Göre Nemcil Formasyon Alanında Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 8.5) | 153 |
| Tablo 5. 23: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger –RCP 4.5) | 154 |
| Tablo 5. 24: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 8.5) | 155 |
| Tablo 5. 25: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyondaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger) | 156 |
| Tablo 5. 26: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyonda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger) | 157 |
| Tablo 5. 27: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 4.5) | 158 |
| Tablo 5. 28: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 8.5) | 159 |
| Tablo 5. 29: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 4.5) | 160 |
| Tablo 5. 30: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 8.5) | 161 |

KISALTMALAR

| | | |
|--------|---|--|
| BM | : | Birleşmiş Milletler |
| CBS | : | Coğrafi Bilgi Sistemleri |
| ÇOMÜ | : | Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi |
| ÇŞB | : | Çevre ve Şehircilik Bakanlığı |
| DGCM | : | Dinamik Küresel Vejetasyon Modelleri |
| DO | : | Dağ Ortaklığı (Mountain Partnership - MP) |
| FAO | : | Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü |
| IPCC | : | Uluslararası İklim Değişikliği Paneli |
| ICTP | : | Uluslararası Teorik Fizik Merkezi |
| İDÇS | : | İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi |
| İDSKEP | : | İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi |
| MGM | : | Meteoroloji Genel Müdürlüğü |
| NCAR | : | Ulusal Atmosferik Araştırmalar Merkezi |
| NOAA | : | Amerika Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi |
| OGM | : | Orman Genel Müdürlüğü |
| OSİB | : | Orman ve Su İşleri Bakanlığı |
| ÖBA | : | Önemli Bitki Alanları |
| ÖDA | : | Önemli Doğa Alanları |
| RCMs | : | Bölgesel İklim Modelleri (Regional Climate Models) |
| RCP | : | Temsili Konsanstrasyon Yolları |
| REGCM | : | Bölgesel İklim Modeli (Regional Climate Model) |
| SDM | : | Tür Yayılış Modelleri (Species Distribution Models) |
| TİD6B | : | Türkiye İklim Değişikliği 6. Bildirimi |
| TİDS | : | Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2023) |
| TIN | : | Üçgenlenmiş Düzensiz Ağ (Triangulated Interpolation Network) |
| TRGM | : | Tarım Reformu Genel Müdürlüğü |
| TSKR | : | Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Raporu |
| UNESCO | : | Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü |
| WMO | : | Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization) |
| GFDL | : | Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı |
| SYM | : | Sayısal Yükselti Modeli |

GİRİŞ

İklim Değişikliği, son yüz elli yıl içinde fosil yakıt tüketimi ile insan etkisi sonucu atmosferin doğal yapısında doğrudan ya da dolaylı şekilde, atmosfer içindeki CO₂'in, su buharının ve diğer gazların düzeyinin yükselmesiyle iklimlerde ortaya çıkan değişikliklerdir. İnsan faaliyetleri sonucu olarak meydana gelen iklim değişikliğinin yaşadığımız çevreye ve insanlığa pek çok olumsuz etkisi olacağı öngörülmektedir. Bu etkiler kısaca ortalama yüzey sıcaklıklarında önemli ölçüde artış, yarı kurak iklim bölgelerinin çölleşmesi, yer altı su rezervlerinin aşırı tuzlanması, toprak neminin çekilmesi, olağandışı iklim olaylarında, orman yangınlarının süresinde, şiddetinde ve etki alanında artış, sıcaklığın ve tuz yoğunluğunun artması nedeniyle denizlerdeki dolaşım dengesinin bozulması, biyolojik çeşitlilikte önemli ölçüde azalma, ekolojik sistemlerde sürdürülebilirliğin göstergesi olan böcek türlerinde azalma olarak sayılabilir (Saraçoğlu 2010; Türkeş 2012).

Son yüz elli yıllık süreç içerisinde insan, hızla artan ihtiyaçlarını karşılamaya çalışırken, doğanın kendi içindeki dinamiklere ve tüm canlılara verebileceği zararlara karşı tedbirler de almayı ihmal etmiştir. Bu ihmale karşı ilk girişim, 1972 yılında Stockholm'de düzenlenen İnsan ve Çevre Konferansı'dır. Bu konferansta kalkınma ve gelişme konusu ilk kez *çevre koruma* kavramı ile birlikte ele alınmıştır. Şubat 1979'da Cenevre'de, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından toplanan ilk iklim konferansı, 1992'de Rio'da gerçekleştirilen Çevre Koruma Konseyi; 1997 yılında Kyoto'da Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (TBB, 2014) gibi bu konudaki bir dizi uluslararası toplantıların sonuncusu 2017 Mayıs ayında Bonn'da gerçekleştirilen Paris İklim Değişikliği zirvesi olmuştur. Bahsi geçen tüm toplantıların en önemli ortak amacı, ortak geleceğimiz için fosil yakıt tüketimi sonucu oluşan insan kaynaklı karbon salımının azaltılması ve denetim altına alınmasıdır (Akçakaya vd. 2015). Bu amaç için dünya ülkelerine büyük görevler düşmektedir. Türkiye ve çevresi için de iklim değişikliğinin doğal ve beşeri varlığa etkilerini anlama ile bu etkilerin azaltılmasına yönelik çabalar gelişmektedir. Bu çabalar, örneğin, uluslararası kaynaklı (Met Office, 2011) ve ulusal olarak gerek ilgili ulusal bakanlıklardaki projelerle (Akçakaya vd. 2015; OSİB-İDSKEP, 2016; KB-TSKR, 2012; ÇŞB-TİD6B; 2016; ÇŞB-TİDS 2010-2023) gerekse de sivil toplum kuruluşlarının destekleri ile (Zeydanlı vd. 2010) artmıştır. Ülkeler, CO₂ salımını azaltmak ve emilim miktarını arttırmak için kendi içlerinde çeşitli stratejiler geliştirmektedirler. Sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan

CO₂ salımının kontrol-kota/ceza uygulamaları yanında, ülkelerin iklim değişikliğine karşı aldıkları önemli tedbirlerden bir diğeri atmosferdeki CO₂ emilim miktarını arttırmaktır.

Karbon emilimi ile ilgili olarak fotosentez işlevleri açısından dünya iklimini düzenlemede karasal ekosistemlerin önemi büyüktür. Yeryüzünün karasal karbon havuzlarının yaklaşık yarısını ormanlar oluşturur; bu nedenle ormanlar iklim değişikliğine karşı alınan fosil yakıt önlemlerinden sonra ikinci derecede önem arz ederler. Ormanlar, CO₂'i fotosentez yoluyla atmosferden uzaklaştırdıkları için yutak ve bunu orman ölü örtüsünde hapsedikleri için bir rezervuar görevi görürler (OGM). Diğer ekosistemlere göre daha fazla CO₂ tüketmeleri yanında bağladıkları karbonu çok uzun süre bünyelerinde tutmalarından ötürü iklim değişikliğini etkilemede en etkili araç olarak görülmektedirler (Saraçoğlu 2010). Diğer taraftan, iklim değişikliğinin sebep olduğu/olacağı tahribat nedeniyle ormanların sadece onlarca yıl gibi kısa bir zaman diliminde büyük miktarda karbonu serbest bırakacak olması ve bu durumun küresel ısınmayı hızlandıran bir etki ortaya çıkartacak olması orman ekosistemleri ile iklim ve iklim değişikliği arasındaki ilişkilerin ne kadar güçlü olduğunu göstermektedir. İklim değişikliği ve buna bağlı olarak gelişen sıcaklık ve yağışlardaki farklılaşma, dünya üzerinde bölgesel ve yerel ölçeklerde farklı etkiler gösterecektir. Bu nedenle bazı ormanlar daha uygun sıcaklıklar ve artan yağışlara kavuşacakken, ormanların diğer büyük kısmı ise çeşitli sorunlarla karşı karşıya gelecektir (Canlı, 2010). Bu sorunlar temelde, kuraklık, yangınlar, toprak kayıpları, böcek istilaları, türlerde hassasiyet, tür kompozisyonlarında değişme, orman alanlarında ve tür yayılış alanlarında küçülme ve/ya da kaymalar, biyokütle artımında azalma (Canlı, 2010; Zeydanlı vd. 2011) şeklindedir.

İklim değişikliğinin, sahip olduğu biyolojik varlığa önemli olumsuz etkiler yaratacağı öngörülen Türkiye, Holarktis flora bölgesi içinde ve ılıman kuşakta yer almaktadır. Türkiye, üç fitocoğrafik bölgeyi (Avrupa-Sibiryaya (Öksin-Kolşik), Akdeniz ve İran-Turan) barındırması ile sahip olduğu bitki çeşitliliği açısından çevresinde yer alan birçok ülkeden farklı durumdadır. Bir değerlendirme yapılırsa, tüm Avrupa kıtası 12000 bitki türüne sahipken, yalnızca Türkiye'de 9000 bitki türü bulunur ve bu bitki türlerinin 3000'i endemiktir (OGM). Türkiye'nin bitki örtüsü çeşitliliğinde topografik, jeomorfolojik ve iklim özelliklerindeki çeşitliliğin de rolü vardır. Topografyadaki belirgin yükselti farkları ve jeomorfolojik yapı ve iklim özelliklerinin kısa mesafelerde değişmesi, bitki topluluklarının da kısa mesafelerde değişmesine, onların dağlık alanlarda kademelenmesine yol açmıştır. Kazdağı ile birlikte ülkemizdeki dağların kuzey ve güney yamaçlarında kıyı ve alçak kesimlerden doruklara doğru sırasıyla çalı formasyonu, yayvan yapraklı ağaç türleri, konifer ağaçlarla karışık orman toplulukları ve alpin bitki formasyonu şeklinde kademelenme görülür (Avcı 2005).

Hemen tümü doğal olan Türkiye ormanları ülkenin kuzey, güney ve batı kesimindeki dağlık sahalar üzerinde geniş bir yayılış alanına sahiptir. Nemli, yarı nemli ve kurakçıl türlere sahip olan bu ormanlar, morfolojik, ekolojik ve floristik özellikleri yönünden birbirinden farklı, çeşitli ağaç cinsleri ve türlerden oluşmaktadır. Pleistosen'de meydana gelen iklim değişikliklerinin ülkemiz ormanlarını oluşturan ağaç türlerinin çeşitliliğinde etkisi büyüktür. Türkiye ormanlarının yaklaşık %85'ini çeşitli türleriyle çam, meşe, kayın, göknar, sedir, ladin ve gürgen türleri oluşturur. Türkiye genel orman formasyonu içinde en büyük payı sırasıyla çam (%38.5), çeşitli meşe türleri (%25.9), kayın (%8.5), göknar (%6.8), sedir (3.5), kayacık-gürgen (%2.8) ve ladin'in (%2) (Günel 1997: 1) aldığı, Türkiye ormanlarının %55'ini ise iğne yapraklı türlerin oluşturduğu belirtilmiştir (Günel 1997:1). Çok çeşitli cins ve türleri kapsayan orman alanlarının bununla birlikte her geçen gün daralmakta olduğu da bir gerçektir (Günel, 1997). Doğal orman örtüsü insan müdahaleleri, iklim değişikliği gibi doğal ve sosyal etkiler ile doğrudan ve dolaylı olarak zarar görmekte ve giderek yok olmaktadır.

Kazdağı sahip olduğu özel coğrafi konum ile dikkat çekmektedir. Türkiye'nin kuzeybatısında, Biga yarımadasının güney kesiminde yer alan (Şekil 1) Kazdağı'nın öne çıkan iklimsel özelliğini koşulların yatay ve dikey doğrultuda kısa mesafelerde değişmesi oluşturmaktadır (Koçman vd. 2007). Kazdağı, 12 km gibi kısa mesafede 0 m'den 1774 metreye varan yükseltisi ile iki bölgesel iklim ve fitocoğrafik alanın sınır hattını barındırır. Kuzey ve güney yamaçlarında coğrafi faktörler kısa mesafelerde farklılaşır. Çok çeşitli jeomorfolojik, alt ekolojik bölge, mikro iklim alanları ile bir milli park barındıran bir önemli doğa alanı (ÖDA)'dır. Özel konumu ve evrimsel gelişimi nedeniyle endemik ve çok zengin bitki türlerine sahip oluşuyla Kazdağı, bölgede ve Türkiye biyolojik varlığında önem arz eder.

Kazdağı, Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İnan-Turan flora bölgelerinin kesişim alanında yer almaktadır. Vadi ve yamaçlarında öksin vejetasyon yayılışına sahiptir. Kuzey ve doğu yamaçlarında Avrupa-Sibirya elementleri yaygınken güney yamaçlarında ve zirve kesimlerde Akdeniz elementleri ve bitki örtüsü yaygındır. Kazdağı'nda Akdeniz elementleri, %24; Avrupa-Sibirya elementleri %17.64; İnan-Turan elementleri %13.3 oranında olup, Kazdağı'nın sahip olduğu endemik oranı ise %9'dur. Endemik türlerin birçoğu Kazdağı'nın izole bir masif olduğundan, sadece Kazdağı'na özgü ve dar yayılışlıdır (Özel ve Gemici 2001).

Kazdağı'nın hem coğrafi açıdan hem de karasal ekosistemler açısından dağlık bir kütle olarak rolü de önemlidir. Dağlık alanlardaki jeomorfolojik unsurların çok kısa mesafelerde değişkenlik göstermesi mikro-iklim şartlarına zemin hazırlarken aynı zamanda kısa mesafelerde çeşitliliğe yol açarak bitki dağılımında ve çeşitliliğinde de önemli rol oynar. Biyoçeşitlilikte önemli yeri olan endemik türlerin büyük çoğunluğu dağlık alanlar üzerinde yayılış göstermektedir. Türkiye'nin Önemli Bitki Alanlarının büyük bölümünün dağlık alanlar üzerinde olduğu bilinmektedir. İklim Değişikliği çerçevesinde Dağlık Alanlar, 1992 Rio Dünya Zirvesi'nde, Gündem 21'in 13. başlığında '*Kırılgan Ekosistemin Yönetimi: Sürdürülebilir Dağ Gelişimi*' olarak adlandırılarak ele alınmıştır. 2002 yılında gerçekleştirilen sürdürülebilir gelişime yönelik dünya zirvesinde, *Dağ Bölgeleri Sürdürülebilir Gelişimi Uluslararası Ortaklığı* kurulmuştur. Dağ ortaklığı (DO) olarak bilinen bu birliğin amaçlarından biri dağları olan büyük coğrafi bölgelerde dağ ekosisteminin muhafazasının, sağlığının, canlılığının ve yönetiminin sağlanması ve genişletilmesidir (DO 2014).

İklim değişikliğini anlamaya yönelik olarak küresel iklim modellerinden istatistiksel veya dinamik ölçek küçültme yöntemleriyle yüksek çözünürlüklü bölgesel iklim verileri üretilmektedir (Vallam and Qin 2017, Deng vd. 2017; Takhsha vd. 2017; Olsson vd. 2017; Tatlı vd. 2004; Akçakaya vd. 2015). Bu çabalara ulusal çapta en kapsamlı örnek Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan, Türkiye ve çevresinin yapısına en uygun üç küresel model çıktıları ve RegCM4.3.4 bölgesel iklim modeli çalıştırılarak daha yüksek çözünürlüklü bölgesel iklim verileri elde etmiş olan projedir (Akçakaya vd. 2015). Bu proje ile aylık, mevsimlik ve yıllık sıcaklık ve yağış projeksiyonları, 20 km çözünürlükte 2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemleri için üretilmiş ve daha küçük alanlı, ayrıntılı araştırmalar için paylaşımına açılmıştır.

Problem ve Kapsam

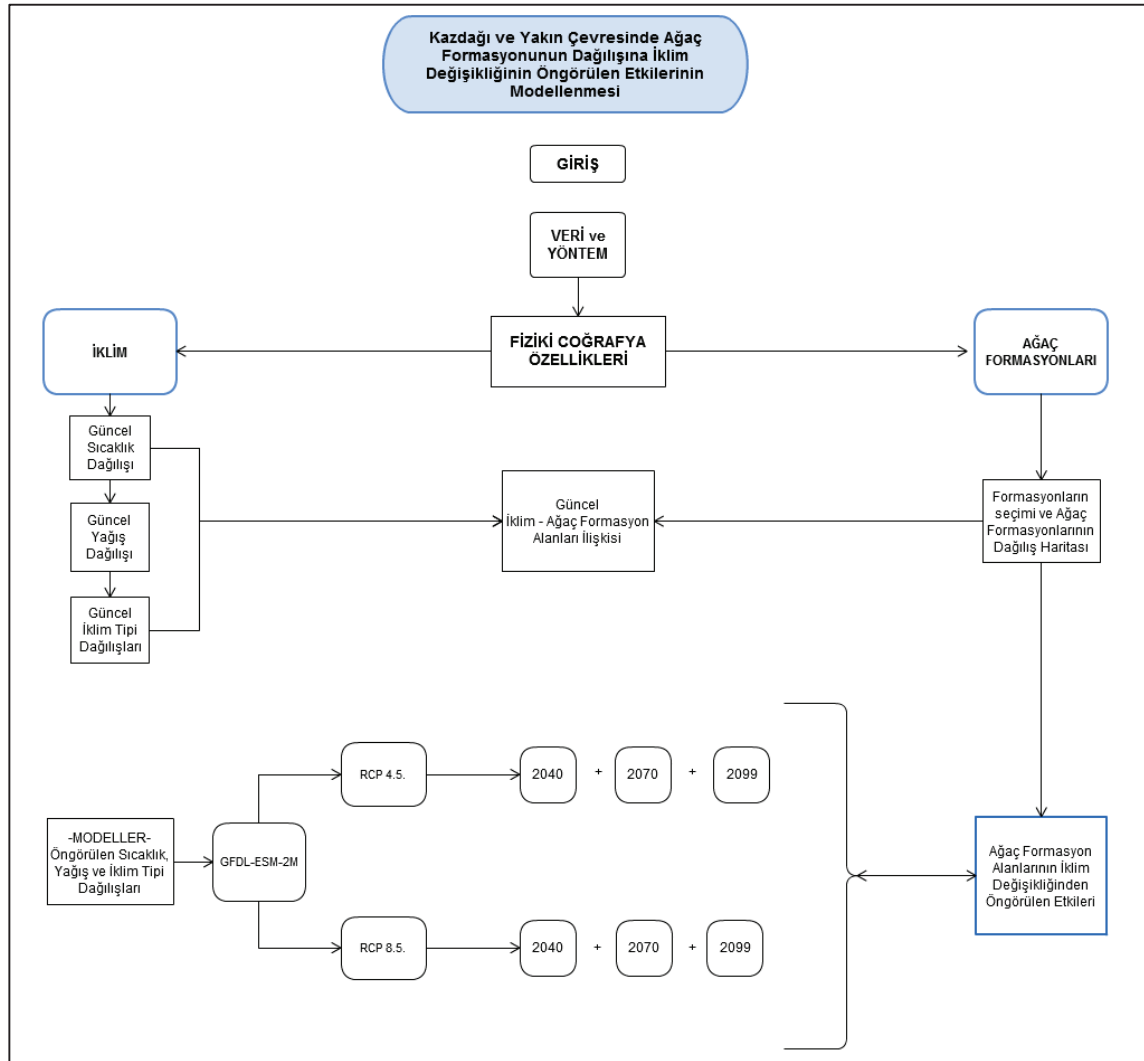
Coğrafya disiplinde üzerinde durulan temel olgu yersistemi ve yersisteminin iki temel bileşeni olan fiziki ortam ile insan arasındaki karşılıklı etkileşimdir. Yer sisteminin bileşenlerinden hava kürenin dinamiklerinden olan iklim özelliklerinin uygunluğu insanın

yaşamını sürdürebilmesi için temel gereksinimi olmuştur. Bu nedenledir ki insan yeryüzünde var olduğundan bu yana yaşayabileceği özelliklere sahip fiziki ortamları tercih etmiştir. Bu fiziki özelliklerin başında iklim gelir. Havaküredeki dengeleri değiştiren iklim değişikliği olgusu insan faaliyetleri sonucu gelişen, sosyal ortam kaynaklı bir değişikliktir. İklim değişikliği üzerine küresel ve bölgesel ölçeklerde projeksiyonlar, araştırmalar yapılmaktadır. Ancak, iklim değişikliğinin ve etkilerinin daha yerel ölçeklerde, daha ayrıntılı ve daha gerçeğe yakın tespit edilebilmesi gerekmektedir. Çabalar bu yöndedir. Bu tez araştırmasında Türkiye ve çevresi ölçeğinde, yakın zamanda üretilmiş bölgesel iklim değişikliği projeksiyon verilerinin yerel ölçekte ve dağlık bir saha olan araştırma alanına uygulanarak iklim değişikliğinin baskısı ve bu baskının ağaç formasyon alanlarına etkisinin elde edilmesi hedeflenmiştir.

MGM tarafından üretilen çözünürlüğü yükseltilmiş bölgesel iklim verileri ile Kazdağı ve çevresinin ikliminde meydana gelebilecek değişiklikleri analiz eden herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Kazdağı'nın iklim tiplerinde içinde bulunduğumuz yüzyılın sonuna kadar meydana gelebilecek alansal değişikliklerin ağaç formasyonlarının yayılış alanlarında nasıl değişiklikler meydana getireceğinin araştırılıp bilimsel yöntemlerle ele alınmamış olması Kazdağı'nın bölgedeki konumu ve potansiyeli nedeniyle önemli bir güncel problem olarak algılanmıştır. Bölgesel iklim projeksiyonu sonuçlarına göre bölgedeki sıcaklıklarda artış, yağışlarda azalma nedeniyle sahada kuraklaşma yaşanacağı ve beklenen iklimsel baskı nedeniyle Kazdağı ağaç formasyon alanlarında nemli iklimin etkisinin azalırken daha kurak iklim alanlarının genişleyeceği bu araştırmanın sayıltılarıdır.

Araştırmanın verilerin temini ve kaynak tarama ve derleme dışında beş genel aşaması bulunmaktadır (Şekil 2). Güncel sıcaklık, yağış ve iklim tipi dağılışı haritalarının ve grafiklerinin hazırlanması, Ağaç formasyon dağılışı haritasının ve grafiklerinin hazırlanması, güncel sıcaklık, yağış ve iklim tipleri harita ve grafikleri ile ağaç formasyon dağılışı ilişkisinin analizi, öngörülen sıcaklık, yağış ve iklim haritalarının ve grafiklerinin hazırlanması ve son olarak öngörülen iklim değişikliği harita ve grafiklerinin ağaç formasyon alanları ile ilişkisinin analizi'dir (Şekil 2).

Şekil 2: Tez Akış Planı



(Cacao programı ile düzenlenmiştir)

İklim değişikliği ile orman ekosistemleri arasındaki güçlü bağlar nedeniyle bu konuda ulusal ve uluslararası alanda pek çok araştırma yapılmaktadır. Uluslararası literatürde, iklim değişikliği ile vejetasyon arasındaki ilişkiler üzerine çok sayıda araştırmaya ulaşılmıştır (Kienast vd. 1996; Hamann ve Wang 2006; Lin vd. 2014; Raghunathan vd. 2015; Cannone 2014; Gazol 2015; Saenz-Romero vd. 2010; Yu vd. 2014; Halofsky vd. 2013; Rahimi vd. 2013; Zarghami vd. 2011; Cheval vd. 2017). Ulusal literatürde konu ile ilgili az sayıda iklim değişikliği-karasal ekosistem/biyçeşitlilik ilişkisi üzerine yapılmış çalışmalara (Beton 2011; Berberoğlu 2014; Zeydanlı vd. 2011; Efe vd. 2015) ulaşılabilmektedir.

İklim araştırmalarında genellikle en az 30 yıllık ölçülmüş meteorolojik verilere gereksinim vardır. Dağlık sahalarda meteoroloji istasyonu kurulmasının zor ve maliyetli olması nedeniyle meteoroloji istasyonlarının bulunmayışı ya da yetersiz oluşu, dağlık

alanlar üzerine gerçeğe yakın iklim araştırmaları yapılmasını kısıtlamaktadır. Kazdağı'nda da bu kısıtlar bulunmaktadır. Ancak yine de son dönemde araştırma alanının nispeten alçak kesimlerinde meteorolojik kayıt tutan istasyon sayısı ve bu istasyonların niteliği arttırılmışsa da ancak bu istasyonlarda kaydedilmiş veriler iklim araştırmaları yapacak tarihsel genişliğe ulaşamamıştır.

Amaç ve Önem

Tezin amacı bir bölgesel iklim modeline ait iklim verilerinin Kazdağı ve yakın çevresine uygulanması ile yörenin ikliminde meydana gelmesi öngörülen değişiklikleri ortaya koymak ve bu değişiklikleri vejetasyon ile ilişkilendirmektir. Bu amaç doğrultusunda gerçekleştirilecek temel adımlar şöyledir:

* Erinç, De-Martonne, Emberger iklim sınıflandırmalarına göre sahanın 2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerindeki ikliminde öngörülen dağılış ve değişiklikleri tespit etmek,

* Ağaç formasyon alanlarında 2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemleri için elde edilen iklim değişikliği ve iklim sınıflarının dağılışlarını elde etmek ve aralarındaki ilişkiyi tespit etmektir.

İklimde öngörülen değişikliklerin çeşitli ölçeklerde biyotik etkileri tetikleyeceği, biyo-iklimsel kaymalara, iklim sınıflarında alansal daralmalara ve/ya da genişlemelere, mevcut habitatlarda ve tür çeşitliliğinde kayıp ve azalmalara neden olacağı beklenmektedir. Günümüzde bu sorunla ilgili araştırmalar yoğunlaşmış olsa da iklim değişikliğinin baskın ağaç türlerine doğrudan etkileri iyi anlaşılabilmiş değildir. Ekosistemlerin tepkileri orman tipine ve coğrafi lokasyona göre değişmektedir. Çalışma alanındaki ekosistemlerin önemli bir unsuru olan ağaçların iklim değişikliği baskısına tepkisi ve bunun ne anlama geldiğini ortaya koymak tezin temel amacıdır.

Bu tezde elde edilen sonuçlar Kazdağı orman varlığının korunması, sürdürülebilirliği ve iklim değişikliğine yönelik planlamalara bilimsel bir katkı sunması açısından önem arz eder. Tezin ayrıca, Kazdağı'ndaki diğer bitki formasyonları üzerine yapılacak çalışmalar için de örnek teşkil edecek bir niteliğe sahip olduğu düşünölmektedir.

Kavramsal Temeller

Kazdağı ve yakın çevresinde iklim değişikliği ile ağaç formasyon alanlarındaki etkilerinin konu edildiği bu araştırmanın problem, amaç, bulgular ve sonuç bütününün daha iyi kavranabilmesine zemin hazırlayan iklim değişikliği ve orman etkileşimine temel olan kavram ve alt kavramlara yönelik terimlerin açıklamalarına yer verilmiştir.

İklim Değişikliği: İklim değişikliği istatistiksel testler kullanarak iklim özelliklerinin değişkenliği ve/ya da ortalamasındaki değişiklikler ile tanımlanabilen, on yıl ya da daha uzun süre gibi geniş bir dönemde devam eden, iklimin durumundaki değişikliği ifade etmektedir. İklim değişikliği, dış kuvvetler, doğal iç süreçler ya da arazi kullanımı ve atmosferin kompozisyonundaki insan kaynaklı kalıcı değişiklikler nedeniyle meydana gelebilmektedir. UNFCCC iklim değişikliğini şöyle tanımlamaktadır: Karşılaştırılabilir dönemlerde gözlenen doğal iklim değişkenliğine ek olarak küresel atmosferin kompozisyonunu dönüştüren insan etkinliklerinin doğrudan ya da dolaylı olarak katkısıyla iklimde meydana gelen değişikliktir. UNFCCC bu yüzden atmosferik kompozisyonu dönüştüren insan kaynaklı iklim değişikliği ile doğal nedenlere dayalı iklimdeki değişkenliği birbirinden ayırmaktadır (URL2: 23.10.2017).

Modelleme: Modeller bir sistemin niteliklerinin benzetildiği ve örneğin iklimin, bir ülkenin ekonomisinin ya da bir ürünün sistemlerinin işleyiş ya da görüntü mekanizmaları ve sistemin özelliklerini yapılandırır. Matematik modeller sistem işleyişini parametre ve girdilerde değişkenlerin performansını simüle etmek için pek çok değişken ve ilişkileri genellikle bir bilgisayar kodunda bir araya getirir (URL3: 23.10.2017). Bir sistemin nasıl çalıştığı tanımlanmak istendiğinde o sistemin basit kavramsal bir modeli oluşturulur. Örneğin, bir türün yaşam aralığının ne kadar kayabileceği ya da gelecek iklim koşulları altında korunması gereken türler için koruma alanının nereye kurulabileceği gibi coğrafi lokasyon problemlerine sayısal cevap ihtiyacı da çoğunlukla matematiksel modeller ile karşılanır (Hannah, 2015).

GFDL-ESM2M, Amerika Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA)'ne bağlı Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı (GFDL-Geophysical Fluid Dynamics Laboratory) tarafından geliştirilen küresel bir yer sistem modelidir. Princeton Üniversitesi Enstitülerinden çeşitli bilim adamlarını içeren büyük bir ekip ile doğal ve antropojenik kaynaklı iklim ve ekosistem etkileşimleri ve aralarındaki potansiyel değişiklikleri araştırmaktadır. Yer sistem modellerinin atmosferik bileşimi doğal ve antropojenik kaynaklı aerosoller, bulut fiziği ve yağış gibi fiziksel özellikleri kapsar. Karbon ve diğer göstergelerin dinamiklerini simüle etmek için karasal ekoloji bileşeni gibi yağış, buharlaşma, akarsular, yüzey akışları, göller, akarsular gibi karasal ve okyanusal bileşenleri de kapsar. Karasal ve okyanusal kimya üzerinde meydana gelen, ekosistemleri bloke eden karbon gibi temel unsurlar yanında, besin kısıtı, bitki biyomasi, verimlilik ve fonksiyonel kompozisyon gibi kimyasal ve ekolojik göstergeleri de kapsar. Kimyasal göstergeler de atmosferde iz bırakır. Yer system modelleri, tarım, ormancılık ve aerosol kimyası gibi arazi kullanımı durumları ve doğal vejetasyon değişiklikleri nedeniyle kara yüzeyi albedosundaki varyasyonları ve çok sayıda

emisyon tipini yakalar. Yer sistem modeline farklı bileşenler ekleyerek kapsamlı yer ekolojik sistemleri simüle etmede büyük imkan sunar (URL1: 22.10.2017).

Ölçek Küçültme (Downscaling): Ölçek küçültme geniş ölçekte bilinmekte olan bir bilginin yerel ölçekteki tahminini yapmak için yöntemler bütünüdür. İklim bilgilerinin ölçek küçültme işleminde iki yaklaşımdan biri dinamik diğeri de istatistikidir. **Dinamik ölçek küçültme** bir sınır koşul olarak gözlemsel ya da düşük çözünürlüklü iklim modeli çıktısı kullanarak bir bölgesel alt birim üzerinde yüksek çözünürlüklü iklim modeli koşturmayı gerektirir. Bu modeller yoğun hesaplama ile yerel iklimleri üretmek için fiziksel prensipler kullanır. **İstatistiksel ölçek küçültme** ise, 1) yüzey hava sıcaklıkları ve yağış gibi yerel iklim değişkenleri ve basınç alanları gibi geniş ölçekli göstergeler arasındaki istatistiksel ilişkiler 2) küresel iklim modellerindeki çıktıları gelecek dönemlerdeki yerel iklim karakteristiklerine simüle etmek gibi ilişkiler uygulaması şeklinde iki adımlı bir süreçtir (URL 5: 7.11.2017).

Bölgesel İklim Modeli – (Regional Climate Model – RegCM): Bölgesel iklim model sistemi (RegCM) Ulusal Atmosferik Araştırma Merkezi (NCAR)'nde geliştirilmiştir. Uluslararası Teorik Fizik Merkezi (ICTP)'nin Yer Sistem Fiziği (ESP) Bölümü tarafından yönetilmektedir. Modelin ilk versiyonu (RegCM1) 1989'da geliştirildi. 1993'te ilk büyük güncelleme (RegCM2) ardından 1999'da (RegCM2.5), 2006'da (RegCM3) ve en sonuncusu 2010 yılında güncellenmiştir (RegCM4). Modelin en son versiyonu, RegCM4, tamamen ESP tarafından desteklenmektedir, önceki versiyonlar ise kullanılmamaktadır. Bu versiyonda kod yapısı ile önceki ve sonraki işlemcilerinin yapısında yeni fizik parametreleri içermesi ile önemli güncellemeler yapılmıştır. Bu model esnek ve kullanımı kolaydır. 10 km hidrostatik limite kadar grid alanı ile paleoiklim ve gelecek iklim simülasyonlarına kadar çok çeşitli çalışmalarda ve yeryüzünde herhangi bir bölgeye uygulanabilir (URL6: 7.11.2017). Daha küçük alanların ayrıntılı iklim analizi için küresel iklim modellerinin dinamik olarak ölçeklerinin küçültülmesiyle yüksek çözünürlük sağlanır. Küresel iklim modelleri büyük alanlı modeller olarak düşük çözünürlüklü gridlenmiş verilere sahiptir. Yüksek çözünürlük elde etmek için girdi olarak tekrar kullanılan bu veriler ile daha ayrıntılı bilgiler üretilmesini sağlayan modeller bölgesel iklim modelleri (RCMs) olarak ifade edilmektedir (Akçakaya vd. 2015: 44).

Grid Enterpolasyon: Bir grid, verileri organize etmek için kullanışlı ve yaygın bir yoldur. Grid veri formatı ayrı grid nokta lokasyonlarındaki yoğunluk ve değerleri yansıtır. Grid temelli veriler aynı zamanda sıralı temele dayanan ortama doğal olarak uyar. Gridlenmiş veri ile çalışıldığında, grid noktalarındakinden başka lokasyon değerlerini bilmeye ihtiyaç duyulur. Eğer pratikte ihtiyaç duyulandan daha fazla detay içeriyorsa gridin

çözünürlüğünün arttırılmasına ihtiyaç duyulur. Grid temelli interpolasyon bu görevleri yerine getirmek için gerekli olan işlevselliği üretir (URL4: 23.10.2017).

Flora: Herhangi bir alanda bulunan bitkilerin tümüdür. Örneğin, Kazdağı florası, Akdeniz florası (Atalay 1994; Akman 1995; Çağlar 2003)

Meşcere: Ağaç türü bileşimi, sıklık gibi yapı özellikleri itibariyle ayrılmış orman kısımlarıdır (Çağlar 2003).

Bitki Birliği: Bazı ayırt edici ve karakteristik türlerle floristik yapısı tayin edilmiş ve yaşadığı çevre ile denge halinde olan, az çok değişmeyen bir bitki grubudur (Akman 1995).

Karışık ve Saf ormanlar: ormanı oluşturan ağaç ve ağaççıkların türleri, sayısı, yoğunlukları dikkate alınarak yapılan orman tipi sınıflandırmasıdır. İlgili orman ekosisteminde iki veya daha fazla sayıda ağaç türlerinin en az ikisinin kapalılık içindeki payı ayrı ayrı %10'u aştığında 'karışık orman'; orman ekosistemini tek bir ağaç türü oluşturuyorsa ya da ekosistemi oluşturan türlerden biri dışında kapalılık %10'u aşmıyorsa saf orman olarak tanımlanır (Çağlar 2003).

Vejetasyon: Kendine özgü yapısal özellikleri ile Orman vejetasyonu, bozkır vejetasyonu şeklinde bir ekosistem tipini ifade eden bitki örtüsüdür (Çağlar 2003). Atalay'a göre (1994), bir sahadaki bitkilerin ot, çalı, ağaç gibi fizyonomik görünüşüne göre sınıflandırılmasıdır. Akman (1995) ise vejetasyonu "Herhangi bir coğrafi bölgenin bir kesimi üzerinde yaşama koşulları birbirine benzeyen bitkilerin, özellikle odunsu bitkilerin bir arada toplanma şekli" olarak tanımlamıştır.

Orman amenajman planları: Orman işletmelerinin sınırları içinde kalan orman alanlarının neresinde, ne zaman, ne türden ve ne yoğunlukta işlem yapılacağını açıklayan ve ormanların yapısal özelliklerine göre farklı tekniklerle hazırlanan planlardır (Çağlar 2003).

Önceki Çalışmalar

Probleme yönelik kaynak taraması sonucu ulaşılan tüm yayınlar ilgili oldukları üç ana başlık altında (İklim değişikliği, Vejetasyon, İklim Değişikliği – Vejetasyon İlişkisi) değerlendirilerek açıklanmıştır:

Bu bölümde Türkiye'de yıllık ve mevsimlik sıcaklık ve yağışlardaki uzun süreli değişiklikler ve eğilimlerin incelenmekte ve tezin sonuçlarının yorumlanmasına katkı sağlayacağı düşünülen kaynakların derlenen sonuçları değerlendirilmektedir. Türkeş vd. (2007) çalışmalarında, Türkiye'de yıllık toplam yağış ve yağış yoğunluğu tutarlarında azalma, kış yağışlarında belirgin bir azalma (kuraklaşma) ve bu azalmanın Akdeniz'de en

kuvvetli etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ölgün (2010) Türkiye'nin çoğu yerinde yağış değişkenlik katsayısının %25 altında olduğunu, en yüksek katsayının Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'da, en düşük katsayının ise Doğu Karadeniz bölgesinde olduğunu bildirmiştir. Bahadır (2011) Türkiye iklim bölgeleri analizinde, karasal ve Akdeniz iklim bölgelerinde sıcaklıkta aşırı artış; yağışta ise Karadeniz iklim bölgesinde artış, karasal ve Akdeniz iklim bölgesinde azalma tespit etmiştir. Türkeş (2012), Türkiye'deki şiddetli yağışlarda artış olduğunu, Doğu Akdeniz ve Türkiye'de sıcak gün ve gece sayıları ile gece en düşük ve gündüz en yüksek ortalama hava sıcaklıklarının arttığını bildirmiştir. Tatlı (2004), meteorolojik ve iklimsel değişkenlerde düzenli bağlı yapıları şekillendirmek için deterministik bir indeks geliştirdi. Akdeniz ve çevresi için 1950-2011 yılları arasındaki günlük yağışlara uyguladığı indeks paternlerinin geleneksel zamansal-mekansal meteorolojik özellikleri sunan bakış açısında daha iyi anlaşılabilir olduğu sonucunu elde etmiştir. Diğer bir deyişle, elde edilen paternlerin Akdeniz havzası üzerinde kara-deniz dağılışı, topografya gibi fiziki coğrafya özellikleri ve atmosferik bozulmaların etkileri ile ilgili geniş ölçekli günlük yağış değerleri için iyi bilinen iklim ve hava özelliklerine karşılık geldiği ifade edilmiştir. Efe vd. (2015) uzun dönem Türkiye sıcaklıklarında artan, toplam yağışta ise azalan bir eğilim olduğunu ve kuraklığa doğru gidişatın yaşandığını belirtmişlerdir.

İklim değişikliği konusunda en temel kaynak IPCC raporlarıdır. IPCC AR5 araştırma grubu kapsamında en son yayımlanan rapor 2014 yılındaki sentez raporudur (IPCC SYR 2014). Bununla birlikte iklim değişikliği etkilerini anlama, mücadele, uyum kapsamında uluslararası (WMO, Met Office, UNEP, UNFCCC, REC.) ve ulusal (MGM, KB, ÇŞB, OSİB, OGM) pek çok kurum araştırmalar yaparak düzenli olarak iklim değişikliği raporları yayınlamaktadırlar. Bu raporların yanı sıra pek çok bilimsel makaleye de ulaşılmıştır. Türkeş (2001) çalışmasında küresel iklimin korunması, BM, İDÇS ve Kyoto mekanizmaları ile Türkiye'nin yaklaşımını ve Türkiye ile ilişkileri değerlendirmiştir. Kayhan (2007) küresel iklim değişikliği kavramını kapsamlı ve öz bir şekilde ele aldığı çalışmasında sıcaklık ve yağış rejimi açısından iklim değişikliğinin Türkiye'ye etkilerini belirtmiş ve tedbirler önermiştir. Çepel (2007), küresel ısınmanın temellerini, nedenlerini, sonuçlarını ekolojik ağırlıklı olarak incelemiş ve alınabilecek önlemler üzerinde durmuştur. Şen (URL11: 24.11.2017) sıcaklık açısından Karadeniz ikliminin tamamen günümüz Akdeniz iklimine dönüşeceğini bildirmiştir. Bir başka çalışmasında (URL12: 24.11.2017) iklim değişikliği nedeniyle güney ve iç havzalarda su potansiyelinde azalmaya işaret etmiş, bundan en çok tarım, hayvancılık ve hidroelektrik enerji sektörlerinin olumsuz etkileneceğini ve Türkiye'nin sıcak hava dalgaları, kuraklık ve orman yangınlarına daha fazla maruz kalacağını belirtmiştir. Türkeş (2013) iklim değişikliklerini jeolojik tarihsel bir perspektifle geniş kapsamlı olarak değerlendirmiştir.

İklim değişikliğinin etkilerini anlamaya yönelik gerek yöntemsel (bölgesel iklim modelleri yardımıyla istatistiki veya dinamik ölçek küçültme) gerekse de saha araştırmalarına dayanan çok sayıda yayına ulaşılmıştır. Türkeş (2001) sera gazı ve aerosollerin etkilerini birlikte ele alan küresel iklim modellerinin, küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında 2100 yılına kadar 1-3.5 °C arasında artış öngördüğünü; sıcaklıklar üzerinde soğuma etkisi oluşturan kükürtdioksit (SO₂) salımlarında azalma kabul eden modellerin ise, sıcaklıklarda yaklaşık 1.4-5.8 °C arasında artış öngördüğünü belirtmiştir. Tatlı vd. (2004) tarafından yerel ölçekli iklim değişkenlik analizleri için bütünsel bir yaklaşım, Türkiye'nin aylık toplam yağışlarına istatistiki bir ölçek küçültme yaklaşımı sunulmuştur. Önal vd. (2009), İklim değişikliği senaryosunun Türkiye üzerindeki etkilerinin 2071-2100 dönemi için modellendiği çalışmalarında, A2 simülasyonuna göre yaz mevsiminde en çarpıcı değişikliğin Ege bölgesi'nde 5 °C ve 6 °C artış, Türkiye'nin güneyinde güneyli rüzgâr paterni değişimine bağlı olarak kış yağışlarında %34 civarında azalma; sonbaharda güneydoğu Anadolu bölgesinde yağışlarda %50 civarında artışlar elde etmişlerdir. Öztürk vd. (2011) 2070-2100 dönemi için sıcaklık ve yağışlardaki değişiklikleri inceledikleri çalışmalarında Türkiye ortalama hava sıcaklıklarında 3 °C ile 7 °C arasında değişen artışlar; yağışlarda ise 0.8 mm/gün ile 1.2 mm/gün arasında değişiklikler tespit etmişlerdir. Çalışmada ayrıca, batı bölgelerin yıl boyunca daha az yağış alacağı; ancak Ege denizinin kuzey bölümünün (Kuzey Ege) kış mevsiminde günümüze göre daha çok yağış alacağı belirtilmiştir. Altınsoy vd. (2011) küresel iklim modeli çıktıları kullanarak Akdeniz havzasının sıcaklık ve yağış değişikliklerini inceledikleri çalışmalarında Afrika, İber yarımadası ve Türkiye için benzer sıcaklık artışlarının (her iki senaryo için de 7 °C) öngörüldüğü; bu bölgelerin en şiddetli sıcaklık artışı yaşayan bölgeler içinde yer aldığı bildirilmiştir. Ayrıca, Akdeniz havzasında özellikle yazın yüksek olan yağış değişkenliğinin gelecekte artacağı bildirilmiştir. Demircan vd. (2014), yeni senaryolara göre (RCP 4.5, RCP 8.5) HadGEM2-ES küresel/bölgesel model çıktılarına göre Türkiye sıcaklık ve yağış değişikliklerini 2013-2099 dönemi için inceledikleri çalışmada, sıcaklıkların 3 °C-6 °C arasında artacağının beklendiğini, yağışın ise her iki senaryoya göre de bütün dönemlerin kış mevsimlerinde ülke genelinde artacağının beklendiğini belirtmişlerdir. Demir vd. (2013), HadGEM2-ES küresel model çıktılarına bölgesel model uyguladıkları çalışmada 2070-2099 döneminde yaz sıcaklıklarında Kıyı Ege ve Güneydoğu Anadolu'da 4-5 °C artış, yağışlarda 2013-2040 döneminde batı kesimde kış yağışlarında artış, 2071-2099 döneminde ülkenin doğu kesiminde kış ve ilkbahar yağışlarında azalmalar gözlenmiştir. Turp vd. (2015) bölgesel model ile Türkiye yağış ve sıcaklık değişikliklerini değerlendirmiş ve ortalama hava sıcaklıklarının 0.5 °C ile 4 °C arasında artacağını, batı bölgelerin yıl boyunca daha az yağış alacağını, Türkiye'nin büyük

bölümünün daha sıcak ve kurak iklime evrildiğini, Akdeniz iklim alanlarının iklim değişikliğine hassasiyetinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Akçakaya vd. (2015), yeni senaryolara göre Türkiye ve yakın çevresine en uygun üç küresel model çıktısı ile (HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR, GFDL-ESM2M) bölgesel model (RegCM4.3.4) çalıştırarak 20 km çözünürlükte aylık, mevsimlik ve yıllık sıcaklık ve yağışlardaki değişiklik verilerini elde etmişlerdir. Bu veriler yerel iklim değişikliği çalışmaları için paylaşımına sunulmuştur. Gürkan vd. (2016) GFDL-ESM2M küresel iklim modeline ve sırasıyla RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre 2099 yılına kadar Türkiye sıcaklık ve yağışlarındaki değişiklikleri inceledikleri çalışmalarında, sıcaklıklarda ilk senaryoya göre ortalama 1.5 °C artış, ikinci senaryoya göre ortalama 2.5 °C artış; yağışlarda ise ilk senaryoya göre yılda ortalama 10-15 mm azalış, ikinci senaryoya göre ise ortalama 105-110 mm azalışlar elde etmişlerdir.

Zarghami vd. (2011) İran, Doğu Azerbaycan için De-Martonne indisine dayalı olarak iklim değişikliğini incelemişlerdir. Buna göre, 2020, 2055 ve 2090 yıllarında bu sahada yarı kurak iklimden, kurak iklime doğru kayma tespit etmişlerdir. İklim sınıflarındaki alansal kaymalara yönelik De-Martonne indisinin değerlendirildiği diğer bir çalışmada (Rahimi, 2013) seçilen referans döneminde (1970-2005) İran'ın %21,4'ünün ekstra kurak-soğuk iklim etkisi altında olduğu, 2050 ve 2080 yıllarına gelindiğinde sırasıyla ekstra kurak-ılıman iklimin ülkenin %21'ini, ekstra kurak-ılık iklimin ise %38'ini kapladığı öngörülmüştür. Buna göre İran'da daha sıcak ve kurak zonlara kaymalar yaşanacağı, iklim değişikliğinin İran'da gelecekte beklenen şiddetli kuraklık üzerinde önemli bir etkiye sahip olacağı belirtilmiştir. Gholami vd. (2017) İran'da De-Martonne indisinin de dâhil edildiği bir indis grubu ve dendrokronolojik yöntemlerle son 4 yüz yılda yıllık yağışta önemli ölçüde azalma ve yarı kurak iklimden kurak iklime doğru kayma olduğunu bildirmişlerdir. Türkiye'nin de dâhil edildiği Güneydoğu Avrupa üzerindeki bir kuraklık araştırmasında Cheval (2017) güneydoğu Avrupa'nın ısındığını, yağış miktarlarının sahanın kuzey kesimlerinde artarken güney kesimlerinde azaldığını tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, 1961-2050 arası dönemde genel kuraklığın mekânsal dağılışının sahanın denizel etki altında olan kesimlerinde değişmediği; fakat Pannonian gibi iç ova kesimlerinde kurak iklime doğru kayma öngörüldüğü belirtilmiştir. İran'ın kuzeybatısında yapılan bir iklim değişikliği-kuraklık araştırmasının sonucu da önceki çalışmaların sonuçlarını desteklemekte (Jam vd. 2017); kuraklığın bu sahada gelecek dönemlerde daha yoğun, daha uzun ve frekansı yüksek şekilde meydana gelebileceği belirtilmektedir.

Kazdağı bitki coğrafyasını değerlendirdiği çalışmasında Pamukçuoğlu (1976) GAUSSEN vejetasyon katları prensibine göre bir Kazdağı vejetasyon haritası ile SCHİMPER yöntemine göre elde ettiği bir yağış-sıcaklık haritası açıklamıştır. Ayrıca,

ekolojik özellikler coğrafi, edafik ve klimatolojik faktörler olarak üç grupta incelenmiştir. GAUSSEN-BAGNOULS kuraklık indisi ile iklimin evrimi ve REY yöntemine göre oluşturulan grafiklerle ekolojik ilişkileri analiz etmiştir. Atalay (1994), Türkiye bitki örtüsünü kapsamlı olarak ele aldığı araştırmasında, bitki, iklim, yüzey şekilleri, toprak ve canlı ilişkilerini değerlendirmiş, Türkiye’de bitki örtüsünün geçirdiği evrimi, Türkiye’nin flora ve fitocoğrafya bölgelerini, Türkiye’nin vejetasyon formasyonlarını ve Kazdağı vejetasyon profilleri ile Kazdağı orman özelliklerini ayrıntılı bir şekilde ele almıştır. Akman (1995), Türkiye ormanları ve bitki birliklerini bölgesel iklim özellikleri ve biyoiklim katlarına göre Akdenizli ve Karadenizli iklim temelinde ekolojik olarak ayrıntılı şekilde incelemiştir. Güngördü (1996), Güney Marmara Bölümü (batı kesimi) bitki örtüsünün coğrafi dağılışını ele aldığı çalışmasında bitki sahaları ve yayılış alanlarına göre Kazdağı ve Eybekdağı üzerindeki nemli ormanların özelliklerini de kapsayan ayrıntılı bir inceleme yapmıştır. Günal (1997) ve Çağlar (2003) Türkiye ormanlarını baskın ağaç türleri bazında ayrıntılı olarak ele almışlardır. Özel (1998), “Kaz Dağları Orman Vejetasyonu Üzerine Fitososyolojik ve Fitoekolojik Araştırmalar” isimli çalışmasında Kazdağı’nın genel vejetasyon yapısını açıkladıktan sonra ağaç birliklerinin karakteristik ayırt edici türlerinin habitat özelliklerini, bunların Kazdağı ve Türkiye ‘deki yayılış alanlarını, flora bölgeleri ile inceleyerek değerlendirmiştir. Güngördü (2001), Güney Marmara bitki örtüsünü, batı ve doğu kesimi olarak ayrıntılı bir şekilde ele almıştır. Özel ve Gemici (2001), Kazdağı’nın genel vejetasyon yapısını ibrelili, yapraklı ve karışık ormanlar başlıkları altında değerlendirmiştir. Türkeş (2006) korunması gereken doğal zenginlik olarak Kazdağı’nın jeoloji ve jeomorfolojisi ile iklim ve bitki örtüsünü değerlendirmiştir. Cürebal vd. (2012) Kazdağları ekosistem ve ekolojisini, jeomorfolojik ve jeolojik özellikler açısından, iklim ve toprak özellikleri ile hidrografik, vejetasyon ve fauna özellikleri açısından incelemişlerdir. Koç ve Arslan (2013), Kazdağı ve yakın çevresinde orman örtüsünün yatayda ve dikeyde dağılış özelliklerini incelemişler, Kazdağı’nın bakı ve topografik olarak kısa mesafelerde değişmesinin vejetasyonda çeşitlilik ve zenginliği sağlayan temel etmen olduğunu belirtmişlerdir.

Türkiye’nin ana iklim tiplerine göre baskın ağaç türlerini CBS yardımıyla analiz eden Bahadır vd. (2010) iklim bölgelerini karakterize eden ağaç türlerini tespit etmiştir. Aydınöz (2007), ortalama sıcaklıkların bitki örtüsü dağılışını açıklamakta yetersiz olduğu durumlar için günlük sıcaklık frekansları ile bitki örtüsü arasındaki bağı incelemiştir. Kırış ve Toprak (2007), ormanların iklim değişikliği ve doğal kaynakların sürdürülebilirliği açısından katkısını incelemiş, Türkiye ormanlarının niteliklerinin iyileştirilmesine acilen ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Kaya ve Aladağ (2009) çalışmalarında bitkilerin vejetasyon süresi ile yağış ve sıcaklık arasındaki ilişki üzerinde durmuşlardır. Sıcaklığın uygun olduğu dönemlerde bitkilerin su stresine maruz kalmasının, yağışın uygun olduğu ve toprakta bulunduğu

dönemlerde ise sıcaklığın yetersiz oluşunun vejetasyon sürelerini belirlediğini belirtmişlerdir.

Şengün (2012), Dumanlıdağ'da sarıçam ormanlarının fiziki coğrafya koşulları ile ilişkisini incelemiş, sıcaklık, yükselti, bakı ve eğim faktörlerinin sarıçamların özelliklerinin kısa mesafelerde değişmesine yol açtığını belirtmiştir. Avcı (2014) çalışmasında, Türkiye'nin Kuaterner'deki bitki örtüsü profilini, Türkiye'nin bitki çeşitliliğini ve endemizm durumunu değerlendirmiştir. Kısakürek vd. (2014) Ahir Dağı'ndaki biyoiklim katlarını ve biyoiklim katlarına göre bitki örtüsü yayılışı arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Ahir dağı floristik yapısının biyoiklim tiplerine bağlı olarak değişim gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. Usta vd. (2014) Anadolu çaprazı üzerinde biyoiklim tiplerine göre meşcere tiplerinin değişimini ele almışlar, yükselti artışına bağlı olarak ağaçların büyüüp geliştiğini, buna karşılık vejetasyon dönemlerinin kısaldığını, yağış eksikliği olduğu zaman ise kuraklığın meydana geldiğini belirtmişlerdir. Göksu (2016), Uzaktan Algılama yöntemleri ile bitki örtüsü – iklim koşulları arasındaki ilişkileri araştırdığı tezinde bitkilerin buldukları ekosistem özelliklerine göre vejetatif sürelerinin değiştiğini tespit etmiş; orman, tarım alanları, mera gibi farklı arazi kullanım alanlarının yağışa tepki gösterdikleri süreleri tayin etmiştir.

Orta Avrupa dağlarındaki ormanların iklim değişikliğine adaptasyon potansiyelinin CBS destekli hassasiyet değerlendirmesi ile ele alındığı çalışmada Kienast vd. (1996) iki problem üzerinde durmuşlardır. Bunlarda biri, öngörülen iklim değişikliğinin nerelerdeki doğal orman türlerinde anlamlı bir değişime neden olacağı; diğeri ise, bugünün ormanlarının (ağaç türleri kapsamında) bu değişime ne kadar iyi adapte olacağıdır. Sonuçlara göre, sıcaklıkların artması durumunda İsviçre ormanlık sahasının yaklaşık %5'lik kısmının risk altında olduğu ve bu alanlardaki türlerin ortadan kalkması neticesinde, alan parçalanmalarının başlamasının muhtemel olduğu belirtilmiştir. Hamann ve Wang (2006) Ekosistem ve ağaç türlerinin dağılışı üzerinde iklim değişikliğinin potansiyel etkilerini inceledikleri çalışmada bugün önemli sub-boreal ve dağlık iklim bölgelerinin hızlı bir şekilde yok olma riski olduğunu vurgulamışlardır. Saraçoğlu (2010), Küresel iklim değişimini biyoenerji ve enerji ormancılığı açısından ele aldığı çalışmasında iklim değişiminin yavaşlatılmasında ormanların rolüne değinmiş, enerji ormancılığının doğal kaynakların sürdürülebilirliğine ve kalkınmaya yönelik katkılarını değerlendirmiştir. Saenz-Romero vd. (2010) İklim değişikliğinin Meksika vejetasyonu üzerine etkilerini 2030, 2060 ve 2090 yılları için araştırmışlar, dört ticari çam türünün göçünün sağlanması yoluyla bir tehdit altındaki endemik türün sürdürülebilirliğinin sağlanması üzerine koruma geliştirme önermişlerdir. Zeydanlı vd. (2010) Seyhan havzasında kızılçam, karaçam, göknar ve sedir yayılışlarına iklim değişikliğinin öngörülen etkilerini inceledikleri çalışmada, 2050 yılına gelindiğinde, kızılçam meşcerelerinin

%56,2'sinin; karaçam meşcerelerinin %68,5'inin; göknar meşcerelerinin %85,7'sinin ve sedir meşcerelerinin %93,1'inin bu türlerin yaşamı için uygun olmayacağını tespit etmişlerdir. Beton (2011), iklim değişikliğinin biyoçeşitlilik üzerindeki etkisi konulu doktora araştırmasında, yaptığı analizler sonucu iklim değişikliğinin türlerin yayılışı üzerinde üç potansiyel etkisi olduğunu elde etmiştir. Bunlar maddeler haline: 1. Özel habitatlara sahip türler için, Nesli tükenme, 2. Özellikle generalist türler için, yaşam alanı genişlemesi 3. Özellikle Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinde dağlık yaşama uyum sağlamış türler için, yaşam alanı daralmasıdır. Labourdette vd. (2012), iklim değişikliğinin Akdeniz dağlarındaki orman formasyonuna etkisini inceledikleri çalışmada, Akdeniz ağaçlarının komünitelerinde yukarı yönlü bir göç ile soğuğa adapte olmuş ağaçların ve ılıman komünitelerin azaldığı sonucu elde edilmiştir. Ayrıca, en büyük değişikliğin nispeten alçak kesimlerdeki Akdeniz ağaç türlerinin yaşam alanlarındaki genişleme olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Halofsky vd. (2013) çalışmalarında Oregon ekosistemlerinde tür kompozisyonunda ve komünite yapısında gelecekteki potansiyel değişiklikleri incelemişler, türlerin kalıtsal özelliklerinin vejetasyon üzerindeki iklim değişikliği etkilerini azalttığını, yangına karşı tepkilerde türlerin iklim değişikliğine toleranslarında artış olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ormanlar ve iklim değişikliği üzerine hazırlanmış kitabında Tolunay (2013), ormanlar ile iklim ve iklim değişikliği arasındaki ilişkileri tüm yönleriyle ele almıştır. Altan ve Türkeş (2011) Çanakkale orman yangınlarının iklim değişikliği ile ilişkisini ele aldıkları çalışmalarında Nisan-Ekim arasındaki kurak koşulların, orman yangınları oluşumu üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, iklim değişikliği ile özellikle kuraklığın artması ve yüksek hava sıcaklıklarıyla ilgili orman yangınları risklerinin Biga yarımadasında orman varlığı kayıplarına neden olabileceğini ifade etmişlerdir. Boulangeat vd. (2014) tarafından, iklim ve arazi örtüsü değişikliğine karşı vejetasyon yapısı ve bitki farklılaşmasının araştırıldığı çalışmada zamansal ölçek 2020, 2050 ve 2080 olarak belirlenmiş ve orman örtüsü dağılım aralığında yavaş gelişen bir yukarı yönlü kayma elde edilmiştir. Cannone (2014), iklimdeki ısınmaya karşı bitki türlerinin ve komünitelerin ekolojik tepkilerini araştırdığı çalışmada dayanıklı türlerin üçte birinde azalma saptamış, bu durumun bu türler için bir yok olma işareti olabileceğini belirtmiştir. Bu yüzden bitki komünitelerinin varlığının, doğal türlerin sebat/dayanıklılığına ve uygun ekolojik aralıkları doldurma yeteneklerine bağlı olduğunu belirtmiştir. Lin vd. (2014) iklim değişikliği'nin Tayvan'da endemik ve tehlike altında olan iki yüksek dağ ağaç türüne (*Abies* ve *Tsuga*) etkisini araştırdıkları çalışmada, iklim değişikliği nedeniyle dağlık ve alpin habitat türlerinde yukarı yönlü bir kayma tespit etmişlerdir. Türkiye'deki yüzey iklim değişkenleriyle ilgili Holdridge yaşam zonları için bir sınıflandırma öneren Tatlı ve Dalfes'in (2016) bu sınıflandırma yöntemleri ana yaşam alanlarını tespit etmede başarılı bulunmuştur. Bu çalışma sonucu, daha alçak enlemlere doğru yaşam

alanlarının kayma eğiliminin uzun süreli meteorolojik normallerin değiştiğinin bir göstergesi olduğu ve kesin bir iklim değişikliğine işaret ettiği ifade edilmiştir. Araştırmacılar çalışmalarını IISA verileri ile kıyasladıklarında, kısa süreli de olsa -25 yıl- Türkiye'de belirgin şekilde bir ısınmanın olduğunu ve bunun bir sonucu olarak vejetasyon türünün değiştiğini tespit etmişlerdir. RCP 4.5 senaryo verilerine göre ele aldığı bir başka iklim değişimi çalışmasında ise Tatlı (2017), Holdridge ve Köppen iklim alt sınıflarında Türkiye'nin kuzeydoğusu ve kısmen güneydoğusunda önemli değişimler elde etmiştir. Buna göre, Türkiye'nin güneydoğu kesiminin neredeyse tamamen çok kurak iklim ve/ya da çölleşme ile karşı karşıya olduğu sonucuna ulaşmıştır. Koo vd. (2017) tarafından Kore yarımadasındaki ağaç dağılışına iklim değişikliğinin potansiyel etkilerinin incelendiği çalışmada Silver magnolia'nın bütünleşik tür yayılış modelleri ile gelecekteki öngörülen dağılışının açık bir şekilde değiştiği belirtilmiştir. Tür yayılış modelleri RCP 8.5 senaryosuna göre 2050 ve 2070'de maksimum alan genişlemesi öngörmüştür.

Bu tez araştırmasında yukarıdaki benzer çalışmaların bulgularına paralel olarak çalışma alanında sıcaklıklarda artış, yağışta ise azalma olacağı beklenmiştir. İlgili meteoroloji istasyonlarının bölgesel iklim anomali değerleri de bu beklenti paralelinde sonuçlar göstermiştir. Bununla birlikte araştırma alanının büyük oranda dağlık topografyadan oluşması nedeniyle bu anomali değerlerinin ortalama değerlere eklenip sahaya yansıtılması sonucu sıcaklık, yağış ve iklim sınıflarının dağılış alanlarındaki değişimler elde edilmiştir. Sahanın iklimindeki değişikliklerin alan ve oransal olarak elde edilmesi ile buradaki ağaç formasyon alanlarına denk düşen iklim sınıflarındaki değişimler elde edilmiştir.

BÖLÜM I

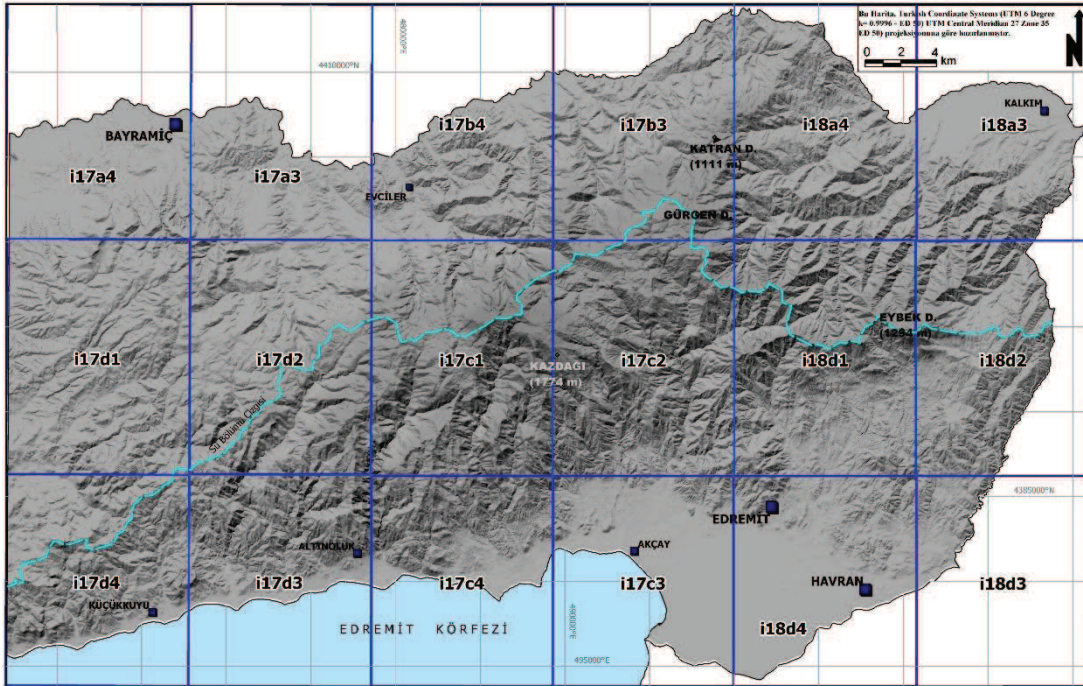
VERİ VE YÖNTEM

1.1 Veri

Bu çalışmada, üç tür veri kaynağı kullanılmıştır. Çalışma alanına ait 1/25000 ölçeğinde onsekiz adet topografya haritası Harita Genel Komutanlığı'ndan (HGK) temin edilmiştir (Şekil 1.1). 1/25000 ölçekli toprak haritaları T.C. Gıda - Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışma alanına ait 1/25000 ölçekli Orman Amenajman Planları Ankara Orman Genel Müdürlüğü'nden (OGM) temin edilmiştir.

Araştırmada kullanılan veri kaynaklarından ikincisi sayısal verilerdir. Kazdağı ve yakın çevresindeki sekiz meteoroloji istasyonunun yıllık ortalama sıcaklık, yıllık ortalama toplam

Şekil 1. 1: Kazdağı ve Yakın Çevresi için Anahtar Pafta İndeksi



yağış, ortalama en yüksek ve ortalama en düşük sıcaklık ve yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Belirlenen sekiz meteoroloji istasyonunun seçiminde çalışma alanının tümünü mekânsal olarak temsil etmesi ve 1971-2000 dönemine ait (referans) verileri mümkün olduğu kadar eksiksiz içermesi özellikleri dikkate alınmıştır. 1971-2000 döneminin referans dönemi olarak belirlenmesinin nedeni, bu dönemdeki verilerin en az rasat boşluğu içermesidir. Bu doğrultuda Bergama, Ayvalık, Bozcaada,

Burhaniye, Edremit, Balıkesir, Gönen, Çanakkale istasyonlarının verileri kullanılmıştır (Tablo 1.1).

Tablo 1. 1: Verileri kullanılan istasyonlar ve bilgileri (URL8: 13.11.2017)

| No | Istasyon Adı | Enlem | Boylam | Yükselti |
|----|--------------|-----------|-----------|----------|
| 1 | Bergama | 39.1098°K | 27.1100°D | 53 m |
| 2 | Ayvalık | 39.3133°K | 26.4200°D | 4 m |
| 3 | Bozcaada | 39.8326°K | 26.0728°D | 30 m |
| 4 | Burhaniye | 39.4983°K | 26.9755°D | 20 m |
| 5 | Edremit | 39.5895°K | 27.0192°D | 21 m |
| 6 | Balıkesir | 39.6326°K | 27.9201°D | 100 m |
| 7 | Gönen | 40.1135°K | 27.6226°D | 37 m |
| 8 | Çanakkale | 40.1410°K | 26.3993°D | 6 m |

2015 yılında MGM tarafından yayınlanan yeni iklim senaryolarına göre Türkiye iklim değişikliği projeksiyonu araştırma raporundan (Akçakaya vd. 2015) hareketle GFDL-ESM2M küresel iklim projeksiyonuna ait 2016-2040; 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerine ait yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık ve yıllık toplam yağış anomali verileri halinde temin edilmiştir. Raporunda geçen üç küresel iklim modelinden GFDL-ESM2M model çıktılarının tercih edilmesinin nedeni, bu modelin geliştirilirken vejetasyon modellenmesine uygun geliştirilmiş olmasıdır. Bu modelde ayrıca iklim ve ekosistem arasındaki etkileşimler ile doğal ve antropojenik değişikliklerin en uygun şekilde tespiti için gereken unsurların da değerlendirildiği belirtilmiştir (Akçakaya vd. 2015: 44).

Karmaşık topografik yapıya sahip dağlık sahalarda sıcaklık, yağış, bakı, eğim gibi faktörlerin hem yatayda hem de düşeyde kısa mesafelerde farklılaşması nedeniyle iklim modellemeleri zorluk teşkil etmektedir. Bu nedenlerle iklim indislerinden en kullanışlı ve sade olan Erinç, Emberger ve De-Martonne iklim indisleri tercih edilmiştir.

1.2 Yöntem

Bu tezde kullanılan yöntemler bölüm alt başlıklarına göre açıklanmaktadır.

Tezin ikinci bölümünde sahanın Fiziki Coğrafya özellikleri üzerinde durulmuştur. Çalışma alanının topografik analizinde morfometrik analizler için gereken haritalar, sorgulama ve analizler Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) programı olan Mapinfo Pro 2015 ve Vertical Mapper aracı kullanılarak üretilmiştir. Morfometrik analiz işlemlerinin temeli, üretilen Sayısal Yükseklik Modeli'ne (SYM) dayanmaktadır. Kaz Dağı SYM 10x10 m'lik gridler (piksel) halinde hazırlanmış (Şekil 2.2); belirlenen morfometrik faktörlere göre aşağıda bahsedilen yöntemler ile sorgulanmıştır.

Kaz Dağındaki genel topografik farklılaşmayı belirlemek amacı ile en alçak ve en yüksek alanların değerleri, ortalama yükselti ile yükselti farkı tespit edilerek *alan analizi* (region inspection) yapılmıştır.

Sahanın 100 metre aralıklarla toplam 18 yükselti basamağının alanı (km²) ve bunların toplam alana oranları elde edilmiştir. Yükselti basamaklarına göre alansal dağılımlar analiz edilmiştir. Analizin öznetelik tablosu MS Office / Excel programına aktarılarak grafikler elde edilmiştir.

Sahanın eğim derecelerinin belirlenmesinde Erol (1993) tarafından önerilen eğim sınıflandırması esas alınarak ve yedi eğim grubuna ayrılarak analizlere hazır hale getirilmiştir (Tablo 1.2).

Tablo 1. 2: Eğim Dereceleri (Erol, 1993)

| Eğim(%) | Açıklama |
|------------------|-----------------|
| $0 \leq x < 1$ | Tam Düzlük |
| $1 \leq x < 2$ | Düzlük |
| $2 \leq x < 5$ | Dalgalı Düzlük |
| $5 \leq x < 10$ | Az Eğimli Yamaç |
| $10 \leq x < 20$ | Eğimli Yamaç |
| $20 \leq x < 40$ | Dik Yamaç |
| $40 \leq x$ | Çok Dik Yamaç |

Sahanın bakı özellikleri sekiz ana yön üzerinden belirlenmiştir (Tablo 1.3). Kuzey (K) başlangıç yönü alınarak saat ibresi doğrultusunda, belirlenen yamaç açıları CBS ortamında bakı özelliklerini belirlemenin temelini oluşturmaktadır. CBS programında belirlenen yön grupları çalışmanın amacına göre sınıflara ayrılmıştır (Tablo 1.3).

Tablo 1. 3: Yön Dereceleri

| Yönler | Açıklama |
|------------------|-----------|
| 0-22.5°-337.5°-0 | Kuzey |
| 22.5° – 67.5° | Kuzeydoğu |
| 67.5°-112.5° | Doğu |
| 112.5°-157.5° | Güneydoğu |
| 157.5°-202.5° | Güney |
| 202.5°-247.5° | Güneybatı |
| 247.5°-292,5° | Batı |
| 292.5°-337.5° | Kuzeybatı |

Hipsografik eğri, yüksekliğin drenaj havzası içindeki dağılımını gösterir. Kaz Dağı'nın hipsografik eğri grafiği, morfometrik özelliklerden hareketle jeomorfolojik süreçlerin aşaması hakkında bilgi vermektedir. Hipsografik eğri hakkında Bölüm 2.2'de ayrıntılı bilgi verilmiştir.

Sahanın topografyasının profil grafiğini oluşturmak için öncelikle kuzey-güney doğrultulu profil hatları belirlenmiştir. Profil hatları Bölüm 2.2'de ayrıntılı şekilde

açıklanmaktadır. Belirlenen bu hatların öznelik tablosu CBS ortamından Excel ortamına aktarılarak grafikler hazırlanmıştır.

Araştırma alanının yarılma dereceleri analizi için öncelikle deniz seviyesinde 10x10 m hücre boyutunda TIN enterpolasyon işlemi yapılmıştır. Bunun üzerine Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) açılarak her hücre alanının en yüksek ve en düşük noktası arasındaki fark Vertical Mapper aracında 'range' komutu ile hesaplanmıştır. Böylece her 10x10 m'lik bir hücre için yarılma derecesi değerleri elde edilmiştir. Bu değerler ile yarılma derecesi haritası oluşturulmuştur. Yarılma dereceleri analizi Bölüm 2.2'de ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Araştırma alanının çevresindeki sekiz meteoroloji istasyonuna ait 1971 – 2000 yılları arası ortalama sıcaklık ve yağış verilerinin temininden sonra Tablo 1.1'de ayrıntısı verilen istasyonların bazılarında ait sıcaklık ve yağış verilerinin küçük bir kısmında ölçüm eksiklikleri olduğu görülmüş ve bu eksikler fark yöntemi (Ardel vd. 1969: 92) ile Excel ortamında hesaplanarak giderilmiştir.

$$\text{Fark Yöntemi : } T = T' + d$$

Rasat süresindeki boşlukları tamamlamak için bu formül kullanılır. Burada, T, rasat süresinde boşluk olan istasyonun eksik devresinin kıyaslama ile bulunacak sıcaklığı; T' aralıksız rasat yapan kıyaslama istasyonunun eksik rasat devresine karşılık gelen sıcaklığını; d, ortalama farkı gösterir. Ortalama fark için rasatı eksik her istasyon sıcaklık verisinden rasatı tam istasyonun sıcaklıkları çıkarılır, elde edilen farklar toplanır ve eksik rasat istasyonunun rasat sayısına bölünür; böylece ortalama fark elde edilmiş olur (Ardel, 1969: 92,93).

Rasat sürelerindeki boşluklar tamamlandıktan sonra tüm veriler Excel programı ortamında düzenlenmiştir. Deniz seviyesine indirgenmiş sıcaklık değerleri ile veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri programında analizlere hazır hale getirilmiş ve TIN (Triangulated Irregular Network) enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Tezde kullanılan meteorolojik verilerin dağınık dokulu ve yükselti özellikli meteorolojik verilerin analizine uygun olması nedeniyle TIN yöntemi tercih edilmiştir. TIN yönteminin engebeli arazilerde gerçeğe daha yakın sonuç verdiği bilinmektedir. Bununla birlikte tezde verileri kullanılan ölçüm istasyonlarının yoğunluğunun yetersiz oluşu da TIN yöntemi tercih edilmesinin bir diğer sebebidir. Sıcaklık ve yağışların istasyon noktalarındaki deniz seviyesine indirgenmiş değerlerinin yardımıyla tüm yüzeyde 10x10 m çözünürlükte hücrelerin merkez değerleri TIN yöntemi ile enterepol edilmiştir.

Sıcaklık modelinin oluşturulması için araştırma alanının yüzeyindeki 10x10 m hücre merkezlerindeki sıcaklık değerleri, Mapinfo 2015 Pro, Vertical Mapper programlarında tüm

istasyonların yukarıdaki verilen deniz seviyesi değerleri ile 10x10 m hücre boyutunda TIN sıcaklık yüzeyleri oluşturulmuştur. Ardından çalışma alanının 10x10 m sayısal yükselti modeli ile sahanın her 10x10 m gerçek yüksekliklerindeki sıcaklık ve yağış model değerleri elde edilmiştir. Burada sıcaklık için katsayılar yaz değerleri için 0.6; kış değerleri için 0.4; bahar dönemleri ve yıllık olarak 0.5 olarak baz alınmıştır (Ardel, 1969). Sıcaklık modeli oluşturulduktan sonra analizlere uygun bir sıcaklık aralığı belirlenerek (Tablo 1.4) kontürleme işlemi yapılmış, ardından sıcaklık haritaları üretilmiştir. Sıcaklık haritaları ise her iki senaryo için (RCP 4.5 ve RCP 8.5) ve her üç dönem için (2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099) aynı yöntem uygulanarak elde edilmiş, sıcaklık aralıklarının kapladığı alan ve oranlar hesaplanarak grafiklendirilmiştir. Son olarak, referans dönemi ve üç iklim değişikliği döneminde sıcaklık haritalarındaki öngörülen alansal ve oransal değişiklikler bir çizelge halinde verilerek değerlendirilmiştir.

Tablo 1. 4: Belirlenen Sıcaklık Aralıkları

| |
|------------------------------------|
| 7 ^o -10 ^o C |
| 10 ^o -13 ^o C |
| 13 ^o -16 ^o C |
| 16 ^o -19 ^o C |
| 19 ^o -22 ^o C |
| 22 ^o -25 ^o C |

Yağış modellerinin oluşturulması için, istasyon değerlerine Excel ortamında Schreiber formülü (Ardel, 1969) uygulanarak deniz seviyesindeki yağış değerleri elde edildikten sonra, sahanın deniz seviyesindeki 10x10 m hücresel merkezlerinin tüm saha yüzeyindeki yağış değerleri TIN yöntemi ile entepole edilerek elde edilmiştir.

$$\text{Schreiber Formülü: } Ph = Po \pm 54h$$

Bu formülde, Ph = Dağda yükseltisi bilinen bir noktanın bulunacak yağış tutarını (mm); Po = Dağ eteğinde yükseltisi bilinen ve yağış rasadı yapan bir istasyonun yağış tutarını (mm); 54 = Her 100 m yükseldikçe yıllık yağışın 54 mm arttığını gösteren katsayıdır. h = Dağın eteğindeki istasyon ile yağış miktarı bulunacak nokta arasındaki yükselti farkını (hektometre olarak) göstermektedir (Ardel, vd. 1969:195).

Bu işlemin ardından sahanın sayısal yükselti modeli üzerine yağış enterpolasyonu çıkarılmış ve 10x10 m hücre merkezlerinin saha yüzeyine karşılık gelen yağış değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanarak saha yüzeyinin yıllık ortalama yağış modeli elde edilmiştir.

$$X = a + ((b * h)/100)$$

Bu formülde X: Topografyada yağış değeri elde etmek istenen nokta, a: İstasyonun deniz seviyesindeki yağış miktarıdır. b: Yıllık ortalama toplam yağış değeri kullanıldığı için her 100 metrede yağış 54 mm artacağı kabul edilir. h: Topografyada yağış değeri elde edilmek istenen noktanın yükseltisidir. 100: her yüz metrede yağış değişimi referans alındığı için 100'e bölünmüştür.

Daha sonra, analizlere uygun yağış aralıkları belirlenerek (Tablo 1.5) bu aralıklara göre yeniden sınıflandırma yapılmış, ardından yağış aralıkları kontürlenerek yıllık ortalama toplam yağış haritası elde edilmiştir (Tablo 1.5).

Tablo 1. 5: Belirlenen Yağış Aralıkları

| |
|--------------|
| 200-400 mm |
| 400-600 mm |
| 600-800 mm |
| 800-1000 mm |
| 1000-1200 mm |
| 1200-1400 mm |
| 1400-1600 mm |
| 1600-1800 mm |

Geleceğe yönelik yağış haritaları için, her iki senaryo (RCP 4.5 ve RCP 8.5) ve her üç dönem için (2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099) yukarıdaki yöntem uygulanarak, yağış aralıklarının kapladığı alan ve oranlar hesaplanmış ve öznitelik tablosundaki bilgiler grafiklendirilmiştir. Son olarak, referans dönem ve üç iklim değişikliği dönemine ait yağış haritalarındaki alansal ve oransal değişiklikler bir çizelge halinde verilerek değerlendirilmiştir.

İklim modellerinin üretilmesi için yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama toplam yağış, yıllık ortalama en yüksek sıcaklık, en sıcak ayın en yüksek sıcaklık ortalaması ve en soğuk ayın en düşük sıcaklık ortalaması parametreleri kullanılmıştır. Bu parametrelere dayanan ve araştırmada kullanılan Erinç, 1965 (Erinç 1984: 485), De Martonne, 1926 (Erinç 1984: 478) ve Emberger formülleri (Akman 1990) aşağıda verilmiştir.

$$\text{Erinç Formülü} : Im = \frac{P}{Tom}$$

P: Yıllık Ortalama Toplam Yağış; Tom = Yıllık Ortalama Maksimum Sıcaklık

$$\text{De Martonne Formülü} : I = \frac{P}{T + 10}$$

P: Yıllık Ortalama Toplam Yağış; T: Yıllık Ortalama Sıcaklık

$$\text{Emberger Formülü (°C)} : I = \left(\frac{2000 \cdot P}{(M + m + 546.4) \cdot (M - m)} \right)$$

M: En sıcak ayın en yüksek sıcaklık ortalaması

m: En soğuk ayın en düşük sıcaklık ortalaması

P: Yıllık ortalama toplam yağış

İklim formülleri CBS programında hesaplama modülü yardımıyla mekansal olarak analiz edilerek Erinç, Emberger ve De-Martonne iklim modelleri elde edilmiştir. Modellerden indis değerlerine göre (Tablo 1.6) yeniden sınıflandırma (reclassify) işlemi gerçekleştirilmiş ve iklim sınıfları kontürlenerek iklim haritaları elde edilmiştir.

Tablo 1. 6: İklim İndisleri

| Erinç İklim Indisi | |
|--------------------------|--------------------|
| <8 | Tam Kurak |
| 8-15 | Kurak |
| 15-23 | Yarı Kurak |
| 23 - 40 | Yarı Nemli |
| 40-55 | Nemli |
| >55 | Çok Nemli |
| De Martonne İklim Indisi | |
| 0 - 10 | Çok Kurak |
| 11 - 15 | Kurak |
| 15 - 20 | Az Kurak |
| 20 - 30 | Yarı – Kurak |
| 30 + | Nemli |
| Emberger İklim Indisi | |
| <20 | Çok Kurak Akdeniz |
| 20 - 32 | Kurak Akdeniz |
| 32 - 63 | Yarı Kurak Akdeniz |
| 63 - 98 | Az-Yağışlı Akdeniz |
| >98 | Yağışlı Akdeniz |

İklim senaryolarına yönelik iklim modelleri de her üç öngörüşel dönem için gerekli parametrelerin programın hesaplama modülünde formüllerde yerlerine yerleştirilmesi ile hesaplanmış ve yeniden sınıflandırma ve kontürleme yapılarak iklim değişikliği haritaları elde edilmiştir. Haritaların öznitelik tablolarında iklim sınıflarının kapladığı alan ve oranlar hesaplanarak grafikleri oluşturulmuştur.

Ağaç formasyon gruplarının oluşturulması için öncelikle sayısal orman amenajman planlarındaki birlikler mümkün olduğunca bireysel tür seviyesine kadar sorgulanarak tür seviyesindeki dağılımlar elde edilmeye çalışıldı. Böylece yalnızca sıcaklık ve yağış istekleri göz önünde bulundurulabilmiştir. Ağaç türlerinin karmaşık birlikler halinde bulunması nedeniyle, formasyonlar mümkün olduğunca türler düzeyinde sorgulandı (Şekil 1.2). Saf olarak dağılım gösteren türler, sıcaklık ve yağış isteklerine göre nemcil saf ve kurakçıl saf türler olarak gruplandırıldı (Tablo 1.7). Bu sınıfa dahil olan türlerin öznitelik tabloları birleştirilerek ilgili formasyon alanları elde edildi. Birliğin baskın türünün, (örneğin, GÇkKn birliğinde G: Göknar baskın türdür) nem ihtiyacı yüksek türden oluşması durumunda bu birlik nemcil karışık formasyon grubuna dahil edildi. Geçiş formasyon grubuna *Pinus nigra* (Çk) baskın tüm birlikler dahil edildi (Tablo 1.8).

Tablo 1. 7: Birliklerin Sınıflandırılması

| Nemcil Saf | Nemcil Karışık | Geçiş | Meşe Karışık | Kurakçıl Karışık | Kurakçıl Saf | | |
|--------------|----------------|-------|--------------|------------------|--------------|-------|----|
| Gök nar (G) | GÇk | KsKnM | ÇkKnG | MÇk | ÇkMKn | ÇkÇz | Çf |
| Kayın (Kn) | GÇkKn | KsM | ÇkKnKs | MÇkG | ÇkMKs | ÇkÇzM | Çz |
| Kestane (Ks) | GKn | KsMG | ÇkKnM | MÇkKs | | ÇkMa | Çk |
| | GKnÇk | DyÇk | ÇkKs | MÇz | | ÇfÇz | Ma |
| | GM | | ÇkKsM | MÇzÇk | | ÇzÇk | Dy |
| | KnÇk | | ÇkDy | MDy | | ÇzÇkM | |
| | KnÇkG | | ÇkG | MG | | ÇzDy | |
| | KnÇkKs | | ÇkGKn | MGKs | | ÇzM | |
| | KnÇkM | | ÇkGKs | MKn | | ÇzMa | |
| | KnG | | ÇkKn | MKnGn | | | |
| | KnGÇk | | ÇkKnGM | MKs | | | |
| | KnKs | | ÇkKnKv | MKsÇk | | | |
| | KnKsÇk | | ÇkKsG | | | | |
| | KnM | | ÇkKsKn | | | | |
| | KnMÇk | | ÇkKvMc | | | | |
| | KsÇk | | ÇkKz | | | | |
| | KsÇkKn | | ÇkM | | | | |
| | KsÇkM | | ÇkMDy | | | | |
| | KsKn | | ÇkMG | | | | |

Tablo 1. 8: Birliklerden Ağaç Formasyonlarının Belirlenmesi

| Birinci Aşama | İkinci Aşama |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Nemcil Saf + Nemcil Karışık | Nemcil Türler |
| Geçiş | Geçiş Türleri |
| Meşe Saf | Saf Meşe |
| Meşe Karışık | Karışık Meşe |
| Kurakçıl Karışık +Kurakçıl Saf | Kurakçıl Türler |
| Ormansız Alan | Ormansız Alan (Kapsam dışı) |
| Su | Su (Kapsam dışı) |
| Yerleşme | Yerleşme (Kapsam dışı) |

Üçüncü Aşama

Nemcil Ağaç Formasyonu
Geçiş Formasyonu
Saf Meşe Formasyonu
Karışık Meşe Formasyonu
Kurakçıl Ağaç Formasyonu

Formasyon grupları, sayısal orman amenajman planlarındaki birlikler sınıflandırıldıktan sonra, bu grupların öznelik tablolarının birleştirilmesiyle oluşturuldu. Böylece Nemcil, Geçiş, Saf Meşe, Karışık Meşe ve Kurakçıl Ağaç Formasyonları elde edildi (Şekil 1.3). Daha sonra araştırma alanının ağaç formasyon dağılışı haritası ve grafiği oluşturuldu. Meşe, araştırma alanının hemen tümünde dağılışı gösterdiği ve amenajman planlarında türlerine göre dağılımı verilmediği için burada yalnızca saf ve karışık olarak dağılımına göre formasyon gruplarına ayrılmıştır (Tablo 1.8).

İklim modelleri ile ağaç formasyon grupları arasındaki ilişki Vertical Mapper programında Bölgesel Analiz aracı (Region Inspection) çalıştırılarak elde edilmiştir. CBS ortamında, Indis formüllerindeki tüm değerler yerine koyularak çalışma alanının iklim tiplerinin yıllık modelleri üretilmiştir. Bu işlemlerin ardından CBS ortamında kontürleme ve çıktı oluşturma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Modellerin iklim indislerine göre kontür değerleri, indis sınıf değerlerine göre verilerek dağılış haritaları elde edilmiştir (Tablo 1.6).

Ağaç formasyon alanları ile sıcaklık, yağış ve iklim tipleri dağılış ilişkisi CBS programında bölgesel analiz (region inspection) komutu çalıştırılarak analiz edilmiştir. Sırasıyla referans ve öngörü dönemlerine ait modeller ile sırasıyla ağaç formasyon grupları dağılış haritaları (örneğin, kurakçıl, nemcil formasyon alanları... gibi) programda iki katman olarak açılarak örneğin kurakçıl orman alanı içine düşen en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklıkların kapladığı alan ve oran; en yüksek, en düşük ve ortalama yağış miktarları ve % olarak kapladıkları alan; iklim tiplerinin km² ve % olarak kapladıkları alanlar elde edilerek tablolatırılmış ve grafikler oluşturulmuştur.

BÖLÜM II

KAZDAĞI VE YAKIN ÇEVRESİNİN FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

2.1 Litolojik ve Tektonik Özellikler

Kazdağı, olasılıkla paleozoik'teki olasılıkla Kaledoniyen orojenezi ile su yüzeyine çıkmıştır (Koçman vd. 2007). Kazdağı ve çevresi morfolojik açıdan neotektonik hareketlere bağlı olarak şekillenmiştir. Tektonik gelişiminde Kuzey Anadolu fay hattının uzantıları olarak kısa fay hatları ve Arabistan plakasının güneyden doğu Anadolu'yu sıkıştırma etkisi nedeniyle batıda bir gerilme hareketinin meydana getirdiği horst ve grabenler oluşmuştur. Havran ve Edremit oluğu ile kuzeyde Bayramiç - Evciler depresyonu birer graben, Kazdağı kütlesi bir horsttur.

2.1.1 Paleozoik/Metamorfik Formasyonlar

Kazdağı'nda en yaşlı formasyon metamorfik kayalardır. Bunlar, Kazdağı metamorfikleri olarak tanımlanır. Metamorfik formasyonlar içinde en yaygın olanı Kazdağı gnayslarıdır. Yüksek oranda metamorfize olmuşlardır ve şistik özellik gösterirler. Metamorfik formasyonun yaşı fosil eksikliğinden tam olarak tespit edilememiş olsa bile metamorfizmanın orta Karbonifer'de başlayıp Oligosen-Miyosen sınırında bittiği kabul edilmektedir (Koçman vd. 2007). Kazdağı palaeotektonik hareketlerle metamorfizmaya uğramış, Metamorfik birimler neotektonik hareketlerle yer değiştirmiştir (Şekil 2.1).

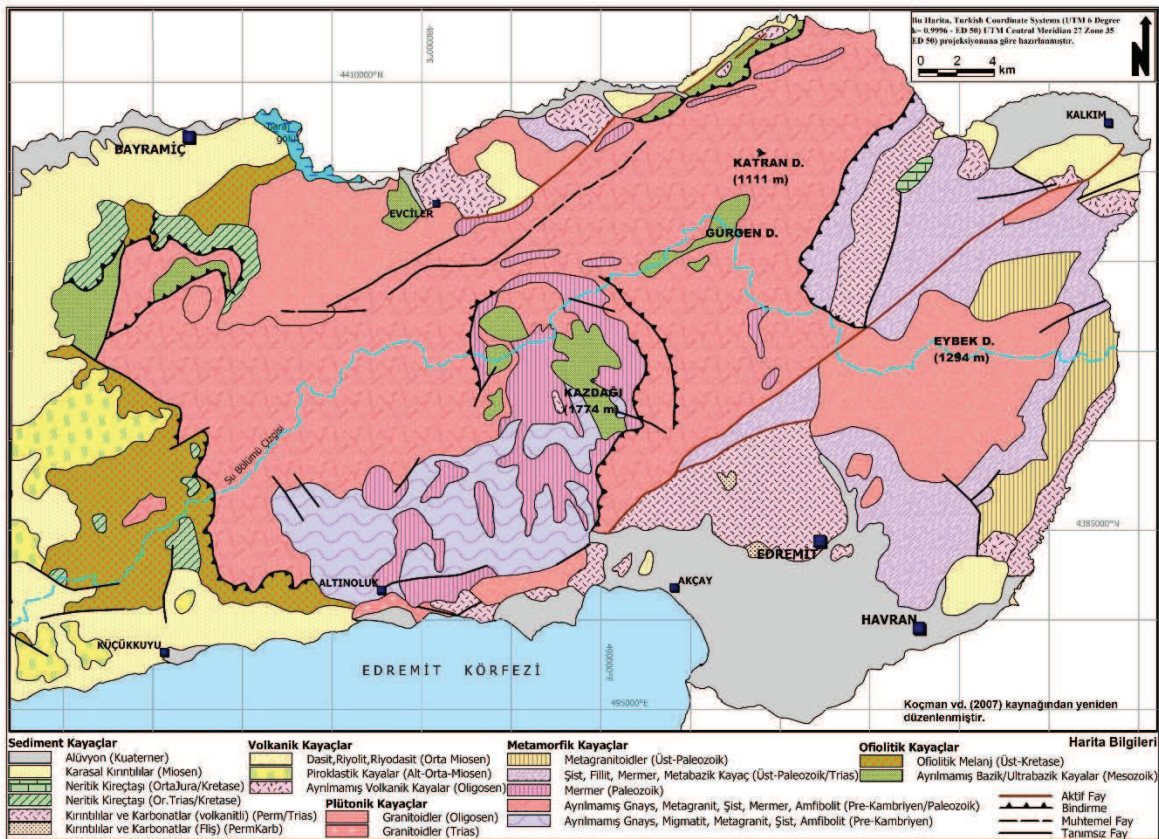
2.1.2 Mesozoik Formasyonlar

Kazdağı'nın geniş metamorfik formasyon yapısı üzerine, Mesozoik'te nispeten daha az metamorfize olmuş yeni kaya grubu (Gnays, amfibolit, metadunit ve metapiroksenit) eklenmiştir. Mesozoik formasyonlar 'Karakaya formasyonu ya da Karakaya karmaşığı' olarak isimlendirilmiştir. Mesozoik döneme ait tortul formasyonlar kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve kiltası gibi kaya birimlerinden oluşur (Koçman vd. 2007). Kaba çakılı konglomeralar karbonat veya silis çimentoludur (Şekil 2.1).

2.1.3 Magmatik Kayalar

Araştırma alanında Oligo-Miyosen jeolojik zaman diliminde Neotetis'in kapanmasıyla bölgede kuzey güney yönlü sıkışmadan meydana gelen kabukta şiş sokulumlar (intrüzyon) granit, granodiyorit'in meydana geldiği; Geç Miyosen-Pliosen döneminde ise batı Anadolu'daki kuzey-güney gerilme nedeniyle oluşmuş bazaltik kayalar oluşmuştur. Kazdağ'ının kuzeyinde kuzeydoğu-güneybatı uzanışlı Evciler plütünü/Evciler granodiyoriti bulunmaktadır. Karamenderes çayı yukarı vadisi, plütünü ikiye bölmektedir Koçman vd. 2007). Plütünü Kazdağ'ı kütlesi ile sınırı boyunca fay kesintisiz olarak KD-GB doğrultusunda uzanmaktadır (Şekil 2.1).

Şekil 2. 1: Kazdağ'ı ve Yakın Çevresinin Jeoloji Haritası



2.1.4 Tersiyer Formasyonları

Bu formasyon grubu içerisinde hem volkanik hem de sedimanter karakterli oluşumlar mevcuttur. Batı Anadolu'daki gerilme tektoniği etkisiyle yükselen ve çöken blokların oluşturduğu bir jeomorfolojik yapı bulunur. Bu dönemde hem andezitik karakterli volkanizma hem de depresyonlarda tortulanma meydana gelmiştir. Volkanik faaliyetler Miyosen'de şiddetlenerek Pliyosen'in sonuna kadar sürmüştür. Böylece çöküntü tabanlarında hem volkanik, hem de akarsu ve göl kaynaklı materyaller (volkano-sedimanter) katmanlaşmıştır. Çan, Yenice, Kalkım depresyonu ile güneyde Küçükkuuyu neojen havzalarında (Şekil 2.1)

Alt-orta Miyosen'de (21.5-16.8 milyon yıl önceki dönemde) volkanizma ile eş zamanlı gelişen kömür izleri ve damarlarına rastlanmakta; ancak bunların ekonomik önemi bulunmamaktadır. Araştırma alanında eş zamanlı gelişen tektonizma ile neojen tortullar deformasyona uğramıştır (Koçman vd. 2007). Saha, Neojen dönemin sonlarına doğru önemli bir yükselme ile karasallaşma ve aşınma evresi geçirmiştir. Geç-Miyosen – Erken Pliyosen'de düz bir topografya ve üzerinde geniş bir göl bulunan araştırma alanında gölsel kireçtaşları birikmiştir. Bu dönemin sonunda gerilme ve tektonik bozulmalar ile Kazdağı bugünkü yerini almıştır.

2.1.5 Kuaterner Alüvyonları

Kuaterner oluşumları ekseri araştırma alanının depresyonlarında gelişmiştir. Kuzeyde Menderes çayı geniş taşkın yatağında, güneyde Edremit körfezi kuzey kıyılarında ve Edremit – Havran ovalarında yayılmaktadır. Kazdağı güney yamacı eteklerinin batı kesiminde birikinti koni ve yelpazeleri, Mıhlı dere, Şahin dere ve Fındık çayının oluşturduğu küçük deltalar; doğu kesiminde ise ovaların taban düzlükleri meydana gelmiştir. Alüvyonların kaynağı, dağlık kesimden aşınarak taşınan metamorfik, volkanik ve neojen sediman döküntüleridir (Koçman vd. 2007)

2.1.6 Tektonik Özellikler

Türkiye, kuzeyden güneye doğru, Pontidler, Anatolidler, Toridler, İrandiler ve Kenar kıvrımlar olarak beş tektonik bölgeye ayrılır (URL10: 24.11.2017). Kazdağı ve yakın çevresi bu tektonik bölgelerin içerisinde Anatolid tektonik-orojenik ünitesinin batı bölümünde yer alır (Koçman vd. 2007). Pontid ile Torid arasındaki kıvrılmayan sert kütle kırılmış, Uludağ, Kazdağ gibi bağımsız dağ, ara masifleri meydana getirmiştir. Neotektonik etkilerle Kazdağı, kuzeyde Bayramiç, Ezine-Kalkım depresyonu ile güneyde Edremit havran depresyonu arasında bir horst yapısı göstermekle birlikte Kazdağı'nı Paleozoik başlangıçlı tektonizma etkinlikleri yapılandırmıştır.

Kazdağı masifinin temelini Paleozoik-Mesozoik yaşlı kayaçlar oluşturur. Bu kayaçlar Kaledoniyen, Hersiniyen ve Alp orojenezile bozulmaya uğramışlardır. Masifin temelini yüksek oranda metamorfizmaya uğratan faktör Paleozoik'teki tektonizma hareketleridir. Kaz dağının temelini oluşturan, jeosenkinal oluşumlu Paleozoik-metamorfik formasyonlar Kaledonien dağ oluşumu evresinde ilk şekillerini kaybetmiş, Hersiniyen dağ oluşumu evresinde de metamorfoza uğrayarak kara haline gelmiştir. Bir Paleozoik kütlesi olan Kazdağı, Trias ve Jura dönemlerinde, okyanuslaşma süreci ile bir taraftan aşındırılarak düzleştirilirken, kopan materyallerde klastikler ve karbonatlar olarak sular altında çökelmiştir. Mesozoik'ten Oligosen'e kadar süren Alp dağ oluşumu sürecinde Kazdağı,

sular altındaki sedimanlarla birlikte tümden yükselmiş aynı zamanda büyük bir morfolojik bozulmaya uğrayarak Kretase ve Alt Tersiyer dönemlerinde tamamen kara haline gelmiştir. Böylece Mesozoik formasyonlar hem metamorfik hem de tortul formasyonları temsil eder (şekil 2.1). Sahada Neojen'den önce sıkışma tektoniği ile derin faylar ile bindirme kuşakları meydana gelmiştir (şekil 2.1). Sıkışma hareketleriyle birinci evre volkanitleri (andezit, dasit ve piroklastik kayalar) oluşmuştur. Batı Anadolu'daki gerilme tektoniği ile (Neotektonik rejim) Kazdağı horst- Bayramiç-Ezine/Edremit-Havran graben jeomorfolojik yapısı oluşmuştur. Kuzey ve güney kesimdeki depresyon alanları Miyosen'de sıcak ve nemli iklim koşullarında gl haline gelmiş ve evre yükseltilerden materyallerle sediman birikimi gerçekleşmiştir. Pliyosen tektonizması ile horst-graben yapısı biraz daha belirginleşmiştir. Üst Pliyosen-Pleistosen'de Ege karası kmş, Edremit körfezi açılmış ve akarsu ağı yeni taban seviyesine göre gelişmiştir.

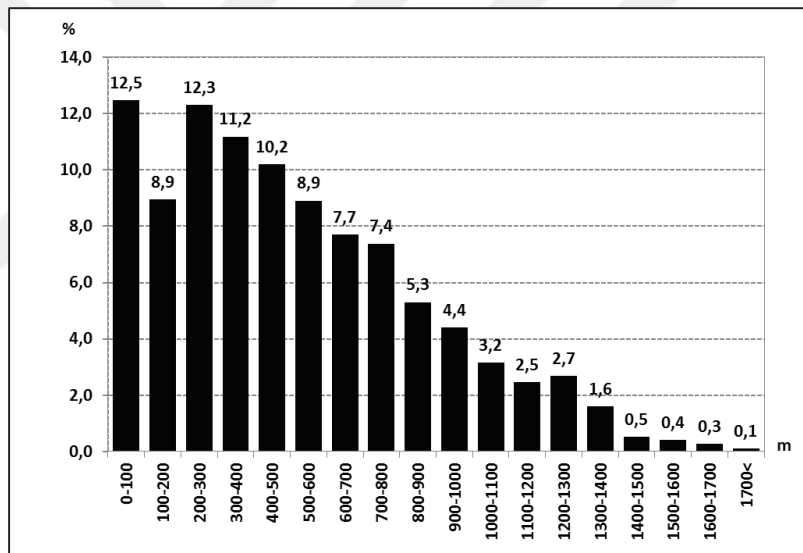
2.2 Topografik zellikler

Kaz Dağı dorukları üzerinden sahanın doğu-batı doğrultusunda kuş uçuşu mesafesi 57 km iken kuzey-güney doğrultusundaki kuş uçuşu mesafe 30 km'dir (şekil 2.2). Sınırları daha önce belirtilen çalışma alanı, 1823 km² dir. Bu alanda maksimum yükselti farkı (deniz seviyesi ile Karataş Tepe arası) 1774 m ve ortalama yükselti ise 511 m'dir. Deniz seviyesinden en yüksek noktaya yaklaşık olarak 13 km'lik mesafeye sahiptir. Bu kısa kuş uçuşu mesafedeki yükselti farkı, sahada coğrafi ortamın yatay ve dikey yönde farklılaşmasında temel belirleyici faktördür (şekil 2.2).

2.2.1 Alan ve Yükselti Basamakları/Hipsografik Eğri Analizi

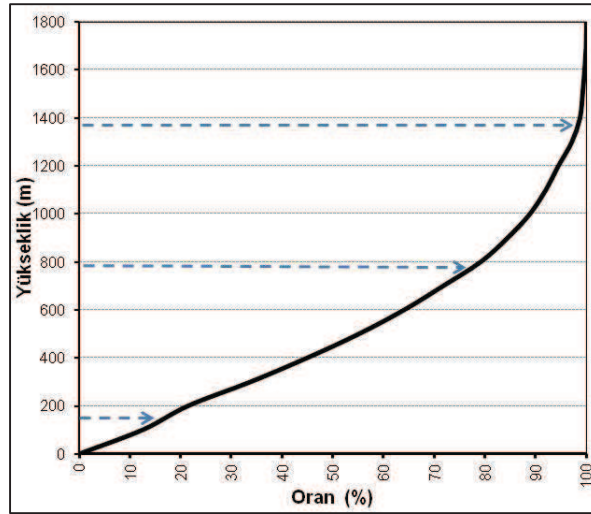
Edremit ve Burhaniye arasında yer alan graben özellikli delta ovalarının varlığı 0-100 m yükselti basamağının 220,8 km² alan ve 12,5 % oranı ile en geniş alan kaplamasına yol açmıştır. En küçük alana sahip yükselti basamağı ise 2,02040 km² alan ve 0,114 % oranı ile 1700 metre üzerinde yükseltiye sahip alanlardır (Şekil 2.3). Bilgin (1969) tarafından 1700 m üzerindeki alanlar zirve düzlükleri olarak tanımlanmıştır. Çalışma sahasında 0-500 metre yükseltiye sahip alanlar sahanın %55'ini; 500 metre üzerinde yükseltiye sahip alanlar ise sahanın %45'ini kapsar. Çalışma alanı için hazırlanan yükselti frekans grafiği incelendiğinde 0-100 ile 200-300 m; 700-800 ile 800-900 m ve 1300-1400 m ile 1400-1500 m basamakları arasında, ayrıntılı bir araştırma ile tektonik etkiyi işaret edebilecek, belirgin değişiklikler dikkat çekmektedir (Şekil 2.3).

Şekil 2. 3: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Yükselti Basamakları Grafiği



Hipsometrik eğri, yüksekliğin drenaj havzası içerisindeki dağılımını göstermektedir. Eğrinin dışbükey olması havzadaki topografyanın genç, akarsuların akım gücünün fazla ve baskınların karakterinin sel şeklinde olduğunu gösterir. Eğrinin içbükey olması ise akarsulardaki akım gücünün ve taşınan materyalin azaldığını, biriktirmenin hâkim olduğunu ve daha çok taşkın karakterli su baskınlarının yaygın olduğunu gösterir (Özdemir 2011). Kaz Dağı için hazırlanan hipsografik eğri ile morfolojik özelliklerden hareketle jeomorfolojik süreçlerin aşamasıyla ilgili bilgi edinilmeye çalışılmıştır (Şekil 2.4).

Şekil 2. 4: Kazdağı ve Yakın Çevresi Hipsometrik Eğri Grafiği

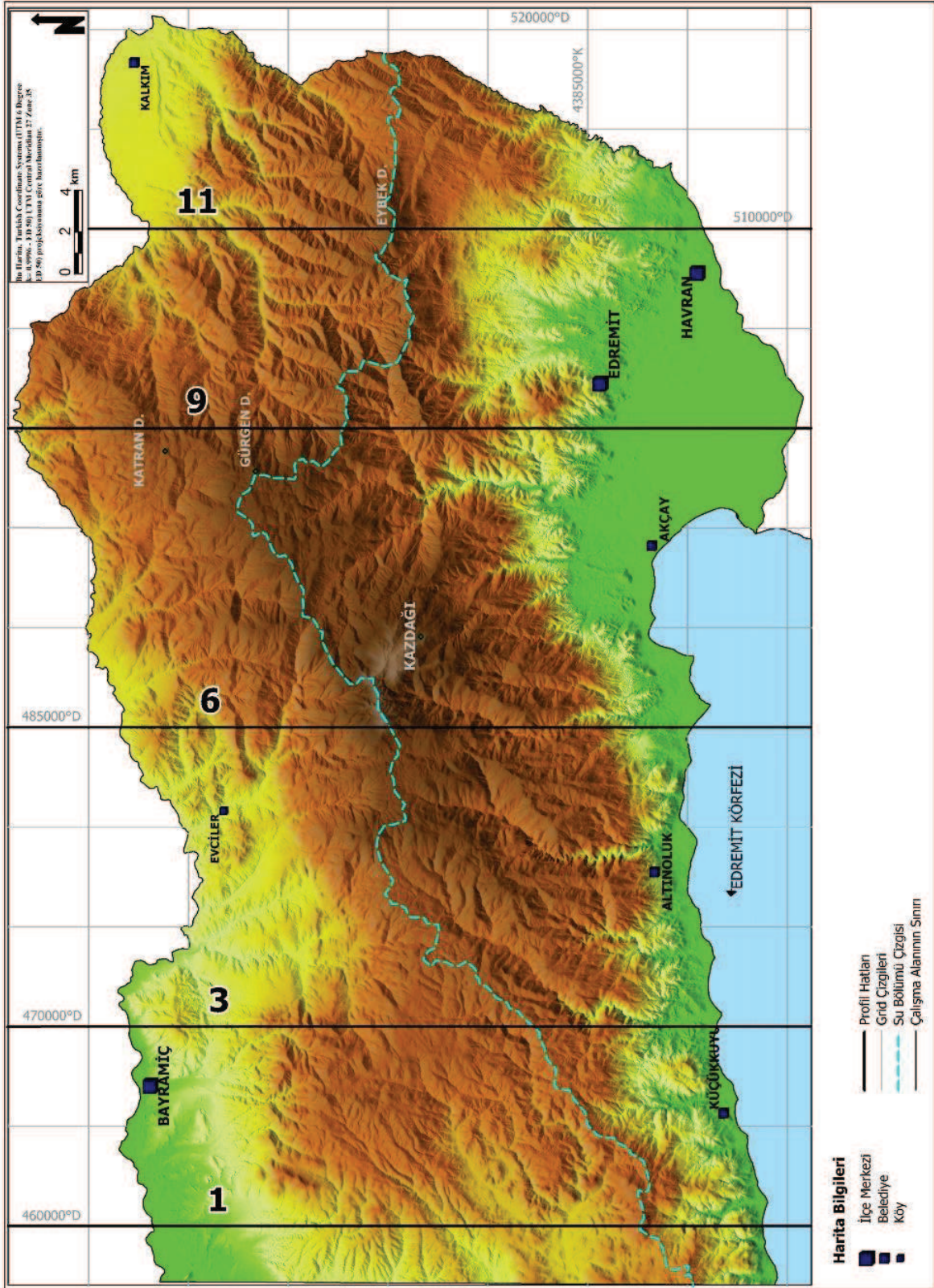


Kaz Dağı ve yakın çevresi için hazırlanan hipsometrik eğride genel hatları ile dışbükey gidiş dikkat çekmektedir (Şekil 2.4). Kaz Dağı'nın hipsografik eğrisinin genel gidişi; 100-200, 700-900 ve 1300-1500 m'ler arasında daha da dikleşmektedir. Hipsografik eğride gözlenen bu eğim kırıkları Kaz Dağı ve yakın çevresinde etkili olan tektonik gençleşmelerin etkisi olsa gerektir. Hipsografik eğride gözlenen bu özellikler, 1700 m'lik yükselti farkını oluşturan tektonizmanın üç farklı dönemden geçtiğinin izleri olabilir.

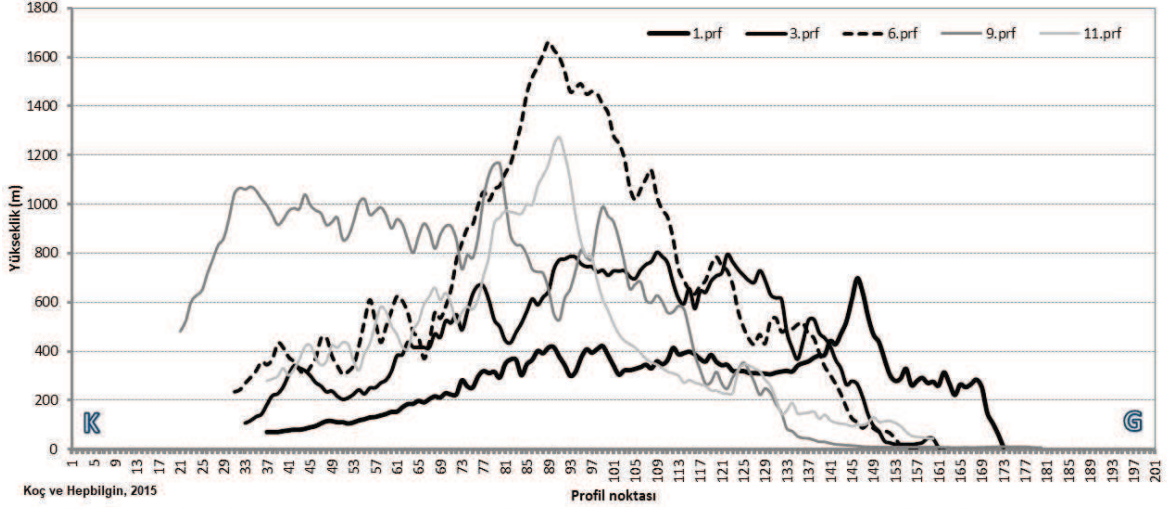
2.2.2 Profil Özellikleri

Kaz Dağı ve yakın çevresi için hazırlanan profiller kütleinin hem uzanışı hem de dikey değişimini daha iyi anlamamızı sağlamaktadır (Şekil 2.5; Şekil 2.6). Araştırma sahası genel hatları ile doğu-batı uzanışlıdır (Şekil 2.5). Kaz Dağı batıdan orta kesimine kadar aşamalı bir şekilde yükselmektedir (Şekil 2.6). Orta kesimde yer alan zirve düzlükleri sonrasında doğuya doğru bir alçalma, sonrasında yüksek düzlükler devam etmektedir. Dağın kuzeydoğu kesiminde doğu- batı şeklinde uzanış doğrultusu az da olsa DKD yönüne doğru çarpılır (Şekil 2.6).

Şekil 2. 5: Kazdağı ve Yakın Çevresi için Anahtar Profil Hatları İndeksi



Şekil 2. 6: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Süperimpoze Profil Grafiği

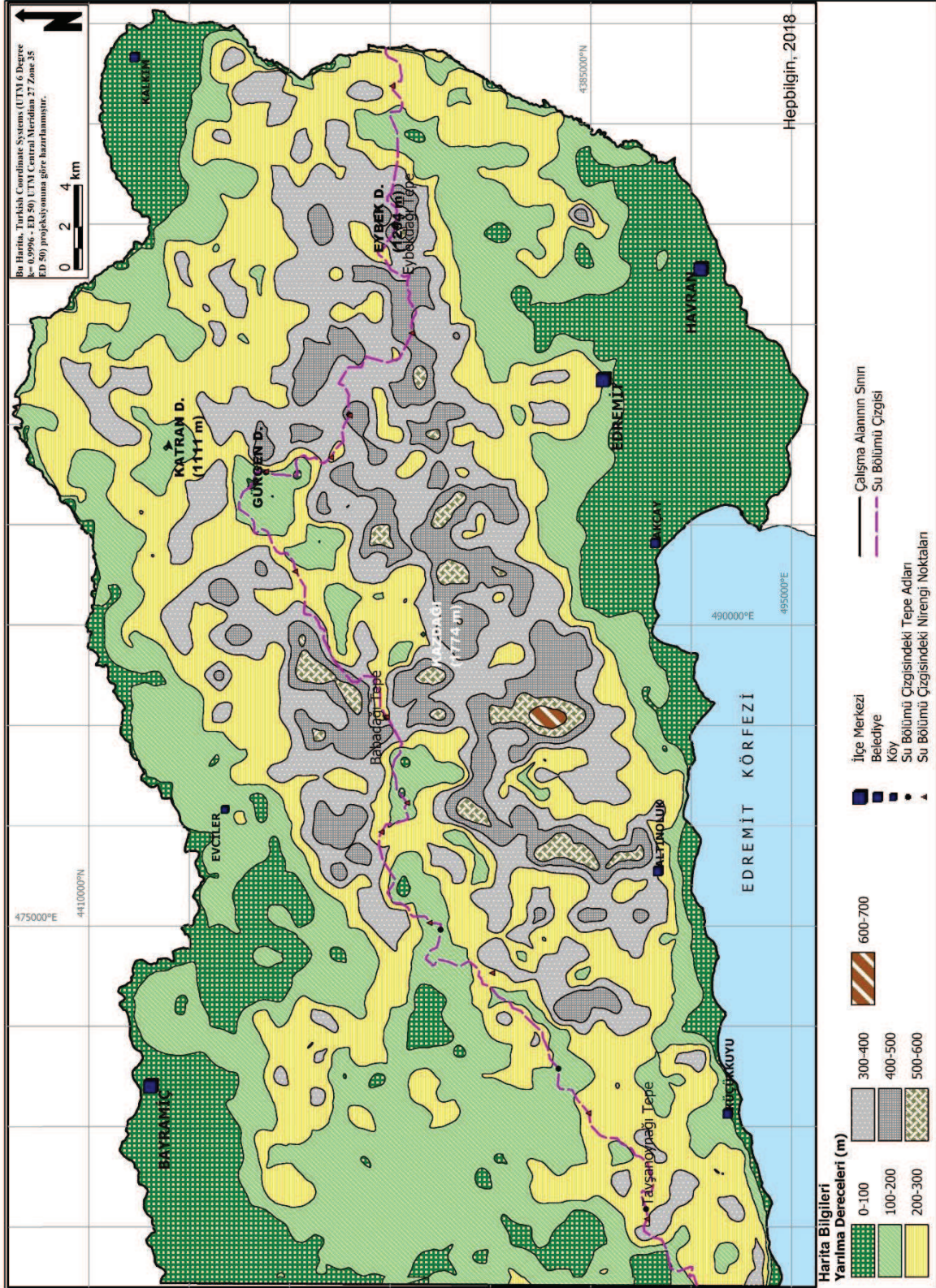


Kaz Dağı sisteminde kuzey güney eğim farkı profiller üzerinde gözlenmektedir. Güney kesim daha dik kuzey kesim güneye göre daha yatık gidiş göstermektedir. Bu durumun bir sonucu olarak Edremit Körfezi kuzey kıyılarındaki dik kıyılar egemendir. Dik kıyılar Behramkale çevresinde daha belirgin iken Küçükkuyu, Altınoluk ve Edremit çevresine doğru akarsuların oluşturduğu birikinti konileri ve yelpazelerinin etkisiyle nispeten alçalmaktadır (Şekil 2.6).

2.2.3 Yarılma Dereceleri Analizi

Araştırma sahasının yarılma derecesi özellikleri çalışmada daha önce ortaya konulan morfometrik özelliklerin hepsinin bir sonucudur. Kaz Dağı ve yakın çevresinde yarılma dereceleri 0 ile 672 m arasında değişmektedir. Yarılma derecesinin en az olduğu alanlar Edremit, Bayramiç, Kalkım ovaları ve Evciler çevresidir (Şekil 2.7). Bu alanlara ek olarak yarılma derecesinin az olduğu Kaz Dağı zirve düzlüklerinden batıya ve doğuya doğru kademeli bir şekilde başka alanlar da bulunur (Şekil 2.7). Kaz Dağı zirvelerindeki değişik seviyelerdeki yarılma durumunun azlığı bu sahalarda olası aşınma seviyeleri ile açıklanabilir. Yarılma dereceleri Kaz Dağı'nın su bölümü çizgisi güneyinde daha yüksek ve daha geniş alan kaplamaktadır. En yüksek yarılma değerlerine ise Güre batısında Fındık Dere ile Altınoluk doğusunda yer alan Şahin Dere'nin oluşturduğu kanyon vadilerde ulaşılır (Şekil 2.7).

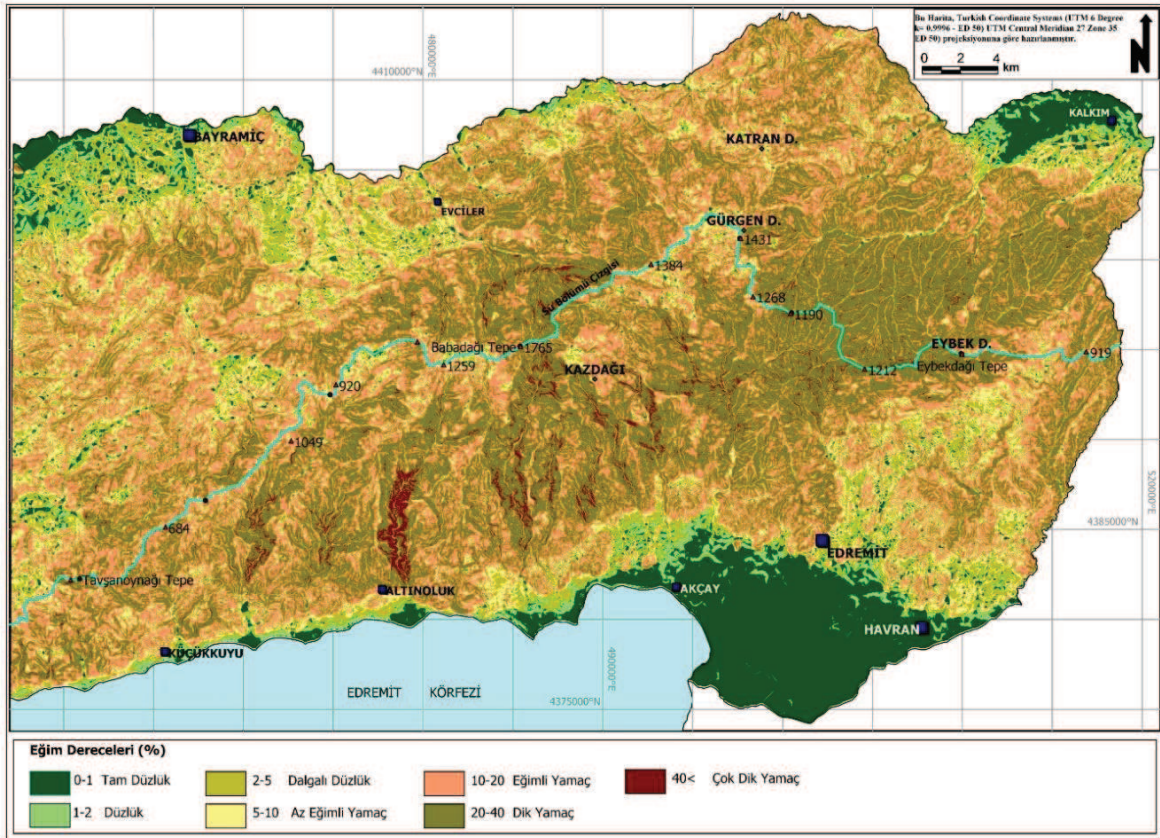
Şekil 2. 7: Kazdağı ve Çevresinin Yarılma Dereceleri Haritası



2.2.4 Eğim ve Bakı Özellikleri

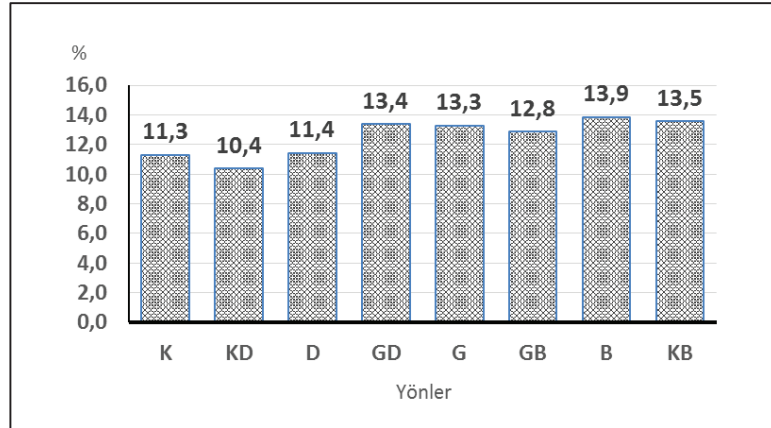
Araştırma sahasında düzlüklerin %14.5 yamaçların ise %85.5'lik bir alan kaplaması bu sahanın çok engebeli olduğunu sayısal olarak doğrular. Düzlük alanların büyük bir kısmı, güneydoğu'da Edremit, kuzeybatıda Bayramiç ve kuzeydoğuda Kalkım çevresinde yer almaktadır. Bununla birlikte değişik seviyelerde çok parçalanmış ufak düzlüklere rastlanmaktadır. Kazdağı, genel olarak doğu-batı uzanışlı değerlendirildiğinde güney ve kuzey yamaçlar arasında belirgin eğim farkı vardır. Kaz Dağında güney yamaçların kuzey yamaçlara göre daha yüksek eğim değerlerine sahip olduğu sayısal olarak da doğrulanmaktadır. Özellikle dağlık alanda eğim değerleri kısa mesafelerde değişmektedir (Şekil 2.8).

Şekil 2. 8: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Eğim Haritası



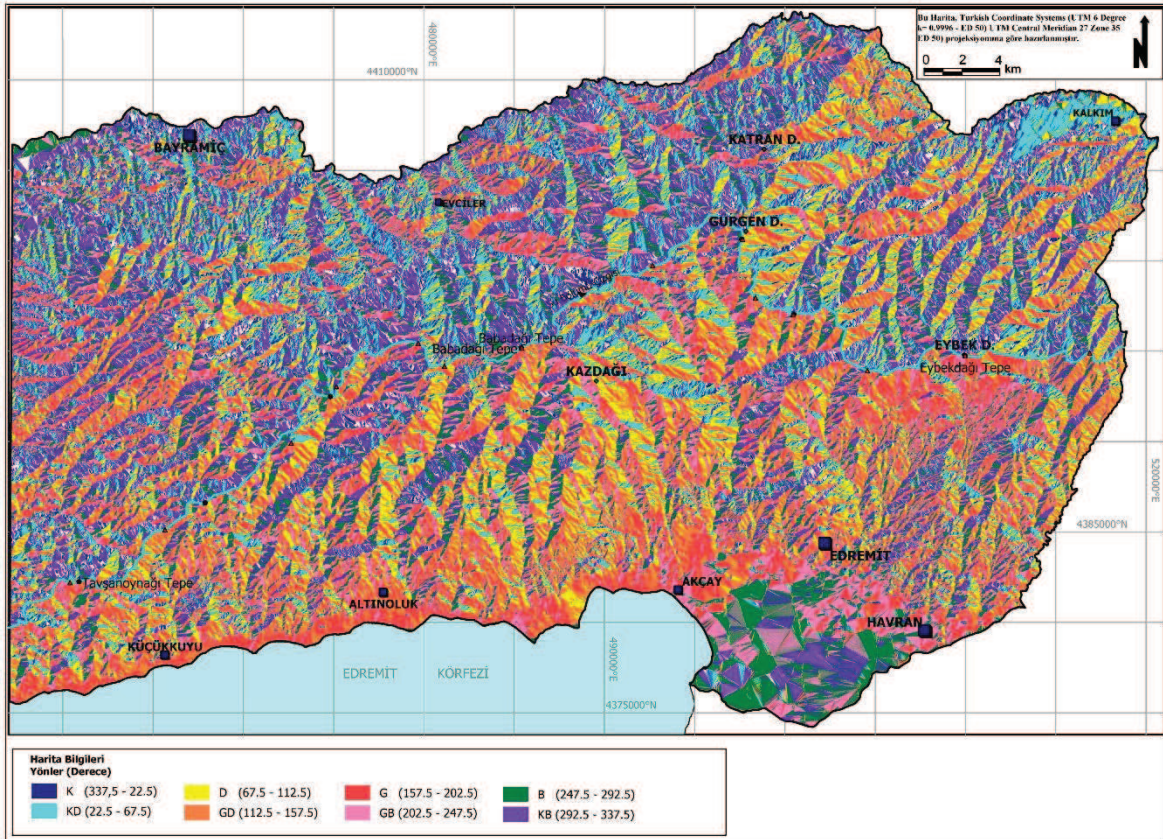
Araştırma alanında arazinin %52.5'i güneye ve % 47.5'i kuzeye bakmaktadır. Kuzey ve güney sektörler belirlenirken doğu ve batı bakı değerlerinin yarısı iki sektöre eklenmiştir (Şekil 2.9).

Şekil 2. 9: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Oransal Bakı Grafiği



Kaz Dağı ve çevresinin ekolojik ortamının şekillenmesinde kuzey ve güney bakı oranlarının birbirine yakın olmasının rolü vardır. Kaz Dağı'nın bakı özellikleri elde edilen bakı haritasına göre kısa mesafelerde değişmektedir (Şekil 2.10). Bu özelliklerin kısa mesafelerde değişmesi ekolojik şartların ve bundan hareketle ortamın fiziki coğrafya özelliklerinin de değişmesine ortam hazırlamaktadır.

Şekil 2. 10: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Bakı Haritası



2.3 İklimsel Etmenler

İklim, bir alandaki hava durumlarının uzun yıllar sonundaki toplu sonucunu, genel ortalama karakterini yansıtır (Erol 1999). Kazdağı'nın en belirgin iklim özelliği yükselti ile birlikte kısa mesafelerde iklim elemanlarının değişmesidir. Diğer önemli özelliği Akdeniz fitocoğrafya bölgesi ile Karadeniz fitocoğrafya bölgesinin sınırını oluşturan konumda olmasıdır.

Kazdağı ikliminin oluşmasında basınç sistemleri, hava kütleleri, güneş ışınlarının geliş açısı ve miktarı ile güneşlenme süreleri ve rölyef özellikleri (uzanış doğrultusu, yükselti, eğim ve bakı koşulları), denizel etkiler ve karasallık derecesi gibi genetik-dinamik unsurlar etkilidir. Bu genetik-dinamik etkenlerden iklim özelliklerini belirleyen iki unsur basınç sistemleri ve hava kütleleridir. Bu iki unsur yıl içerisinde (sıcak, soğuk ve geçiş dönemlerinde) ve yıllar arasında belirgin bir değişkenlik gösterir. Yörede etkili basınç sistemleri, sıcak dönemde Azor yüksek ve Basra alçak basınç sistemleri; soğuk dönemde Azor yüksek basıncı, orta enlem gezici depresyonları (İzlanda ve Akdeniz Alçak basıncı) ve Sibirya yüksek basıncıdır (Koçman vd. 2007).

Kazdağı yöresinin ikliminde rol oynayan hava kütleleri ise yıllık olarak denizel polar, soğuk dönemde Akdeniz, karasal ve Akdeniz ile karasal polar ve sıcak dönemde denizel tropikal, denizel polar ile karasal tropikal birlikte ve karasal tropikal'dir. Geçiş dönemlerinde (ilkbahar ve sonbahar) sıcak ve soğuk dönemde etkili olan hava kütleleri yöredeki iklime ya tek başına ya da birlikte etki etmektedir (Koçman vd. 2007).

Bu araştırmada temel iklim parametreleri olan sıcaklık ve yağışa dayanan ve yaygın olarak kullanılan Erinç, Emberger ve De-Martonne iklim sınıflandırmalarının uygulanmasının önemli nedeni Kazdağı'nın karmaşık genetik-dinamik iklimsel faktörlerin etkisi altında bulunması ve bu faktörlerin sıcak ve soğuk dönemlerde yöreye tek başına ya da birlikte etki etmesidir. Bu nedenle Kazdağı'nda iklim özellikleri kısa mesafelerde değişkendir.

Araştırma alanının sıcaklık ve yağış temelindeki iklim özelliklerinin belirlenmesinde istasyonların gerçek sıcaklık değerleri kullanılmış, meteoroloji istasyonu bulunmayan dağlık kesimin sıcaklık interpolasyonu yapılmıştır. Kazdağı ve çevresi üzerine oldukça kapsamlı iklim analizlerine ulaşılmıştır (Koç, 2001; Koçman vd. 2007). Bu nedenle bu bölümde bu çalışmalardaki sıcaklık ve yağış temelli genel iklim özellikleri özetlenmiştir.

2.3.1 Sıcaklık Özellikleri

Sıcaklık, tüm canlılar için yaşam alanı tercihinde en önemli coğrafi faktörlerden biridir. Sıcaklık, değişkenliği ile tüm canlıların yaşamsal faaliyetlerini etkiler. Belirtilen istasyonlara yönelik yıllık ortalama sıcaklıkları (Tablo 2.1) ve yağış ile sıcaklık ilişkisi verilmiştir (Tablo 2.2). Çalışma alanının genelinde yıllık ortalama minimum sıcaklık 7.2 °C, yıllık ortalama maksimum sıcaklık 16.4 °C'dir.

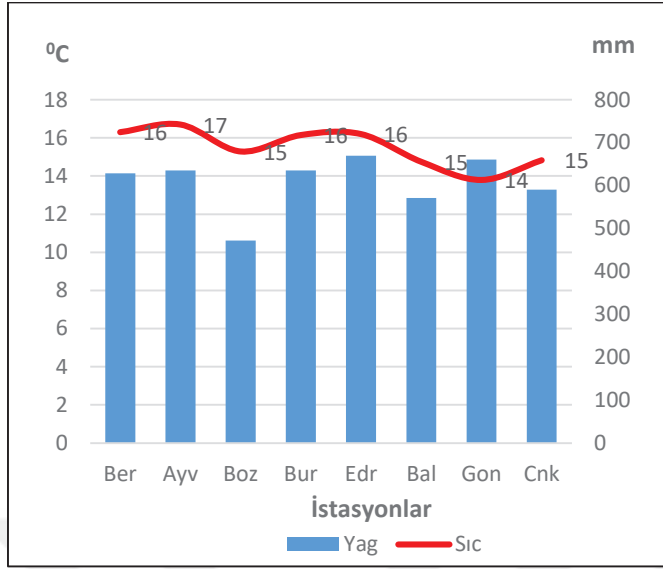
Kazdağı'nın kıyı kesimi ile doruklar bölgesi arasında 6-8 °C'lik sıcaklık farkı görülmektedir. Ocak ayında bu fark 10-12 °C'dir. Bayramiç-Evciler depresyonundan güneye doğru yamaç boyunca yükseldikçe sıcaklıkların azalmasında kuzey sektörlü rüzgârların etkisi bulunmaktadır. Bayramiç kış aylarında kuzey yönlü soğuk hava akımlarından etkilenirken güneyde Edremit-Havran ova kesimi ise denizel etkilere açık, ılıktır. Yükselti ile sıcaklığın ilişkisi temmuz ayında da değişmekle birlikte ocak ayına göre daha durağandır. Sahanın kuzey ve güneydeki depresyonlarında sıcaklık en yüksek 24-26 °C ortalama yüksek değerlere ulaşmaktadır. Kazdağı'nda yaz aylarında güneşlenme süresi uzun ve pozitif enerji bilançosu hâkim iken, kışın düşen sıcaklıkla birlikte, enerji azaldığı için negatif enerji bilançosu izlenir (Koçman vd. 2007).

Tablo 2. 1: Meteoroloji İstasyonlarının Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri

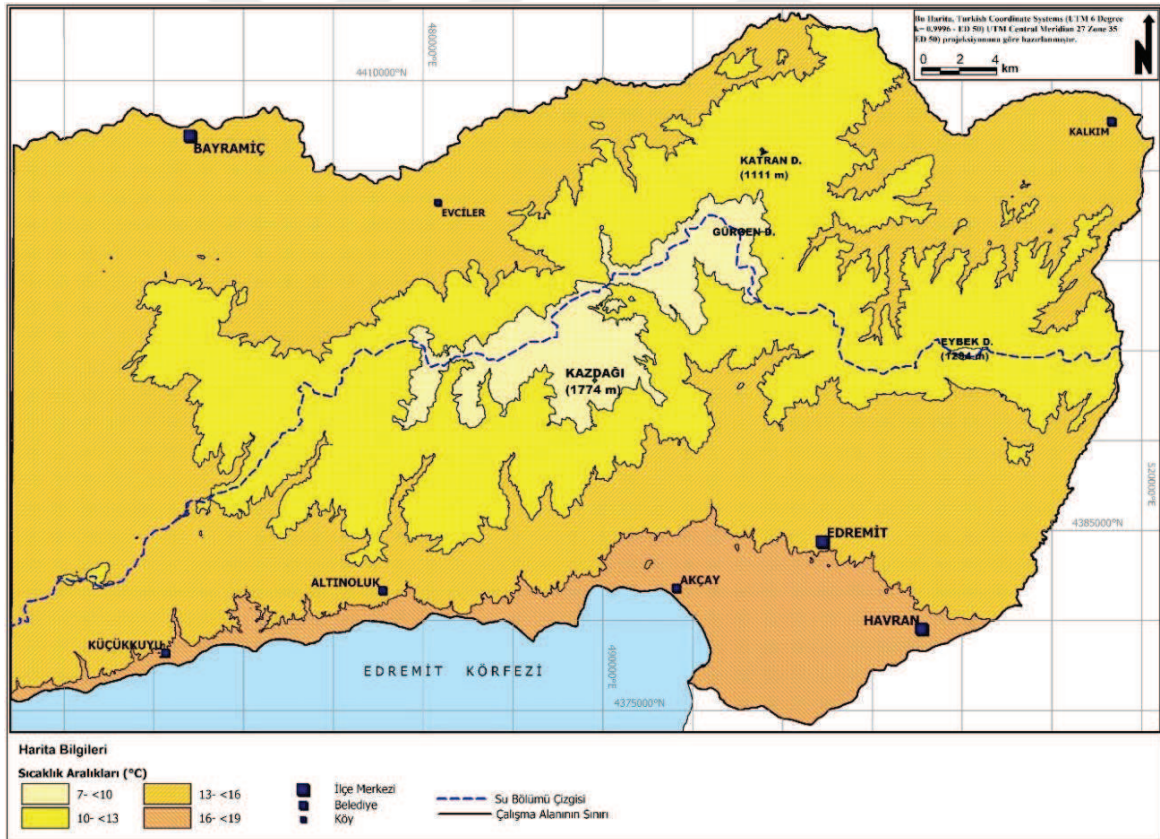
| İstasyonlar | Yıllık Ort. Sıcaklık |
|-------------|----------------------|
| Bergama | 16.3°C |
| Ayvalık | 16.7°C |
| Bozcaada | 15.3°C |
| Burhaniye | 16.1°C |
| Edremit | 16.2°C |
| Balıkesir | 14.8°C |
| Gönen | 13.8°C |
| Çanakkale | 14.8°C |

Referans döneminde araştırma alanının yıllık en düşük ortalama sıcaklığı 7 °C, en yüksek ortalama sıcaklığı 18 °C'dir. Bu aralıkta en yüksek sıcaklıklar kuzey ve güney kesimdeki depresyonlardadır. Kazdağı doruklarına doğru yıllık ortalama sıcaklık 7-10 °C aralığına inmektedir (Şekil 2.11).

Tablo 2. 2: İstasyonların Yıllık Ortalama Toplam Yağış Grafiği



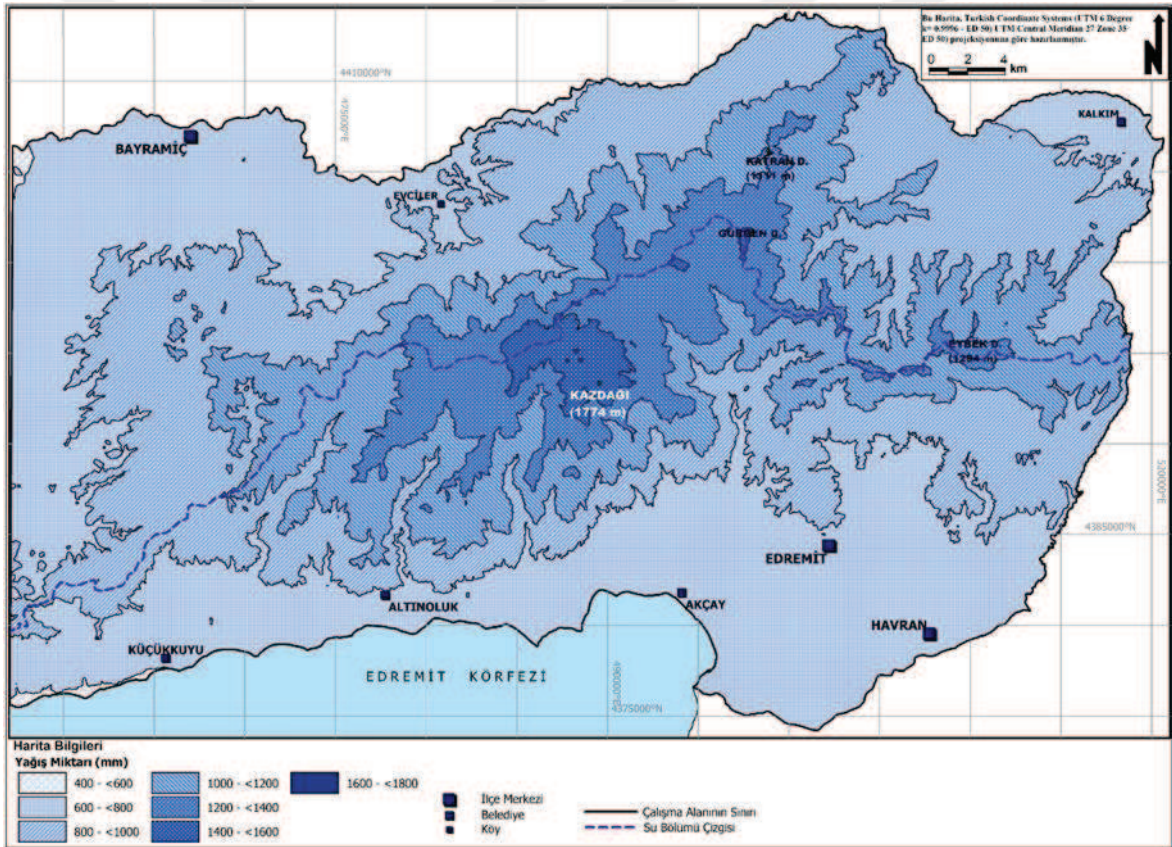
Şekil 2. 11: Referans Dönem (1971-2000) Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası



2.3.2 Yağış Özellikleri

Araştırma alanında yıllık yağış değişkenliği fazladır. Bunun nedeni cephe oluşumlarının frekansı ve bu sayıda yıl yıl oluşan değişimlerdir (Koçman vd. 2007). Referans döneminde (1971-2000) tüm istasyonlarda yıllık ortalama toplam yağış 450 mm üzerindedir (Tablo 2.3). Yöredeki tüm yerleşmeler 800 mm'den az yıllık toplam yağış almaktadır (Şekil 2.12). Kazdağı'nda yağışın dağılışındaki farklılıklar üzerinde Kazdağı doruklarına doğru genel sirkülasyon koşullarının, topografik yapının ve bakı özelliklerinin etkisi vardır. Sahanın kuzey yamacında yağışlar güney yamaca göre daha düşük yükseltilerde artmaktadır. Sahada ayrıca batı sektörlü sirkülasyon hakim olduğu için yıllık yağış tutarı Edremit'te Bayramiç'e göre daha fazladır.

Şekil 2. 12: Referans Dönem (1971-2000) Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası

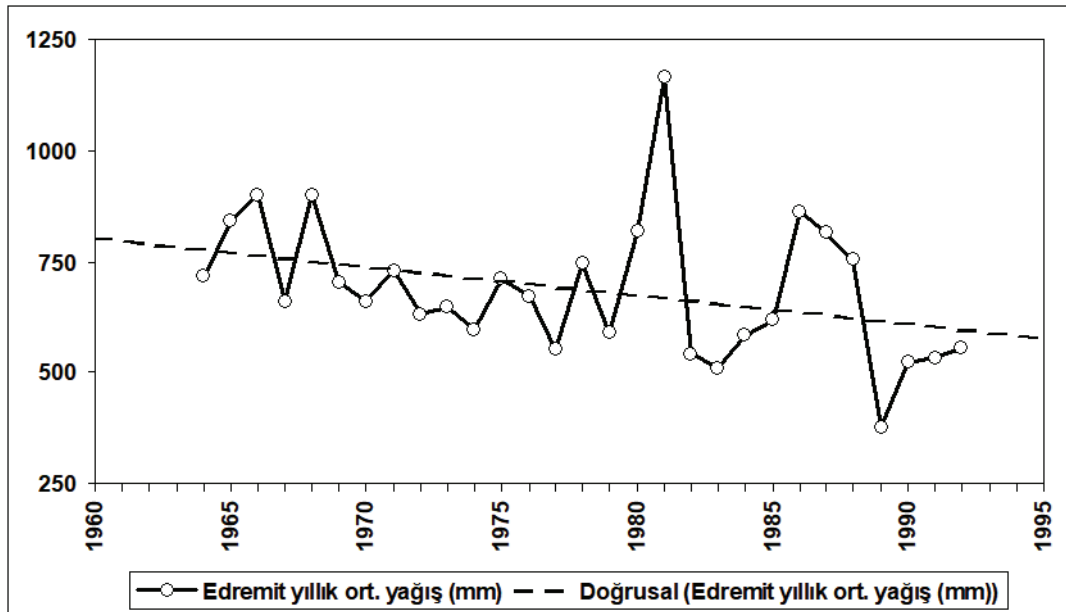


Tablo 2. 3: Meteoroloji İstasyonlarının Yıllık Ortalama Toplam Yağış Değerleri

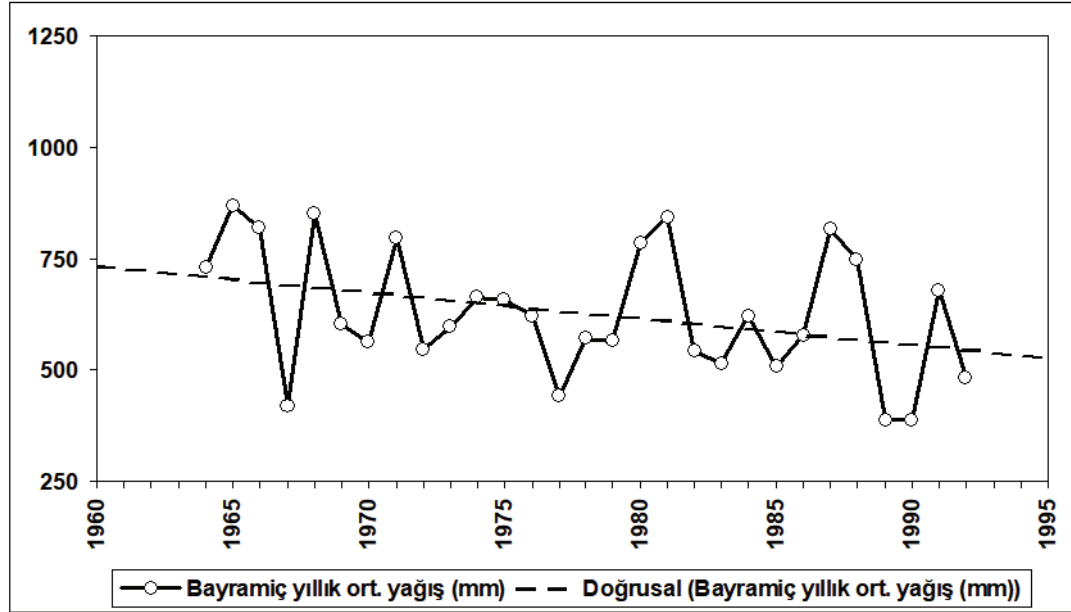
| İstasyonlar | Yıllık Ort. Toplam Yağış (mm) |
|-------------|-------------------------------|
| Bergama | 628.70 |
| Ayvalık | 635.50 |
| Bozcaada | 471.87 |
| Burhaniye | 635.30 |
| Edremit | 669.50 |
| Balıkesir | 570.80 |
| Gönen | 660.30 |
| Çanakkale | 590.51 |

Sahada yağışların çoğu kış mevsiminde düşer. Yağışların yarısına yakını kış (Aralık, Ocak, Şubat) aylarında düşer. Cephesel koşullardaki değişimler ile yağışlarda büyük farklar meydana gelir. Yağış değişkenliği değişim katsayısının oransal değeri yörede kış mevsimi için % 60-70 iken yaz mevsimi için %150-240'dır. Yıllık yağışlarda negatif sapmaların oranı aylık yağışlarda olduğu gibi daha yüksektir, bu durum kuraklığa doğru bir eğilim göstergesidir (Şekil 2.13; Şekil 2.14). Yağış tutarlarının yıllara göre düzensiz gidiş sergilediği görülür. Yörenin tarım-baskın geçim faaliyetine sahip olduğu düşünüldüğünde bu durum bazı tarımsal sorunlara neden olabilmektedir. Yağışlarının değişkenliği ve eğilimi değerlendirildiğinde, Edremit ve Bayramiç grafiklerindeki benzerlik yağışları etkileyen kökensel benzerliğe de işaret etmektedir. Türkiye'deki başka bölgelerde de yağışlarda azalan eğilim saptanması nedeniyle bu değişikliğin küresel etken temelli olduğu belirtilmiştir (Koçman vd. 2007).

Şekil 2. 13: Edremit istasyonunda yıllık yağış tutarlarının yıllara göre değişimi ve doğrusal eğilimleri (Sezer, L.İ- Koçman vd. 2007).



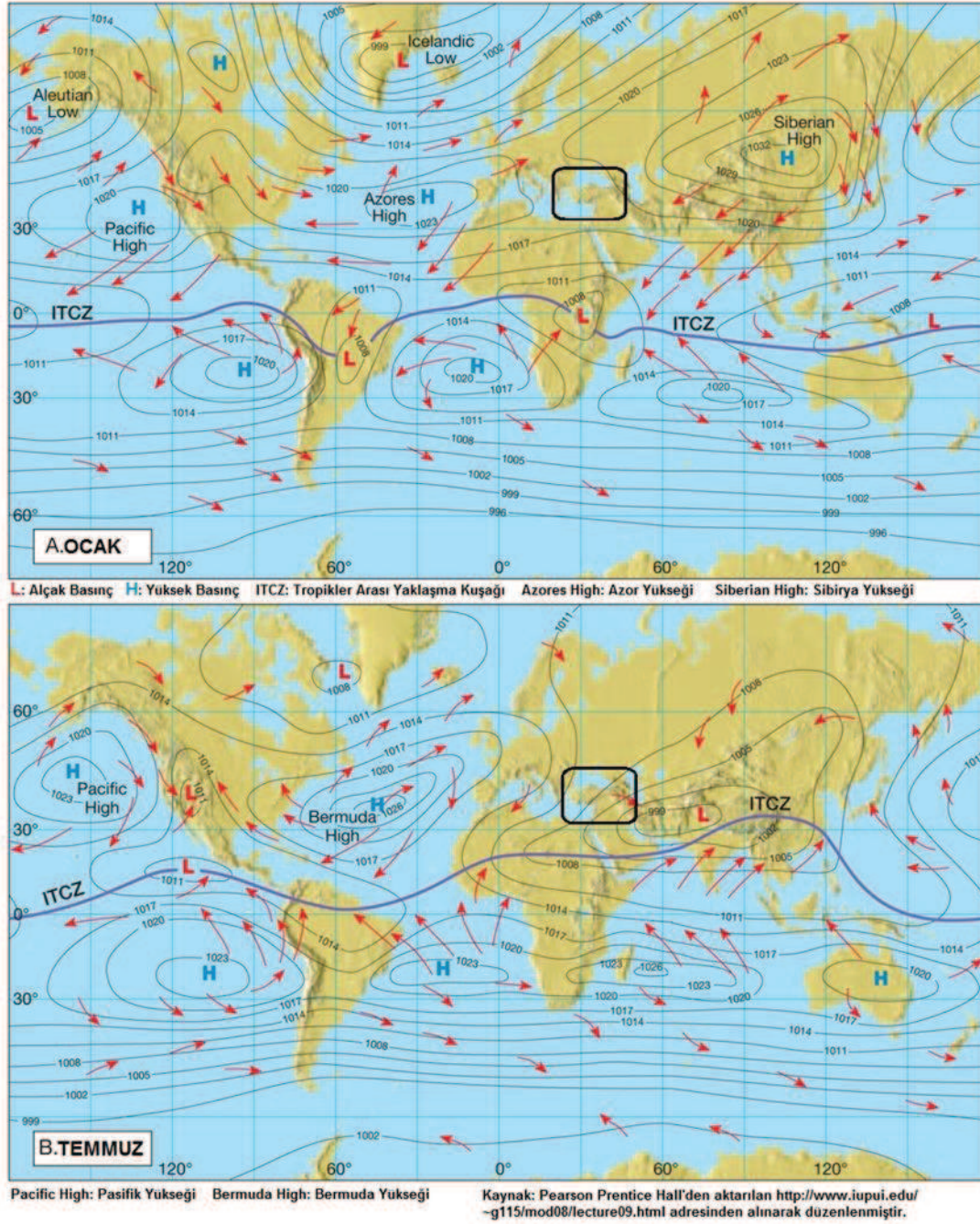
Şekil 2. 14: Bayramiç istasyonunda yıllık yağış tutarlarının yıllara göre değişimi ve doğrusal eğilimleri (Sezer, L.İ- Koçman vd.2007).



2.3.3 Basınç ve Rüzgar Özellikleri

Araştırma alanının basınç koşullarını Batı Anadolu'yu etkileyen hava kütleleri oluşturur. Soğuk dönemde kuzeybatı yönlü denizel polar soğuk-nemli hava kütleleri batı Anadolu üzerinde daha sıcak karasal polar ve Akdeniz hava kütleleri ile cephe oluşturur. Cephesel basınç değişimleri ile basınç genliği yükselir. Basınç koşullarındaki bu kararsız durum Nisan ayından itibaren basınç merkezlerinin değişmesi ve cephe oluşumunun kuzeye kayması nedeniyle yaz koşullarının gelişmeye başlamasıyla sona erer. Sıcak dönemde (Mayıs-Ekim) Güneydoğu'da Basra alçak basıncının genişlemesi ile orta Avrupa – Balkanlar üzerinden bu yöne doğru bir hava dolaşımının gelişimine neden olur. Böylece batı Anadolu ve Kazdağı çevresi zaman zaman güneybatı sektörlü karasal tropikal hava kütlelerinin kimi zaman da yaz poyrazi ismi ile anılan kuzey sektörlü hava akımlarının etkisi altına girer. Ekim ayı itibarıyla karasal polar hava kütleleri bölgeye egemen olur; sıcaklık azalır, basınç artar (Koçman vd. 2007) (Şekil 2.15).

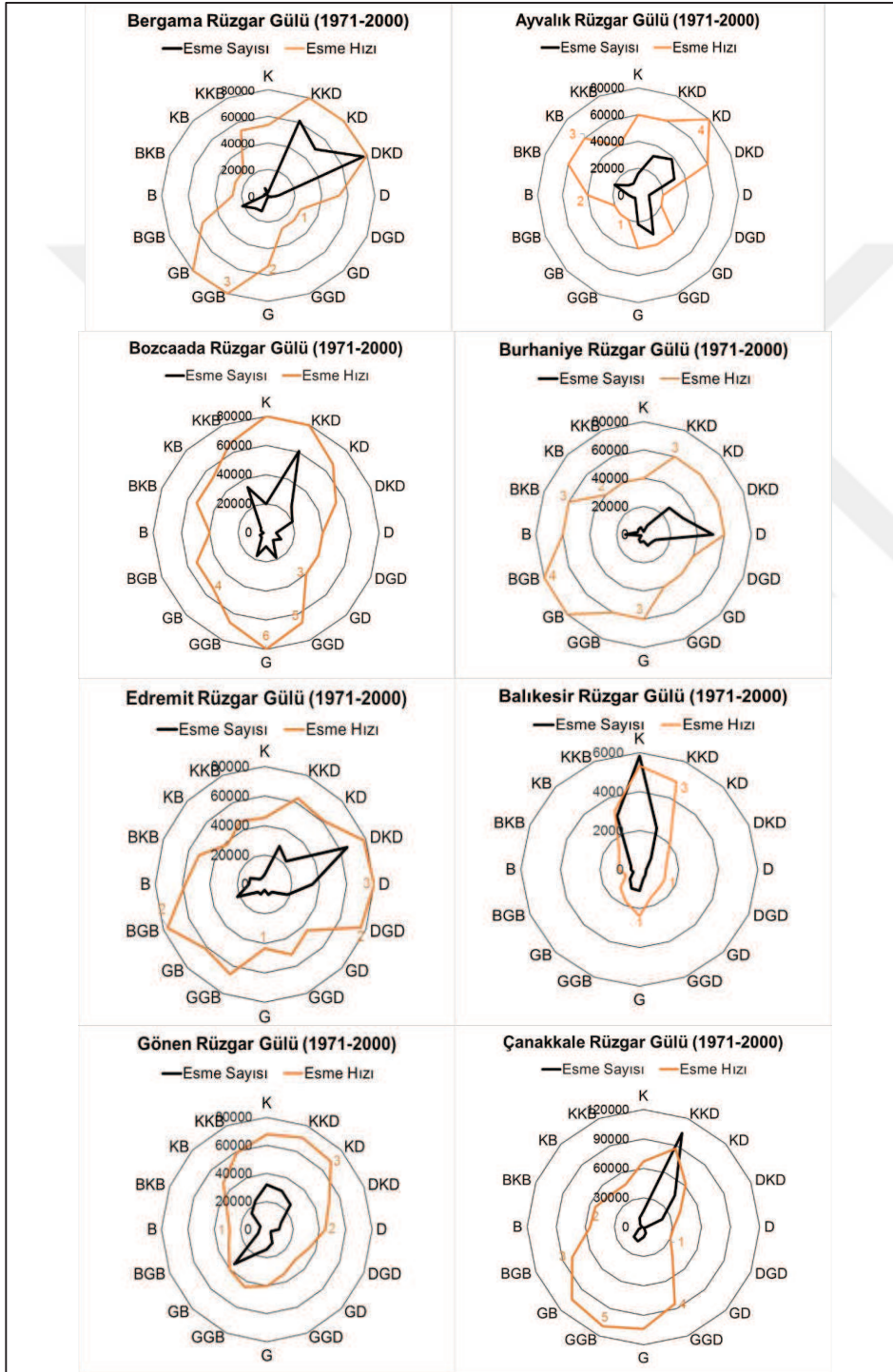
Şekil 2. 15: Türkiye'yi Etkileyen Basınç ve Rüzgar Koşulları



Hava dolaşımını sağlayan basınç değişikliklerinden başka topografik yapı, karasallık, denizellik gibi coğrafi unsurlar rüzgârların hız, yön ve frekansını etkiler. Kaz Dağı ve çevresinde rüzgâr özelliklerini yüksek topografik kütle, bu kütledeki geniş doğrultusu ve denize yakınlık belirlemektedir. Bu özelliklerle, verileri kullanılan meteorolojik istasyonların referans dönemi rüzgârgülleri aşağıda verilmiştir (Şekil 2.16). Edremit'te doğu sektörlü rüzgârlar egemendir. Edremit ovası, doğusundaki İn boğazı kanalıyla doğu rüzgârlarına açık durumdadır. Ayvalık, Bozcaada ve Balıkesir istasyonlarında kuzey sektörlü rüzgârlar, Çanakkale'de yer şekilleri nedeniyle güneyli güçlü rüzgârlar etkilidir (Koç 2001). Araştırma

alanında rüzgâr şiddeti yüksek değildir. Ancak sahanın kuzeydeki depresyonunda yer alan Bayramiç'e göre Edremit'teki rüzgâr şiddeti, batı sektörlü güçlü rüzgârlara ovanın açık olması nedeniyle daha yüksektir. Kazdağı doruklarına çıkıldıkça sürtünme ve rölyef etkisinin azalmasıyla birlikte rüzgâr hızı artmaktadır. Orman sınırı üzerinde bodur ağaçların yaygın oluşu bu durumun göstergelerindedir.

Şekil 2. 16: Meteoroloji İstasyonlarına ait Rüzgar Gülleri



2.3.4 İklim Tipleri

Kazdağı, sahip olduğu yükselti ve doğu- batı doğrultulu uzanışı ile Akdeniz ve Marmara iklimi ve ikisi arasında geçiş koşullarını barındıran bir konuma sahiptir. Böylece güney ve kuzey yamacı ve bu ikisi arasında iklim değişikliği gösterir.

Kazdağı ikliminin oluşmasında basınç sistemleri, hava kütleleri, güneş ışınlarının geliş açısı ve miktarı ile güneşlenme süreleri ve rölyef özellikleri (uzanış doğrultusu, yükselti, eğim ve bakı koşulları), denizel etkiler ve karasallık derecesi gibi jenetik-dinamik unsurlar etkilidir. Bu jenetik-dinamik etkenlerden iklim özelliklerini belirleyen iki unsur basınç sistemleri ve hava kütleleridir. Bu iki unsur yıl içerisinde (sıcak, soğuk ve geçiş dönemlerinde) ve yıllar arasında belirgin bir değişkenlik gösterir. Yörede etkili basınç sistemleri, sıcak dönemde Azor yükseği ve Basra alçak basınç sistemleri; soğuk dönemde Azor yükseği, orta enlem gezici depresyonları (İzlanda ve Akdeniz Alçak basıncı) ve Sibiryaya yükseğidir (Koçman vd. 2007).

Kazdağı yöresinin ikliminde rol oynayan hava kütleleri ise yıllık olarak denizel polar, soğuk dönemde Akdeniz, karasal ve Akdeniz ile karasal polar, ve sıcak dönemde denizel tropikal, denizel polar ile Karasal tropikal birlikte ve karasal tropikal'dir. Geçiş dönemlerinde (ilkbahar ve sonbahar) sıcak ve soğuk dönemde etkili olan hava kütleleri yöredeki iklime ya tek başına ya da birlikte etki etmektedir (Koçman vd. 2007).

Kazdağı ve çevresinde kışın orta ve doğu Avrupa sektörlü soğuk-kurak/nemli hava kütleleri ile Akdeniz-Ege sektörlü ılık-serin/nemli hava kütleleri arasında gelişen cepheler etkilidir. İlkbaharda cephe oluşumlarının azalmasıyla yağışlar azalarak sıcaklık artmaya başlar. Mayıs itibariyle kararlı yaz koşullarına geçiş, Ekim ayının ikinci yarısına kadar sıcak ve kurak hava koşulları hüküm sürer. Kasım ayı itibariyle basınç koşullarının değişmesi nedeniyle yörede tekrar kış koşulları yerleşir (Koçman vd. 2007).

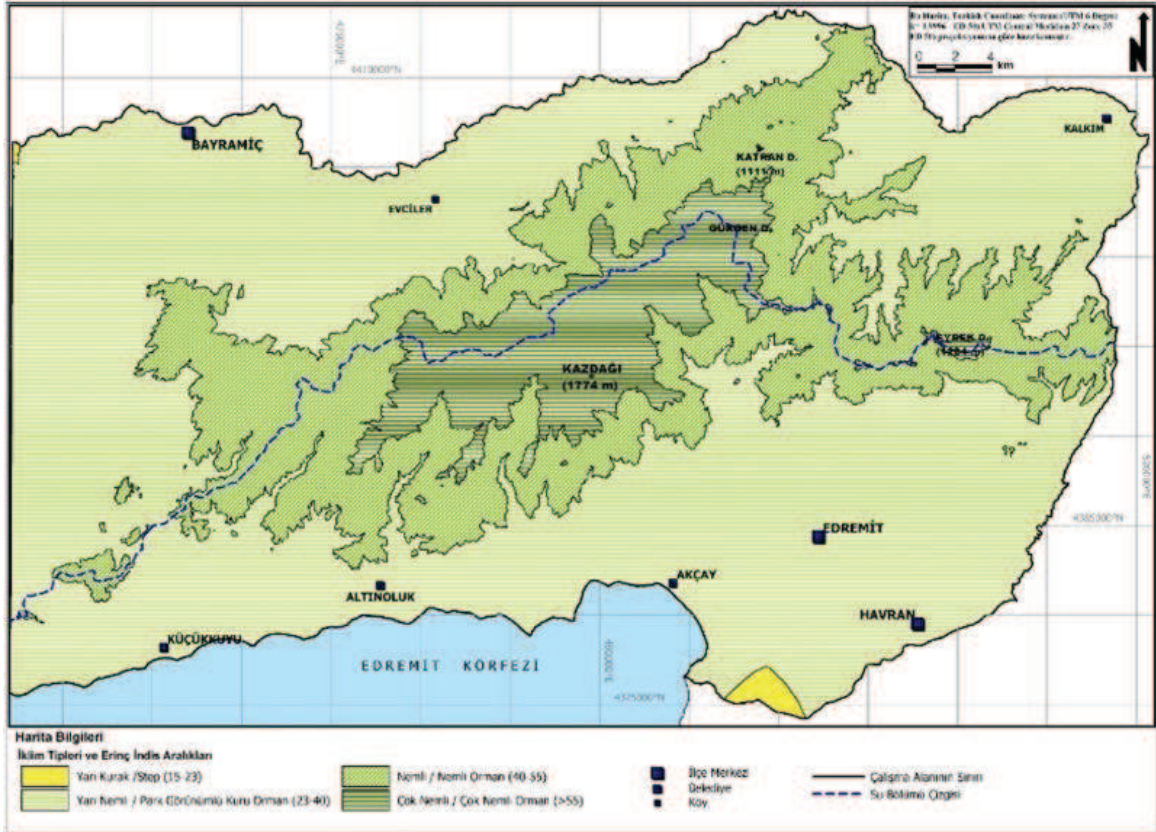
Kazdağı'nın karmaşık jenetik-dinamik iklimsel faktörlerin etkisi altında olması, bunların sıcak ve soğuk dönemlerde tek başına ya da birlikte yöreye etki etmesi, Kazdağı'nın topografik yapısına paralel olarak yatayda ve düşeyde kısa mesafelerde iklim koşullarının değişmesi sade iklim formülleri seçilmesini gerektirmiştir. Bu nedenlerle, tezde temel iklim parametreleri olan sıcaklık ve yağışa dayanan ve yaygın olarak kullanılan Erinç, Emberger ve De-Martonne iklim formülleri uygulanmıştır.

Bu araştırmada uygulanan Erinç'in yağış etkililiği formülü (1965) yıllık yağış miktarı ile yıllık ortalama maksimum sıcaklık parametrelerine dayanır. Erinç, indis sonuçlarını vejetasyon formasyonlarının yayılış alanları ile kontrol ederek, yağış etkililiği sınıfları oluşturmuştur (Erinç 1984: 485). De-Martonne iklim sınıflaması (1929), yıllık ortalama

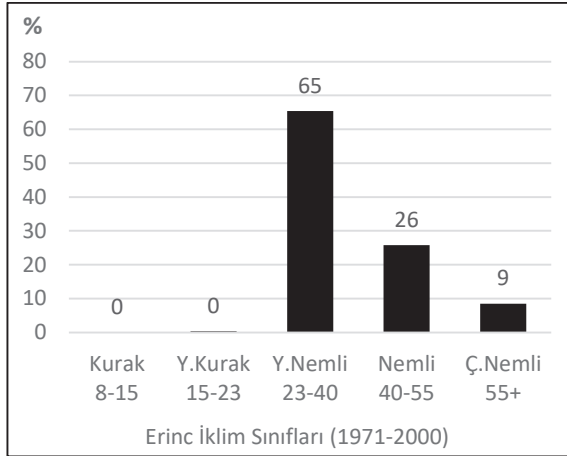
sıcaklık, yıllık ortalama toplam yağış; temmuz ve ocak aylarındaki sıcaklık ortalamaları ve bu ortalamalar arasındaki farka dayanır. Yıllık yağış miktarı kurak ve yağışlı iklimleri ayırt eder. Kuraklık, yağış miktarı yanında buharlaşma etkeni olan sıcaklığa da bağlıdır (Akman, 1990). Fransız botanikçi ve fitocoğrafyacı olan Emberger'in (1933) iklim sınıflandırmaları ekofizyolojiktir. Emberger, daha çok Akdeniz iklimi ve bu bölgenin iklimsel problemleri üzerinde durmuştur. Akdeniz iklimini fotoperiodizme, kurak mevsim süresi ve yaz yağışı miktarına, yağışlı mevsimde seyrek ve sağanak yağış olup olmadığına ve yağış miktarlarındaki aylık ve yıllık değişkenlik özelliklerine göre tanımlamıştır (Akman 1990).

Çalışma alanının Referans Dönemi (1971-2000) yıllık ortalama sıcaklığı minimum 7.2°C, maksimum 16.4°C; yıllık ortalama toplam yağış değeri, minimum 569 mm, maksimum 1608 mm'dir. Referans dönemi Erinç iklim haritasına göre, çalışma alanındaki yerleşmeler yarı nemli iklim etkisi altındadır (Şekil 2.17). Bu dönemde Erinç iklim sınıflandırmasına göre çalışma alanının %65'i yarı nemli, %26'sı nemli ve %9'u çok nemli iklime sahiptir (Şekil 2.18).

Şekil 2. 17: Referans Dönem (1971-2000) Erinç İklim Dağılışı Haritası

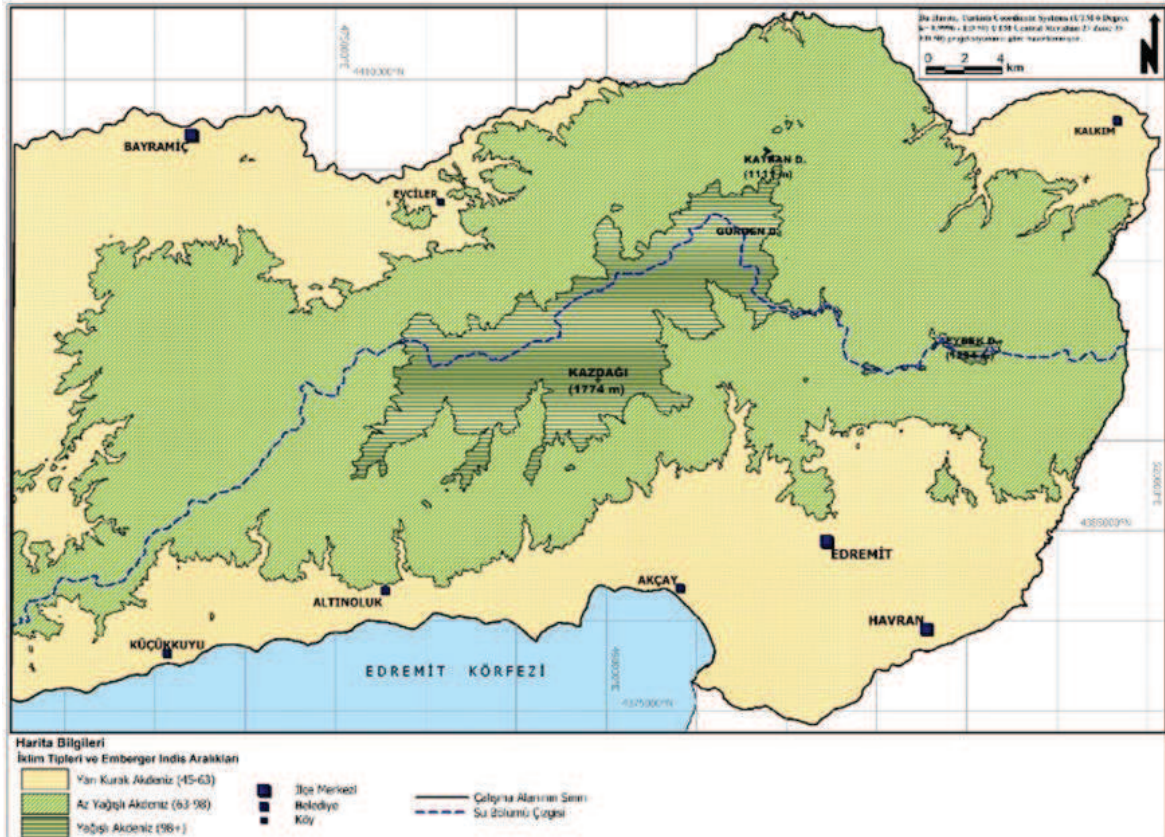


Şekil 2. 18: Erinc İklim Sınıflarının Referans Dönemi (1971-2000) Alansal Dağılışı Grafiği

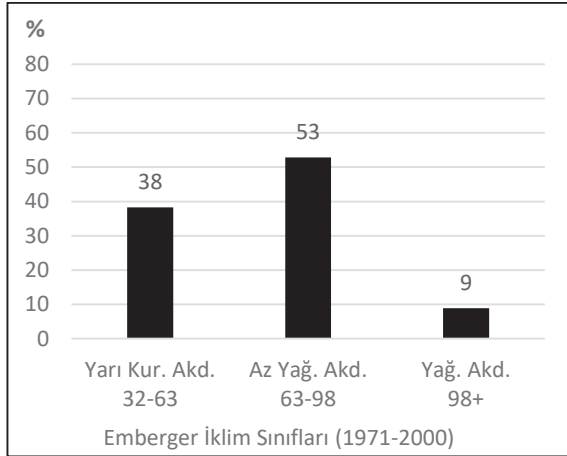


Emberger iklim sınıflandırmasına göre sahada yağışlı Akdeniz iklimi aynı dönemde daha çok güney yamaçta etkilidir. Araştırma alanındaki yerleşmeler yarı kurak iklim etkisi altındadır (Şekil 2.19). Kazdağı ve yakın çevresi referans döneminde %38 oranında yarı kurak Akdeniz iklimi, %53 oranında az yağışlı Akdeniz iklimi ve %9 oranında yağışlı Akdeniz iklimi etkisi altındadır (Şekil 2.20).

Şekil 2. 19: Referans Dönem (1971-2000) Emberger İklim Dağılışı Haritası

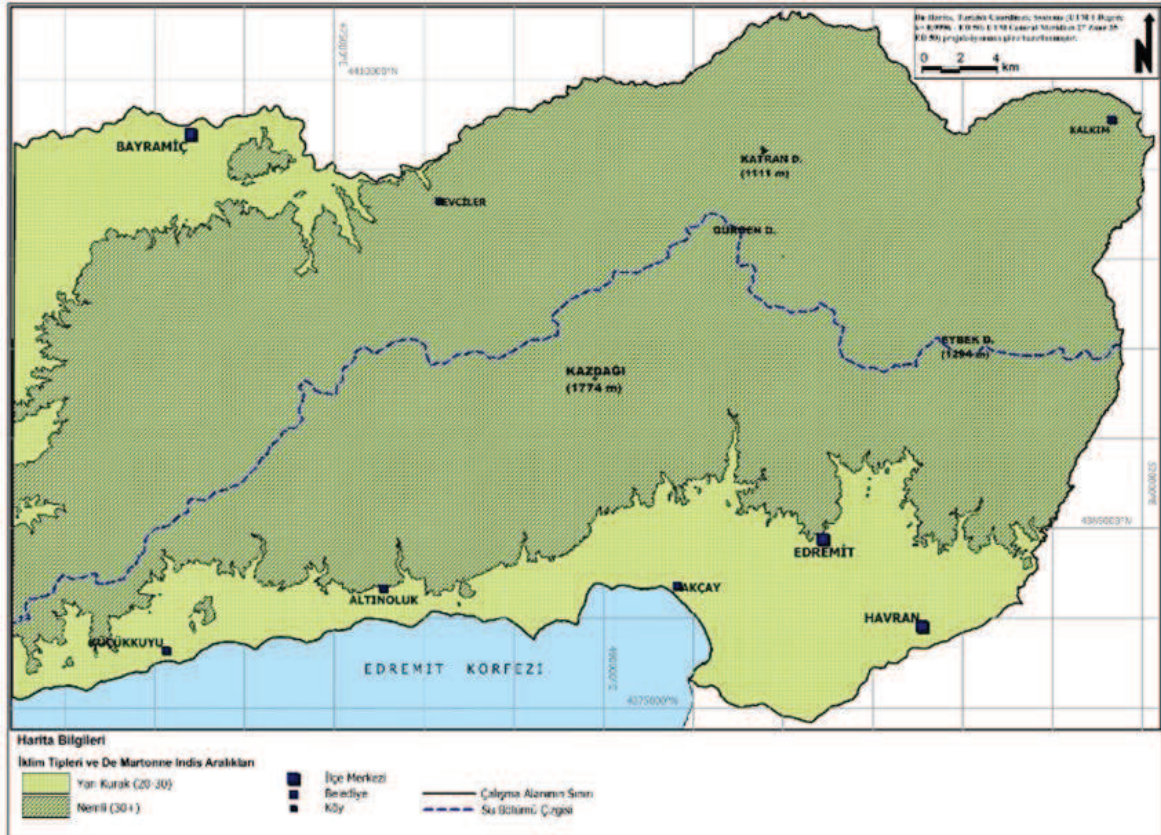


Şekil 2. 20: Emberger İklim Sınıflarının Referans Dönem Alansal Dağılışı Grafiği

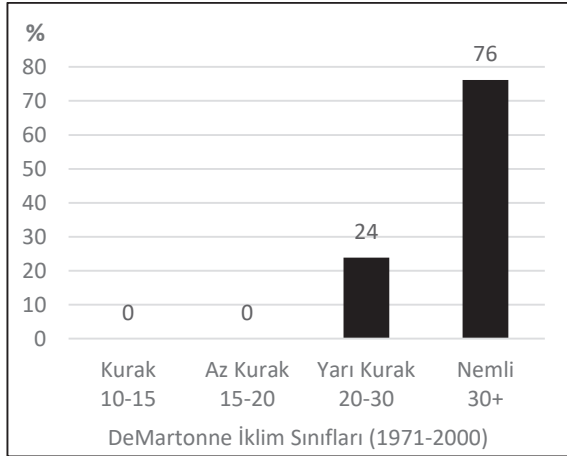


De-Martonne iklim modeline göre araştırma alanında ilçe merkezi durumundaki ve belediyeli yerleşim alanları yarı kurak iklim etkisi altındadır (Şekil 2.21). Referans döneminde nemli iklim etki alanı sahanın %76'sını; yarı kurak iklim alanı ise %24'ünü kaplamaktadır (Şekil 2.21).

Şekil 2. 21: Referans Dönem (1971-2000) De-Martonne İklim Dağılışı Haritası



Şekil 2. 22: De-Martonne İklim Sınıflarının Referans Dönemi Alansal Dağılım Grafiği

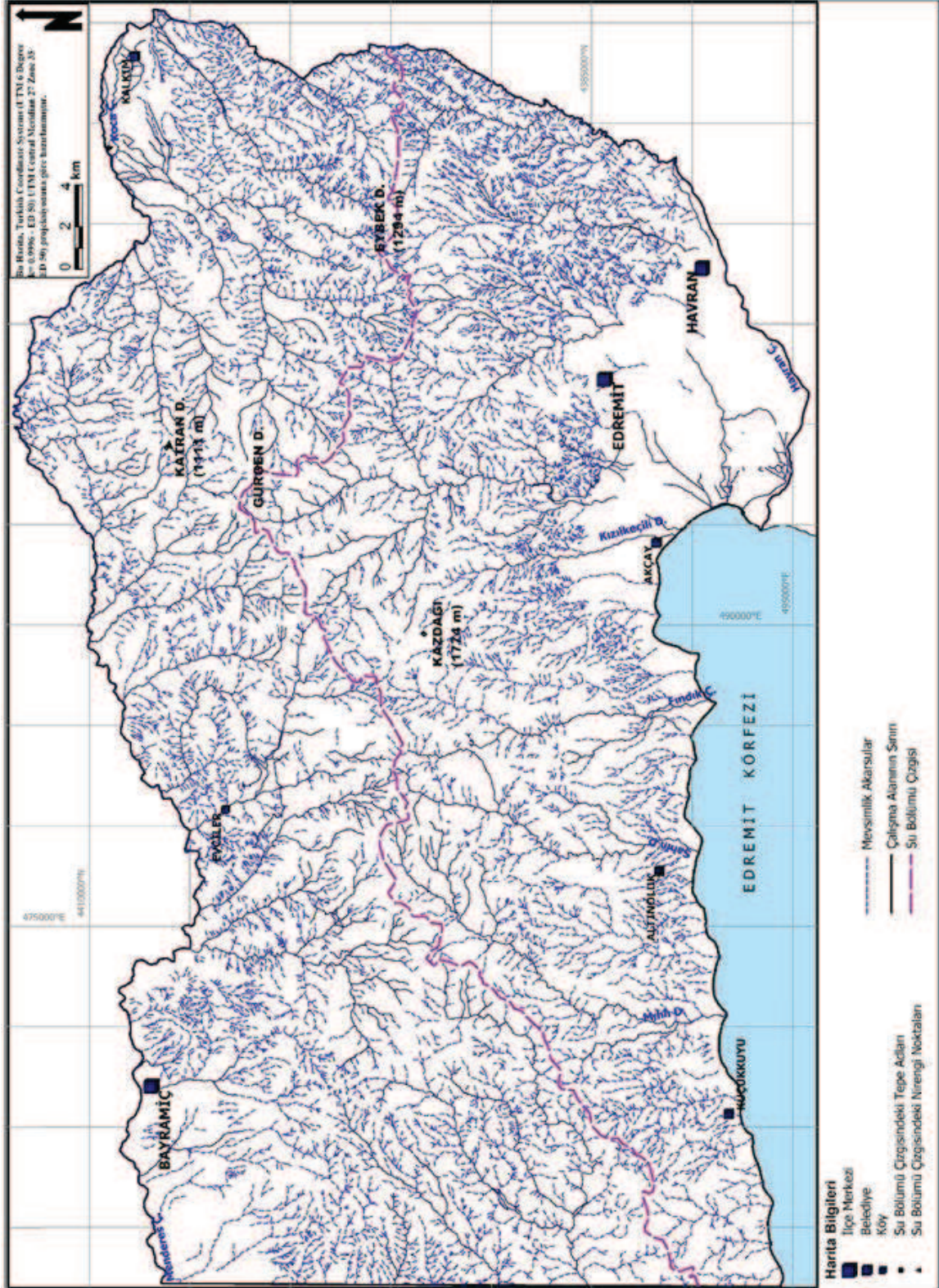


2.4 Hidrografik Özellikler

Akarsu ağı, bir yörenin su potansiyeli ve jeomorfolojik özelliklerinin anlaşılması açısından önemlidir. Kazdağı'nda kısa mesafelerde yaklaşık 1800 metreye ulaşan dağ kütlesi ile yamaçlar ile yamaçların kuzey ve güneyinde gelişmiş düzlükler sahanın temel jeomorfolojik unsurlarıdır. Bu özellikler sahada direnajın belirlenmesinde önemli rol oynar.

Sahip olduğu yükselti, litolojik ve jeomorfolojik özellikleri nedeniyle araştırma alanında yoğun bir direnaj ağı gelişmiştir (Şekil 2.23). Bu nedenle Kazdağı "Bin Pınarlı İda" olarak anılır. Sahadaki sürekli akarsular Kazdağı'ndan kaynağını almakta ve temelde ışınal şekilli bir direnaj yapısı oluşturmaktadır. Kuzey ve güney yamaçlarda kuvvetli eğim nedeniyle paralel/subparalel bir direnaj sistemi ve konsekant vadi yapıları gelişmiştir (Koçman vd. 2007). Kalkım depresyonu'nda akarsuların çevredeki yüksek alanlardan gelerek Kocaçay'da toplanması sentripetal drenaj tipi meydana getirmiştir. Bu yapı kısmen Edremit –Havran depresyonunda da görülse de bu kesimde tam olarak gelişmemiştir (Şekil 2.23).

Şekil 2. 23: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Drenaj Haritası



Dağın uzanış doğrultusuna göre akarsular ana hatlarıyla, kuzey yamaçta Karamenderes nehrine, güney yamaçta ise Edremit körfezine dökülür. Kuzey yamaçtaki belli başlı akarsular olan Üzümlük çayı ve Bıçkı deresi Bayramiç-Evciler depresyonunda Karamenderes nehrine dökülür, oradan da Çanakkale boğazına ulaşır. Kuzeydoğuda ise Bıçkı deresi, Kovanlık dere, Çelebi deresi Kalkım depresyonunda Kocaçay'da toplanarak Marmara denizine dökülür. Güney yamaçta, başlıca akarsular batıdan doğuya doğru, Mıhlı deresi, Şahin deresi, Fındık çayı, Karakeçili deresi, Edremit çayı ve Havran çayı'dır. Bu akarsuların tümü Edremit körfezine dökülürler.

Sahada en büyük akarsu çalışma alanının kuzey sınırını şekillendiren, Bayramiç-Evciler depresyonu içerisinde uzanan Karamenderes çayıdır. Karamenderes, Bayramiç depresyonunda yatak eğiminin azlığı nedeniyle menderesler yapar, örgülü direnaj yapısına ve geniş kum adalarına sahiptir. Karamenderes nehrinin uzanışını belirleyen faktörler üzerine çeşitli görüşler olsa da bu saha üzerine yapılan çizgisellik analizleri sonucu fay hatları ve yapısal özelliklerin akarsuyun uzanışında belirleyici etken olduğu belirtilmiştir (Koçman vd. 2007). Sahanın morfolojik gelişiminde tektonizmanın önemli yeri olması direnaj tiplerinin de bu morfolojiye göre şekillenmesini sağlamıştır. Yöre, Akarsu direnaj tipleri açısından çeşitlidir. Böylece sahada Bayramiç barajı doğusunda sübsekant bir direnaj yapısı, doruk kesimi güneyinde dantritik direnaj örnekleri, Evciler çevresinde ve Dağoba, Toluklar civarında Evciler plütonunun varlığı ve dom yapısının gelişmemesi nedeniyle eliptik direnaj görülmekte vadilerin enine profillerinde ise asimetrik yapılar dikkat çekmektedir (Koçman vd. 2007).

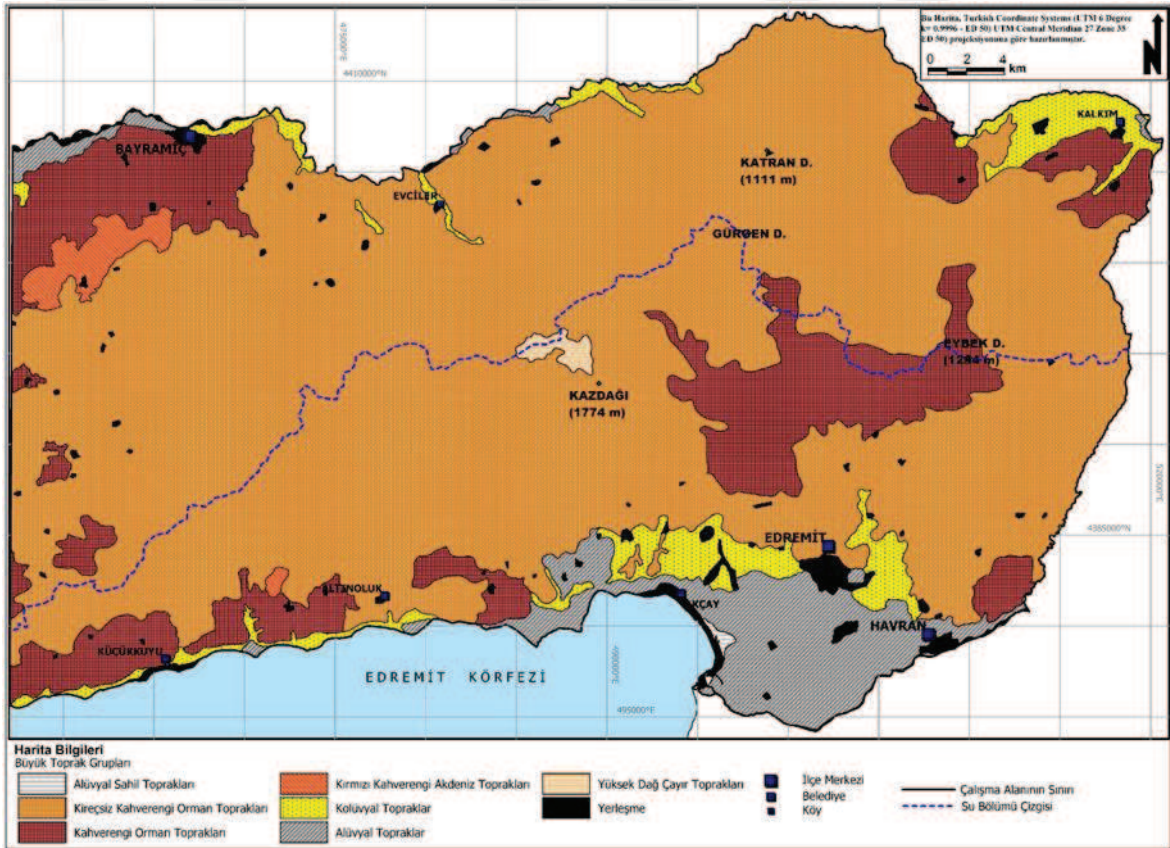
Kazdağı yer altı suyu rezervi açısından zengin bir potansiyele sahiptir. Kazdağı'nın aktif tektonik ve mevcut jeolojik yapısı itibarıyla gelişen çatlaklı ve boşluklu litoloji sahip olduğu bu zengin su kaynağının nedenidir.

2.5 Toprak Özellikleri

Dünya toprakları 1938 yılında ABD Tarım Bakanlığı tarafından zonal, azonal ve intrazonal toprak takımları altında 18 büyük toprak grubuna ve 30 büyük toprak sınıfına ayrılmış; ancak çok geçmeden bu sınıflandırma sistemi yetersiz kalmıştır. Bir grup sınıflandırma denemeleri ardından 1960 yılında 7. Toprak Sınıflandırma Sistemi (1960) geliştirilmiştir. İlerleyen yıllarda bu sınıflandırma sistemi de güncellenerek 1975 yılında ABD Tarım Bakanlığı Toprak Muhafaza Servisi tarafından Toprak Taksonomisi yayınlanmıştır. Bu yeni sınıflandırma sisteminde topraklar genelden özele doğru, takım ve alt takımlara, büyük grup ve alt gruplara ve familya ve seriler ile en küçük toprak grubu olarak pedon'lara ayrılmaktadır. Sınıflandırma kategorileri toprak morfolojisi, toprağın fiziksel ve kimyasal

yapısına göre ayrılmıştır. Diğer taraftan, 1974 yılında dünya toprak sınıfları arasında birlik sağlamak ve ortak bir lejand oluşturmak amacıyla FAO – UNESCO toprak sınıflandırma sistemi geliştirilmiştir. Bu sınıflandırma sisteminin özelliği, 7. Toprak Sınıflandırma Sistemi temeline dayanmasının yanında, toprak kullanım ve amenajmanı, toprağın tekstür, taşlılık, eğim, tuzluluk gibi özelliklerinin de dikkate alınarak uygulanmış olmasıdır (Atalay 2011). Bu sistemde oluşumlarına göre topraklar 26 ana sınıfa, ayrıntılı özelliklerine göre ise 106 alt sınıfa ayrılmıştır (URL9: 18.11.2017). FAO-UNESCO toprak sınıflandırması temelde toprak genetiğine dayanmaktadır (Atalay 2011). Eski Toprak sınıflandırmasına göre araştırma alanının büyük kısmını (%72) Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları kapsamaktadır (Şekil 2.24; Tablo 2.4).

Şekil 2. 24: Kazdağı ve Yakın Çevresinin Büyük Toprak Grupları Dağılım Haritası (TRGM,1980)



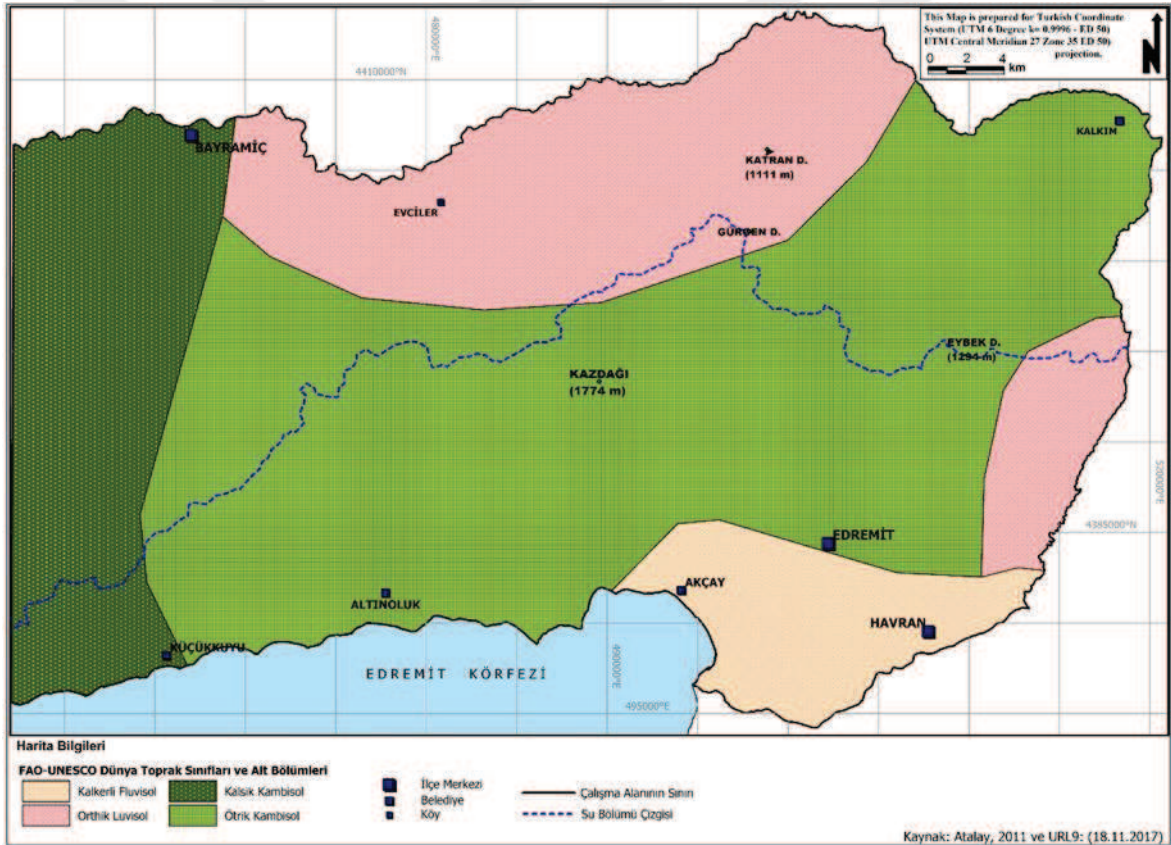
Bayramiç güneyi, Edremit'in kuzeyi ve Edremit körfezine dökülen akarsuların vadilerince derince yarılan alanlarda Kahverengi orman toprakları (%15) dağılım göstermektedir. Aşındırma ile yüksek kesimlerden taşınan materyallerin oluşturduğu birikinti koni ve yelpazeleri, toprak grupları dağılım haritasında yamaç eteklerinde gözlenmektedir.

Tablo 2. 4: Büyük Toprak Gruplarının Alan ve Oransal Dağılımları

| Toprak Grupları | Alan (km ²) | Oran (%) |
|---------------------------------------|-------------------------|----------|
| Alüvyal Sahil Toprakları | 1 | 0 |
| Yüksek Dağ Çayır Toprakları | 6 | 0 |
| Alüvyal Topraklar | 106 | 6 |
| Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları | 1310 | 72 |
| Kahverengi Orman Toprakları | 273 | 15 |
| Kolüvyal Topraklar | 81 | 4 |
| Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları | 20 | 1 |
| Yerleşim Alanları | 24 | 1 |

FAO-UNESCO toprak sınıflandırmasına göre, araştırma alanında 1/5.000.000 ölçekli ana toprak gruplarından Fluvisoller, Luvisoller ve Kambisoller geniş alan kaplamaktadır (Şekil 2.25).

Şekil 2. 25: Kazdağı ve Yakın Çevresinin FAO-UNESCO Toprak Sınıfları Dağılım Haritası (URL9)



Fluvisoller, akarsuların taşıdığı malzemelerin biriktirilmesi sonucu oluşan jeomorfolojik unsurlar olan birikinti koni ve yelpazeleri, deltalar ve kolüvyal depolarını kapsamaktadır. Araştırma alanında Flüvisollerin alt bölümlerinden kalkerli flüvisoller gözlenmektedir. Kalkerli flüvisoller 20-50 cm arasındaki toprak derinliğinde bulunan kireçli topraklardır (Atalay 2011). Kalkerli flüvisollerin araştırma alanının Edremit-Havran ova tabanında yayıldığı görülmektedir (Şekil 2.25). Bu toprak grubu sahanın 135 km²lik alanında, tüm sahanın % 7'sini kapsamaktadır (Tablo 2.5).

Tablo 2. 5: FAO-UNESCO Toprak Sınıflarının Alansal ve Oransal Dağılımları

| FAO-UNESCO Toprak Sınıfları | Alan (km ²) | Oran (%) |
|-----------------------------|-------------------------|----------|
| Ötrik Kambisol | 976 | 54 |
| Kalkerli Fluvisol | 135 | 7 |
| Kalsik Kambisol | 290 | 16 |
| Orthik Luvisol | 422 | 23 |

Araştırma alanındaki diğer toprak grubu Luvisollerdir. Luvisoller kilin taşınarak birikmesi ile oluşur. Bu topraklar, %50'den fazla bazik özelliğindedir. Kurak koşullarda, 125 cm derinliğe kadar gelişirler. Sahada, bu toprak grubunun orthik luvisol alt katmanı bulunmaktadır. Orthik Luvisoller A katmanı olmayan, kil içeren B katmanı içerirler (Atalay 2011). Orthik luvisollerin sahada Bayramiç doğusundan itibaren kuzey yamacın büyük kısmında ve Eybek dağı doğusunda yer aldığı görülür (Şekil 2.25). 422 km² alana yayılan bu toprak alt katmanı, sahanın %23'ünü kapsamaktadır (Tablo 2.5).

Sahada diğer ana toprak grubu, en geniş alana yayılan Kambisollerdir. Bu grup, sahanın %70'ini kapsamaktadır. Kambisoller, latince cambiore kelimesinden gelir, toprağın, renk ve yapısının değişmesi anlamındadır. Çeşitli alt katmanları bulunur. Çalışma alanında Ötrik ve Kalsik Kambisollerin dağılımı görülür. Ötrik kambisoller 20-50 cm arası toprak derinliğinde, %50'den az baziklik özelliği olan A katmanı içeren ve sahada %54 oranı ile en yaygın bulunan toprak alt katmanıdır (Tablo 2.5). Sahanın tüm güney yamacında ve Kalkım depresyonunda dağıldığı gözlenmektedir (Şekil 2.25).

Çalışma alanınının 290 km²'lik tüm batı kesimindeki platoluk sahayı kalsik kambisol alt toprak grubu kapsamaktadır (Şekil 2.25). Bu topraklar yüzeyden 125 cm derinliğinde yumuşak kirece sahip ve yarım metre derinliğe kadar kireçli olan topraklardır (Atalay 2011).

2.6 Bitki Örtüsü Özellikleri

Dünya üzerinde yayılan bitki türleri temelde türlerin birbirlerine yakınlığı (familya alanları) ile sınıflandırılırlar. Humboldt ile başlayan Dünya bitkilerinin sınıflandırılması üzerine çalışmalarda Grisebach, Good, Engler, Drude, Diels ve Gaussen'in önemli katkıları olmuştur. Gaussen, Türkiye'yi dünya üzerinde tanımladığı 8 flora bölgesinden (1.Holarktik 2.Akdeniz 3.Hint-Afrika 4.Pasifik Adaları 5.Neotropikal 6.Güney Afrika 7.Antarktika 8.Avustralya) biri olan Akdeniz flora bölgesi içine, Diels ise Holarktis flora bölgesine dâhil etmiştir. Daha sonra, Zohary ve Davis'in katkılarıyla bitki sınıflandırma sistematigi önemli temele oturmuştur. Zohary ve Davis'in sınıflandırma sistematiğindeki fark Zohary'nin geçmişteki flora alanlarını da sınıflandırmada göz önünde bulundurması, Davis'in ise sınıflandırmanın bugünkü flora kompozisyonuna göre yapılmasının daha doğru olduğunu düşünmesidir. Buradan hareketle, Davis'e göre Türkiye'de, Avrupa-Sibirya; Akdeniz ve İran-Turan olarak üç flora bölgesi ayırt edilmiştir (Avcı 1993).

Türkiye zengin bir bitki varlığına sahiptir. Bunun önemli bir nedeni bu bitki varlığının Kuvaterner iklim değişiklikleri ile şekillenmiş olmasıdır. Son buzul çağında soğuk ve kurak iklim ortamı oluşması nedeniyle, orta Anadolu'nun alçak kesimleri bozkırlar ile kaplanmış, dağlık topografya yüksek kesimlerinde Avrupa-Sibiryaya bitki elementleri (sarıçam ve huş) yayılmıştır. Ladin ve sarıçamlar Karadeniz kıyısına, Ege ve Akdeniz elementleri ise güney yamaçların alçak kesimlerine kaymıştır (Atalay 2005). Bununla birlikte, günümüz Türkiye bitki dağılışı ağırlıklı olarak Holosen iklim koşullarından etkilenmiştir. Günümüz iklim koşullarına geçerken soğuk dönemdeki bitki yayılış şekli tersine bir göçe dönüşmüştür. Nitekim Doğu Karadeniz kıyısına inmiş olan ladin ve sarıçamlar üst zonlara kaymış, Karadeniz ardı oluklarındaki Akdeniz elementleri alanlarını genişletmiş, İç Anadolu yüksek kesimlerinde yayılmış sarıçam toplulukları yerini bozkır ve kurakçıl ormanlara bırakmıştır. Fakat bugünkü koşullarda tüm bu bölgelerde eski koşulların kalıntıları niteliğinde örnekler görmek mümkündür. Ayrıca bazı alanlarda hem Avrupa-Sibiryaya hem de Akdeniz elementleri bir arada bulunmaktadır. Bu durumlar, bu türlerin tersine göç ile doğal ortamlarına tam anlamı ile çekilmemiş olduklarının göstergesi olarak düşünülmektedir (Atalay 2005).

Türkiye, bitki sistematikindeki kademe sayısı (takson) itibariyle Avrupa'ya eşdeğer bir düzeydedir. Türkiye'nin tüm kuzey Anadolu bölgesini kapsayan Öksin provensi Avrupa – Sibiryaya flora bölgesinin ülkemizdeki kısmını temsil eder. Bu bölge, iğne yapraklı türlerin de dâhil olduğu geniş yapraklı, ılıman ormanları karakterize eder. Öksin provensi Karadeniz kıyı kesimi boyunca nemcil yayvan yapraklı ve karışık ormanları içerir. Kazdağı'nın kuzeydoğu kısmı dâhil, Karadeniz kıyı gerisindeki alt öksin sektörü ikincil nemcil yayvan yapraklı ve karışık ormanları temsil eder. Öksin provensinin diğer yayılış alanı orta Anadolu'da kurakçıl geniş step sahasıdır (Avcı 1993). Akdeniz flora bölgesi, Türkiye'de tüm Akdeniz ve Ege kıyı kesimi ile kuzeyde Gelibolu'yu kapsar. Kazdağı'nın batı ve güney kesimi Akdeniz flora bölgesinin Batı Anadolu sektörü içerisinde yer alır. İran-Turan bölgesi İç ve doğu Anadolu platolarını kapsar. Step ve dağ stebi ile karakterize edilir (Avcı 1993).

Araştırma alanı ve çevresine yönelik veya araştırma alanını kapsayan bitki varlığı üzerine, geçmişten günümüze pek çok araştırma yapılmıştır (Pamukçuğlu 1976; Atalay 1994; Akman 1995; Gündördü 1996; Günal 1997; Özel 1998; Özel ve Gemici 2001; Cürebal vd. 2012; Koç ve Aslan 2013).

Çalışma alanının yer aldığı Güney Marmara'nın batı kesiminde, Biga yarımadası'nda ormanlar, Kazdağı'nın kuzey ve güney yamaçlarında, Yenice ve Gönen'de yayılır (Efe ve Sönmez 2006).

Türkiye'de metamorfik masiflerin büyük çoğunluğunun 'Önemli Bitki Alanı' olarak nitelendirildiği ve endemizm açısından değerli olduğu görülür (Avcı 2005). Bu alanlar

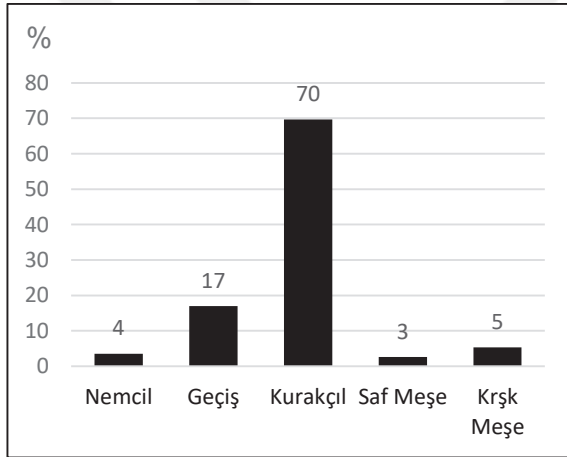
ultramafik kayalarla birleşmiş serpantinitle açısından zengindir (Gemici vd. 1992). Kazdağı'nın da metamorfik özellikli izole bir dağ olması, Kazdağı florasının zenginliğinde ve endemizmde önemli bir etmendir. Kazdağı florasını kuzeydoğuda Avrupa-Sibirya flora bölgesi, alt öksin sektörün nemcil yayvan yapraklı ve karışık ormanları ve güneyde Akdeniz flora bölgesi, batı Anadolu sektörünün çalı klimaksı oluşturur. Kazdağı'nda 101 familya'ya ait 900 bitki taksonu tespit edilmiştir; bunların %24'ünün Akdeniz elementi, %17.64'ünün Avrupa-Sibirya elementi ve %13.3'ünün İran-Turan elementleri olduğu bildirilmiştir (Özel ve Gemici 2001; Gemici vd. 1992). Kazdağı'nın endemik oranı %9'dur (Özel ve Gemici 2001). Kazdağı endemikleri önemli ölçüde neoendemik, diğer bir deyişle, sahada son jeolojik dönemde oluşmuş olduğu için bu dağa özgü ve dar yayılışlıdır (Özel ve Gemici 2001; Gemici vd. 1992).

Kazdağı'nın bitki varlığı, orman vejetasyonu, çalı vejetasyonu ve yüksek dağ vejetasyonu şeklinde üç grupta ele alınabilir. Kazdağı'nın güney yamaçlarında Akdeniz iklimine bağlı olarak tipik Akdeniz karakteristiği olan maki bitki örtüsünün yayılışı beklenir; ancak, bu bölgede tarım ve aşırı yapılaşma etkinlikleri nedeni ile maki bitki örtüsü tahrip edilmiştir. Kızılçam ormanlarının tahribiyle gelişmiş maki elemanları genellikle 200-300 m yükselti aralığında yayılmakta, ancak kızılçam ve karaçam ormanları içinde 1000 m seviyesine kadar çıkmaktadır (Koç ve Arslan 2013). Bölgede baskın çalı vejetasyonu ve yaygın olarak 250-600 m yükselti aralığında, akçakesme (*Phillyrea latifolia*), mazı meşesi (*Quercus infectoria*), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*), menengiç (*Pistacia terebinthus* var. *Terebintgus*), yabani kuşkonmaz (*Asparagus acutifolius*), süpürge çalısı (*Osyris alba*), tüylü laden (*Cistus creticus*), saçlı meşe (*Quercus cerris*), karaçalı (*Paliurus spina-christi*), erik (*Prunus divaricata*), adi kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*) türleri görülmektedir. Yüksek dağ stebi kuşağında (1700 m) ise adi ardıç (*Juniperus communis* ssp. *nana*), geven (*Astragalus idaea*) ve kaya vejetasyonu görülür (Özel ve Gemici 2001).

Kazdağı ormanları, orman amenajman planlarındaki birliklerin dağılışı durumu (Şekil 1.2) analiz edildikten sonra ağaç formasyon gruplarına ayrılmıştır (Şekil 1.3). Ağaç formasyon grupları, saf olarak yayılan kurakçıl türler ve nemcil türler; birlikler halinde yayılan kurakçıl ve nemcil türler ve son olarak, saf olarak yayılan meşe ile birlikler halinde bulunan meşeler şeklinde belirlenerek gruplara ayrılmıştır (Şekil 1.3).

Araştırma alanının Ağaç Formasyon alanlarının tüm sahaya oranları incelendiğinde nemcil formasyon alanı tüm araştırma alanının %4'ünü kapsamaktadır (Şekil 2.26). Nemcil formasyon 400-1600 m yükselti aralığında büyük oranda kuzey havzada yayılmaktadır (Şekil 2.27). Geçiş formasyonu aynı ortamda birlik oluşturan kurakçıl ve nemcil türler temel alınarak belirlenmiştir. Geçiş formasyon alanı sahada %17 oranında paya sahiptir (Şekil 2.26) ve çoğunlukla kuzey havzada yayılmaktadır (Şekil 2.27). Saf Meşe alanı %3, karışık meşe ise %5'lik bir orana sahiptir (Şekil 2.26). Kurakçıl grup içerisinde saf ve karışık kurakçıl türler, ziraat alanları ve yabani zeytin yayılışları birleştirilmiştir. Kurakçıl alan sahanın %70'ini kaplamakta ve formasyon grupları içerisinde en geniş alana yayılmaktadır. Kurakçıl formasyon ayrıca yükselti genliği en yüksek formasyon alanıdır (Şekil 2.26).

Şekil 2. 26: Ağaç Formasyon Alanlarının Oransal Dağılım Grafiği



Şekil 2. 27: Ağaç Formasyon Alanlarının Havzalara Göre Yükselti (m) Analizi

| Ağaç Formasyon Tipleri | Güney Havza | | | Kuzey Havza | | | | |
|------------------------|-------------------------|-----|------|-------------|-------------------------|-----|------|-----|
| | Alan (km ²) | Min | Max | Ort | Alan (km ²) | Min | Max | Ort |
| Nemcil | 11 | 402 | 1607 | 1047 | 38 | 402 | 1470 | 985 |
| Geçiş | 72 | 256 | 1661 | 989 | 164 | 135 | 1646 | 703 |
| Kurakçıl | 696 | 0 | 1739 | 453 | 653 | 29 | 1711 | 473 |
| Saf Meşe | 15 | 78 | 1370 | 796 | 22 | 70 | 1212 | 469 |
| Karışık Meşe | 24 | 18 | 1286 | 874 | 50 | 298 | 1361 | 627 |

BÖLÜM III

AĞAÇ FORMASYON ALANLARINDA GÜNCEL İKLİM ÖZELLİKLERİ

İklim, bir yerdeki toprak, su ve biyolojik varlıkların özelliklerini ve yayılışlarını belirleyen bir etmendir. İklim koşullarının doğanın var olan potansiyelinin korunması ve sürdürülebilirliği açısından önemi vardır. Sıcaklık ve yağış iklimin iki temel faktörüdür. Yağış özellikleri bir alandaki toprak özelliklerinin oluşmasında ve toprak erozyonunun şiddetinde etkilidir (Çağlar 2003).

İklimsel faktörler birbirlerinin bileşkesi olarak, birbirleri ile etkileşerek canlıları etkiler. İnsanların yer seçimi için kendilerine uygun sıcaklık alanlarını tercih ederken su kaynaklarına yakınlığını da düşünmeleri gibi. Bitkiler de en uygun yaşam ortamları için belirli sıcaklık aralıklarına ihtiyaç duyarlar (Kocataş 2014).

Çevresel ya da ekolojik etmenler canlıları, ortamdan yok etme, göç, gelişimini engelleme gibi kısıtlamalarla doğrudan ya da dolaylı olarak etkiler. Canlılar ile mekân arasındaki ilişkide temelde canlı varlıklar ile iklim, toprak özellikleri, su varlığı gibi cansız etmenler ve/veya besin maddesi, rekabet, yırtıcılık gibi biyotik etmenler değerlendirilir. Canlı-ortam etkileşiminde sırasıyla, ışık ve sıcaklık; toprağın nemi gibi yağışa bağlı dolaylı faktörler; beslenme ve türler arası ilişkiler gibi biyotik faktörler önem arz eder (Kocataş 2014). Canlının yaşamı için gerekli elementler o sahada yeterli olmayabilir. Bu durumda yetersiz olan besin elementi bu alanın verimini sınırlandırır ve canlı gelişemez. Her canlının yaşamında gerekli olan tüm ekolojik faktörler için en düşük ve en yüksek hoşgörü (tolerans) alanı bulunur. Hoşgörü alanı içinde canlının en iyi yetiştiği (optimum) faktörler ile o canlının en iyi yaşam alanı (optimum alan) belirlenir. Bununla birlikte canlı yaşamı için gerekli olan ekolojik faktörler yetersiz olursa gelişim en düşük hoşgörü sınırına doğru kayarak yetersiz etmen, sınırlayıcı etmen haline gelir. Ancak canlılar fizyolojik yapılarında iç koşullarını dış etkenlere bağlı değişikliklere karşı dengede tutma yeteneğine de (homeostasis) sahiptir (Kocataş 2014).

Ekolojik etmenlerin değişimiyle farklı çevresel ortamlarda yaşamlarını sürdürebilme yeteneği (ekolojik valans) geniş olan türler (Euryök türler) çok farklı ortamlara kolayca uyum sağlayabilirler. Bu yetenek kısıtlı ise (Stenök türler) değişime uyum kabiliyeti daha dar olacaktır. Örneğin sıcaklığa karşı ekolojik valansı dar türler (stenoterm) ve sıcaklığa karşı

ekolojik valansı geniş türler (Euriterm) gibi. Türkiye'nin zengin dağlık morfolojik yapısı ve buna bağlı kısa mesafelerde değişen sıcaklıkları göz önüne alındığında Meşe, Türkiye'nin hemen her tarafında yetişebildiği ve 18 türe sahip geniş yayılışlı bir cins olarak euriterm yani sıcaklığa karşı ekolojik valansı geniş bir bitkidir. Kazdağı Göknarı ise stenoterm bir türdür. Dolayısıyla, geniş yayılma yeteneğine sahip olan türlerin (Euritop) ekolojik valansı yüksek, dar yayılma yeteneğine sahip türlerin ise (Stenop) ekolojik valansı düşüktür. Minimum yasası gereği geniş alanlara yayılabilme yeteneği genellikle türlerin gelişim evrelerindeki yaşam kapasitesine bağlıdır. Canlıların yeryüzündeki yayılışları, ekolojik valanslarının yanında geçirdikleri paleocoğrafik süreç, üreme iç güdüleri, çeşitli çevresel faktörlere karşı hoşgörü sınırlarına da bağlıdır. Hoşgörü sınırlarında meydana gelen değişiklikler, fizyolojik ve morfolojik uyum ile çeşitlenme, ekotip veya ekolojik ırkların doğmasını sağlar; bu durum türlerde farklılaşmayı meydana getirir. Böylece grupların genetik tolerans limitleri farklılaşır. Ekotipler aynı türün farklı iklim, toprak ya da biyotik özelliklere uyum sağlaması sonucu genotipik yapılarının da farklılaşması ile meydana gelirler (Kocataş 2014).

3.1 Ağaç Formasyon Dağılışı ile Sıcaklık Arasındaki İlişkiler

Sıcaklık, canlıların yayılış sınırlarını belirleyen etmenlerin başında gelmektedir. Buzul dönemlerinde boreal ağaç türleri güneye, Akdeniz yakınlarına kadar göç etmişlerdir. Boreo-alpin olarak adlandırılan bu türler Holosen koşullarında yalnızca yüksek dağlarda uyum sağlanabilecek ortam koşullarında kalmışlardır. Sıcaklık bitkilerin yer seçiminde ilk etkiyi yapmaktadır (Kocataş 2014). Yıllık ortalama sıcaklığın yıllık ortalama yağışa göre bitki davranışında daha güçlü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Moles vd. 2014). Aynı iki tür bir dağın kuzey ve güney yamacında farklı yükseklik aralıklarında yayılır. Sıcaklık-bitki ilişkisinde diğer önemli etmen sıcaklığın bitkilerin vejetatif dönemdeki etkisidir. Ortam sıcaklığı bitkinin alt kritik sınırına yaklaştığında bitkinin yaşam süresinin uzadığı tespit edilmiştir (Kocataş 2014). Bitki türlerinin çoğu yaşam ortamlarında oluşabilecek sıcaklık değişikliklerine karşı toleranslıdır. Karasal ortamlarda kutuplardan ekvatora ya da dağların yüksek kesimlerinden alçak kesimlerine gidildikçe ya da tersi bir süreçte, bitkilerin değişen iklim koşullarına uyum sağlaması gerekir, burada bahsedilen fizyolojik uyumdur. Bitkilerin tolere edebildiği en yüksek veya en düşük sıcaklık derecesi iklime alışma için (aklimatasyon) gerekli olan zaman aralığının bulunmasına bağlıdır. Bitkiler aşırı sıcaklık koşullarına uyum sağlayabilmek için tohum, spor, kist, yumurta, pupa gibi yapılar oluşturur. Bazı türler osmotik basıncı artırıp donma noktasını aşağı seviyeye çekerek bazı türler ise dokularındaki su oranını düşürerek donmaya karşı tedbir alır (Kocataş 2014).

Sıcaklık faktörü bitkilerin vejetatif faaliyetleri açısından (çimlenme, çiçek açma, yapraklanma, meyva olgunlaşması) çok önemlidir. Birçok bitkinin yaşayabilmesi için

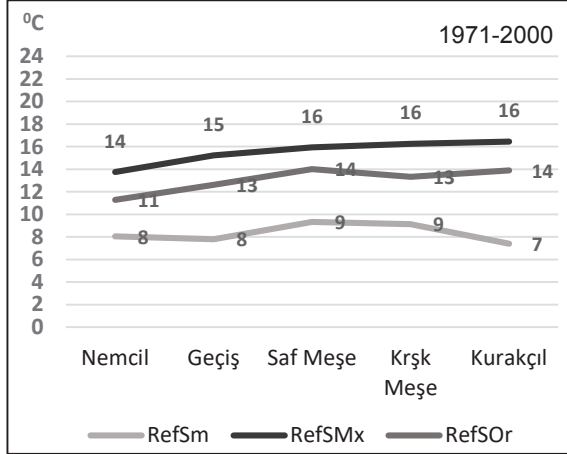
sıcaklığın 20°C altına düşmemesi gerekir. Bitkilerin dayanabildiği en yüksek sıcaklık değeri 40°C'dir. Bitkiler, dinlenme devrelerinde çok yüksek ve çok düşük sıcaklıklara dayanabilirler. Her bitki türünün istediği en elverişli sıcaklık (en uygun sıcaklık) değeri vardır. 20°C üstü sıcaklık isteyen bitkiler megaterm; 15-20°C arası mezoterm, 0-4°C arası mikroterm'dir. Buna göre bazı bitkiler fazla soğuğa ya da çok sığağa dayanıksız olurlar. Mezoterm ve mikroterm bitkilerin dayanabildikleri en düşük sıcaklık sınırı yıl içerisinde geçildiği için bu dönemlerde yaşam fonksiyonları durur; bu dönemlerde ılıman kuşakta yapraklı ağaçlar yapraklarını döker, sıcaklık yetersizliğinden dolayı fotosentez ve solunum yapamaz hale gelirler. Bazı bitkilerin de toprak üstü organları soğuk dönemde ortadan kalkar, kimi toprak yüzünde küçük tomurcuklar halinde, kimi de yumrular halinde toprak altında elverişsiz dönemleri geçirir. Bitkilerin vejetatif dönemde ihtiyaç duyduğu sıcaklık miktarı vejetasyon süresinin başlamasıyla hesaplanır. Sürekli sıcaklıktan mahrum olan kutuplara yakın ya da yüksek dağ kesimlerinde bitkiler bulunmaz. Deniz kıyısından itibaren yükseltiye bağlı olarak sıcaklıkların düşmesiyle vejetasyon kuşakları oluşur. Deniz seviyesi itibariyle Akdeniz bitkileri kuşağı ardından yayvan yapraklı karışık ormanlar ve iğne yapraklı ağaçlardan oluşan katman ile orman üst sınırı ve psödo alpin ya da alpin çayır kuşağı sıralanır. Orman üst sınırı iklim koşullarının elverişsizleştiği yerde ormanın dağınıklaşmasıyla hatta tek tek yayılmasıyla tanınır (İzbrak 1976).

Sıcaklığın bitkiler üzerindeki etkisi vejetasyon süresinin uzunluğunu da belirler. Yaz mevsiminde Türkiye'de bölgeler arası sıcaklık farkı 10-15°C'dir. Türkiye'de vejetasyon süresi sıcaklıkların +8°C ve üzerine çıkmasıyla, özellikle ağaçların tomurcukları patlamaya başladıkları zaman başlar. Sıcaklıkların +8°C altına düşmesiyle vejetasyon dönemi sona erer. Vejetasyon evresi kıyı bölgelerin büyük bölümünde 200 günden fazladır. Batı kıyılarında Mart ortası gibi başlayan vejetatif faaliyet Ege ve Akdeniz kıyılarında Aralık ortalarına kadar sürer. Türkiye'nin batı kıyılarında sıcaklık isteği yüksek ve dona karşı hassas kızılçam, maki ve frigana vejetasyonu baskındır; kızılçam ocak ayı sıcaklığının sıfırın altına düştüğü alanlarda gelişmemekte, sıcaklığın -15°C altına düştüğü yerlerde görülmemektedir. Bitkilerin yayılışında ayrıca donların başlama ve sona erme zamanları, donlu sürenin uzunluğu, toprak altı sıcaklıkları etkilidir. Marmara kıyılarında sıfırın altındaki sıcaklıklar 1-4 yılda bir tekrar eder. Donlu gün süresi kıyı kesimlerde 10-12 gündür. Donlu dönemin yılın 6 ayını kapladığı yüksek dağlık alanlarda soğuğa dayanıklı iğne yapraklı ormanlar görülür (Atalay 1994).

Çalışma alanında referans döneminde en düşük yıllık ortalama sıcaklık 7.2 °C, en yüksek 16.4 °C'dir. Nemcil formasyon alanından Kurakçıl formasyon alanına doğru sıcaklık genliğinin arttığı görülmektedir (Şekil 3.1) Nemcil formasyon alanında en düşük ortalama sıcaklık 8 °C, en yüksek 14 °C ve ortalama 11 °C'dir. Saf meşe ve karışık meşe formasyon

alanlarının en yüksek minimum sıcaklık değerine sahip olduğu gözlenir. Geçiş formasyon alanında en düşük yıllık ortalama sıcaklık 8 °C, en yüksek 15 °C ve ortalama 13 °C'dir (Şekil 3.1). Yıllık ortalama sıcaklık kurakçıl ve saf meşe formasyon alanında en yüksektir. Saf, karışık meşe ve kurakçıl türlerin yayılış alanlarındaki maksimum sıcaklıkların 16 °C, nemcil formasyonda 14 °C ve geçiş formasyonunda 15 °C'dir.

Şekil 3. 1: Yıllık Ortalama Sıcaklık ile Ağaç Formasyon Alanları Dağılışı İlişkisi



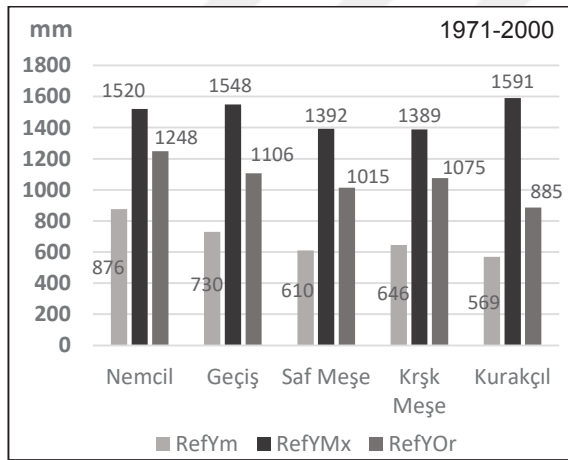
3.2 Ağaç Formasyon Dağılışı ile Yağış Arasındaki İlişkiler

Yağış, sıcaklık ile birlikte bitki topluluklarının yapısını, tür çeşitliliğini ve yayılışını belirler. İlman bölgelerde yağışın yıl içindeki dağılışı genellikle düzenlidir. Kutuplara doğru, dağların yüksek kesimlerinde ya da şiddetli hava olayları yaşandığı dönemlerde suyun donmuş olmasından kaynaklanan fizyolojik kuraklık, ya da yağış azlığı ve su kıtlığından kaynaklanan fiziksel kuraklık bitki yaşamını ve tür zenginliğini sınırlandırır (Kocataş 2014). Aşırı sıcaklıklara bağlı olan kuraklık, süresi ve sıklığı ile su kaynakları ile bitki örtüsünün niceliği ve kalitesi üzerinde etkilidir (Çağlar 2003). Bitkilerin gelişimi üzerinde kurak ayların aralanması önemlidir. Böyle aylarda nispi nem fazla ise bitkiler kuraklığa dayanabilmektedir. Dağlardaki sisler de bitkiler için pozitif etkiye sahiptir. Çiyelerin ve kar yağışının da bitkiler için önemi vardır. Ancak bitkiye en uygun yağış şekli yağmurdur. Yağmurun özellikle vejetasyon döneminde yağması önemlidir (İzbırak 1976). Terleme olayı bitkinin su kaybetmesi, atmosfere su buharı vermesidir. Işık ve sıcaklık arttıkça terleme de artar. Havadaki nem çoğaldıkça terleme zorlaşır. Hava sıcaksa terleme artar, kökler yeterince su alamazsa bitki solar, susuzluk sürerse bitki kurur. Kurak bölgelerdeki bitkilerin çoğu terlemeyi azaltmak için örneğin yaprakları ve dalları dikenli hal alır, kimisinde yapraklar tüylü, kimisinde etli ya da mumlu yapıya bürünür. Toprağın nemli olması ve bitkilere gereken suyu vermesi açısından yağışın büyük önemi vardır. Bozkırlarda ağacın yetişmemesi yağışın ve buna bağlı suyun yetersizliğinden kaynaklanır (İzbırak 1976).

Ege ve Marmara bölgelerinde yıllık ortalama yağış 600-800 mm'dir. Kışları yağışlı yazları hafif kurak, ilkbahar yağışları Akdeniz kıyılarında fazla olan Marmara geçiş tipi yağış rejimi Marmara'da etkilidir. Bitkiler açısından yıllık ortalama yağış miktarından çok yağışın vejetasyon evresinde düşmesi ve düşüş şekli önemlidir. Ege ve Akdeniz bölgelerinde 500 m yükseltiye kadar kuraklığa dayanıklı, ışık ve sıcaklık isteği fazla kızılçam, servi (*Cupressus sempervirens*) kermez meşesi (*Quercus coccifera*) ve diğer maki ve garig vejetasyonu alt elemanları yaygındır. Vejetasyon devresinin bütün yılı kapsadığı Akdeniz ve Ege kıyı kuşağında devamlı yeşil ağaç ve çalılıarın hâkim olduğu kuraklığa dayalı türler (kserofitler) baskındır (Atalay 1994).

Ağaç formasyon alanları ile yağış grafiği ilişkisi incelendiğinde en geniş yağış genliğinin kurakçıl formasyon alanında olduğu görülmektedir. Bu formasyon alanında en düşük yıllık yağış miktarı 569 mm iken en yüksek yağış miktarı 1591 mm'dir. Sahada en düşük yağış alan formasyon alanının Saf meşe alanı olduğu görülür. Nemcil formasyon alanında en düşük yıllık ortalama yağış 876 mm iken en yüksek 1520 mm seviyesindedir (Şekil 3.2).

Şekil 3. 2: Yıllık Ortalama Toplam Yağış ile Ağaç Formasyon Alanları Dağılışı İlişkisi



3.3 Ağaç Formasyon Dağılışı ile İklim Tipleri Arasındaki İlişkiler

Doğada canlılar ile cansız ortam etmenlerinin kendi aralarında bir etkileşimi vardır. İklim faktörleri etkilerini bitkiler üzerinde ortak şekilde ve birlikte yaparlar. Bu nedenle çevresel faktörlerin canlılar üzerindeki bileşke etkisi tek bir çevresel faktörün etkisine nazaran daha gerçeğe uygundur. İklim koşullarının bitkiler için gereken minimum seviyenin üzerinde olması gerekir. Bununla birlikte bazen tek bir çevresel faktör canlıların gelişimini durdurabilir; fakat çevresel faktörlerin etkileşimi sayesinde bir çevresel faktörün yetersizliği başka bir çevresel faktör ile dengelenebilir (Çevresel Faktörlerin Dengelenme İlkesi). Yağışın az olduğu bölgelerde toprağın derin olması, yarı kurak sahada kuzeye bakan

yamaca yerleşme ile nem açısından dengelenme bu duruma örneklerdir. Ekolojik faktörlerin etkileşimine diğer bir örnek sıcaklık ile yağış arasındaki ilişkilerdir. Bu nedenle bitkiler için gerekli iklim şartları sıcaklık ve yağış arasındaki ilişkiden yararlanılarak bazı iklimsel indis ve formüllerle ortaya konulmaya çalışılmıştır. Örneğin De-Martonne'un kuraklık indisi, Emberger'in plüviyotermi indisi, Erinç'in Yağış Etkililiği İndisi gibi (İzbırak 1976; Kocataş 2014). Bu formüllere göre Kazdağı ve yakın çevresinin referans dönem (1971-2000) Ağaç formasyon dağılışı ile iklim ilişkisi incelenmiştir.

Erinç formülüne göre, çalışma alanının büyük kesimi (%65) yarı nemli iklim özelliklerine sahiptir (Şekil 3.3). Nemcil formasyon tüm çalışma alanının %3'ünü kapsıyor. Nemcil formasyon yayılış alanı içerisinde en büyük payı (%50.8) nemli iklim, ardından (%41.3) çok nemli iklim almaktadır. Geçiş formasyonu toplam çalışma alanının %13'ünü kapsıyor. Geçiş formasyon alanında en büyük payı (%54.8) nemli iklim almaktadır. Yarı nemli iklim alanı %34 oranında iken çok nemli iklim alanı %11.2 paya sahiptir. Saf Meşe tüm sahanın %2'sini kapsıyor. Saf Meşe alanında yarı nemli iklim %47.2 genişliğindedir. %26.7 oranında nemli iklim kapsayan alanlarda meşenin nemcil türlerinin bulunma olasılığı yüksektir. Amenajman planlarında sahadaki meşe türlerinin yayılışı ayrı olarak verilmemiştir. Yalnızca küçük bir kesimde macar meşesi topluluğu tanımlanmıştır. Bu nedenle sahada geniş alana yayılan meşe türleri ayrıntılı olarak analiz edilememiştir. Karışık meşe formasyon alanında Erinç formülüne göre neredeyse eşit oranda nemli ve yarı nemli iklim alanı bulunmaktadır. Kurakçıl ağaç formasyonu tüm çalışma alanının %74'ünü kapsıyor. Kurakçıl formasyonda, beklendiği gibi, büyük oranda (%72.5) yarı nemli iklim alanı bulunmaktadır. Yaklaşık %20 seviyesinde ise günümüz koşullarında nemli iklim sınırları içerisinde yayılma göstermektedir. Bu durum büyük olasılıkla Karaçam ve Meşe ile birlik halinde olan Kızılcım birliklerinden kaynaklanmaktadır. ÇzÇkM birliğindeki meşenin nemcil tür olması beklenir. Kurakçıl formasyonun %7.3'ü çok nemli iklim alanında yayılmaktadır (Şekil 3.3). Saf karaçam toplulukları kurakçıl formasyon grubuna dahil edilmiştir. Bu nedenle bu durumun nemcil türler ile örneğin nemcil meşe türü, birlik halinde bulunan karaçam orman alanlarından kaynaklanması mümkündür.

Emberger iklim tiplerinin ağaç formasyon alanlarındaki dağılışına bakıldığında, tüm sahanın %3'ünü kapsayan nemcil formasyon alanının %56.9'u Az yağışlı Akdeniz iklim tipine sahiptir. Yağışlı Akdeniz iklimi bu formasyon grubu içerisinde %43.1'lik orana sahiptir. Bu formasyon grubunda Emberger ve Erinç iklim sınıfları kıyaslandığında dağılımın örtüştüğü gözlenmektedir. Tüm sahanın %13'ünü kapsayan Geçiş formasyonunun yaklaşık %86.6'sı az yağışlı Akdeniz iklim tipindedir. %12.2'si çok nemli, %1.2'lik kısmı da yarı kurak iklim alanına karşılık gelir. Yarı kurak kısma karşılık gelen birliklerin Meşe'nin kurakçıl türü

ile birlik oluşturmuş olan karaçam birlikleri nedeniyle olması ihtimal dahilindedir. Emberger indisine göre Saf Meşe alanının %70'i az yağışlı Akdeniz, %26.3'ü yarı kurak iklim tipine girmektedir. Bu sonuç aynı formasyonun Erinç iklim analizi ile örtüşmektedir. Çalışma alanında %4 oranında alan kaplayan karışık meşe formasyon alanının %96.3'ü az yağışlı Akdeniz iklim tipine girmektedir. %2.5'lik kısmı ise yağışlı Akdeniz alanında yayılmaktadır. Bu durum bu gruba giren meşe türlerinin tümünün nemcil türler olduğunu gösterir. Kurakçıl formasyon alanının %46.3'ü az yağışlı Akdeniz, %46.1'i yarı kurak iklim tipine girmektedir (Şekil 3.3).

De-Martonne iklim sınıfları nemli ve yarı kurak iklimi karakterize eder. Çalışma alanının %76'sını nemli iklim, %24'ünü yarı kurak iklim oluşturmaktadır. Nemcil ve Geçiş formasyon alanlarının tümünde ve Karışık Meşe formasyonun neredeyse tamamında (%99.7) De-Martonne iklim indisine göre nemli iklim hakimdir. Saf meşe formasyon alanının %96.3'ü nemli iklim tipine girmektedir. Çalışma alanının %74'ünü kapsayan kurakçıl formasyon alanının %71.7'si De-Martonne indisine göre beklendiği gibi yarı kurak iklim etkisinde görülmektedir. %28.3'ünde nemli iklim tipi hakimdir.

Şekil 3. 3: Referans Dönem (1971-2000) Ağaç Formasyon Dağılışı – İklim İlişkisi

| İklim | | Ağaç Formasyon Grupları | | | | |
|---------------|-----------------------------------|--|---|--|--|---|
| İklim Tipleri | İklim Sınıfları | Nemcil 48.8 km ² (%3) | Geçiş 235.5 km ² (%13) | Saf Meşe 37.2 km ² (%2) | Krşk Meşe 74.6 km ² (%4) | Kurakçıl 1348.5 km ² (%74) |
| Erinç | ÇN (155.1 km ² - %9) | 20.1 | 26.4 | 1.1 | 1.6 | 99.1 |
| | % | 41.3 | 11.2 | 2.3 | 2.2 | 7.3 |
| | N (470.9 km ² - %26) | 24.8 | 129.0 | 13.0 | 36.6 | 265.6 |
| | % | 50.8 | 54.8 | 26.7 | 49.2 | 19.7 |
| | YN (1190.4 km ² - %65) | 3.9 | 80.1 | 23.1 | 36.3 | 977.5 |
| | % | 8.0 | 34.0 | 47.2 | 48.6 | 72.5 |
| Emberger | YK (6.6 km ² - %0.4) | - | - | - | - | 6.4 |
| | % | - | - | - | - | 0.5 |
| | YA (162.9 km ² - %9) | 21.1 | 28.7 | 1.3 | 1.9 | 103.0 |
| | % | 43.1 | 12.2 | 3.5 | 2.5 | 7.6 |
| | AYA (963.2 km ² - %53) | 27.8 | 203.9 | 26.1 | 71.8 | 624.2 |
| % | 56.9 | 86.6 | 70.2 | 96.3 | 46.3 | |
| De-Martonne | YK (697 km ² - %38) | - | 2.8 | 9.8 | 0.8 | 621.3 |
| | % | - | 1.2 | 26.3 | 1.1 | 46.1 |
| | N (1388.8 km ² - %76) | 48.8 | 235.5 | 35.8 | 74.3 | 381.1 |
| | % | 100.0 | 100.0 | 96.3 | 99.7 | 28.3 |
| De-Martonne | YK (434.2 km ² - %24) | - | 0.0 | 1.4 | 0.2 | 967.5 |
| | % | - | 0.0 | 3.7 | 0.3 | 71.7 |

Açıklamalar: ÇN: Çok Nemli; N:Nemli; YN:Yarı Nemli; YK:Yarı Kurak; YA: Yağışlı Akdeniz; AYA:Az Yağışlı Akdeniz; YK:Yarı Kurak; N:Nemli.

BÖLÜM IV

ÖNGÖRÜLEN İKLİM DEĞİŞİMİ

İklim değışikliği, istatistiksel testler kullanılarak iklim özelliklerinin değışkenliği ve/ya da ortalamasındaki değışiklikler ile tanımlanabilen, on yıl ya da daha uzun bir dönemde devam eden iklimin durumundaki değışikliği ifade etmektedir. Birleşmiş Milletler İklim Değışikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (UNFCCC) ise iklim değışikliği şöyle tanımlanır: Karşılaştırılabilir dönemlerde gözlenen doğal iklim değışkenliğine ek olarak küresel atmosferin kompozisyonunu dönüştüren insan etkinliklerinin doğrudan ya da dolaylı olarak katkısıyla iklimde meydana gelen değışiktir (URL1).

Fosil yakıtlarının artmasıyla sera gazı bileşimi değışmektedir. Klorofloro karbon gazı ile daha önceden var olmayan gazlar bu bileşimin içerisinde yer almaya başlamıştır. Küresel iklim değışikliği ile dünyanın ortalama sıcaklığı (+15 °C), yüzyıl öncesine göre bugün 0.74 °C daha sıcak durumdadır. Dünya iklim tarihinde 2-3 °C'lik ısınma ve soğumaların buzul ve buzul arası dönemleri yaşattığı göz önünde bulundurulursa ortalama sıcaklığın 0.74 °C artmasının hafife alınacak bir artış olmadığı anlaşılır. IPCC raporlarına göre insan kaynaklı sera gazı salımları kontrol altına alınmazsa sıcaklığın 6 °C artacağı öngörülüyor (Tolunay 2013).

Buharlı makinanın icadı ile kömür kullanımının yaygınlaşmasının; dizel motorların icadı ile petrol ürünlerinin yaygınlaşmasının sanayi devrimini başlatmasıyla fosil yakıtlar 20. yüzyıla gelindiğinde vazgeçilmez enerji kaynağı olmuş, yoğun fosil yakıt kullanımı ile yeraltında depolanan karbon da atmosfere salınmaya başlamıştır. Atmosferdeki CO² bileşimi sanayi devrimi öncesindeki 10000 yıllık dönemde 280 ppm iken 2010 yılında 389 ppm'dir. Ortalama sıcaklık artışını 2 °C'de tutabilmek için CO² miktarının 450 ppm seviyesinde tutulması gerekmektedir. Sera gazının artmasında hızla artan nüfus için ormanların kesilerek tarım alanı açılması, hızlı kentleşme ile ısı adalarının oluşması, tarımda azotlu gübreler kullanılması, diazot monoksit sera gazının da atmosferdeki miktarının artması gibi unsurlar etkilidir (Tolunay 2013).

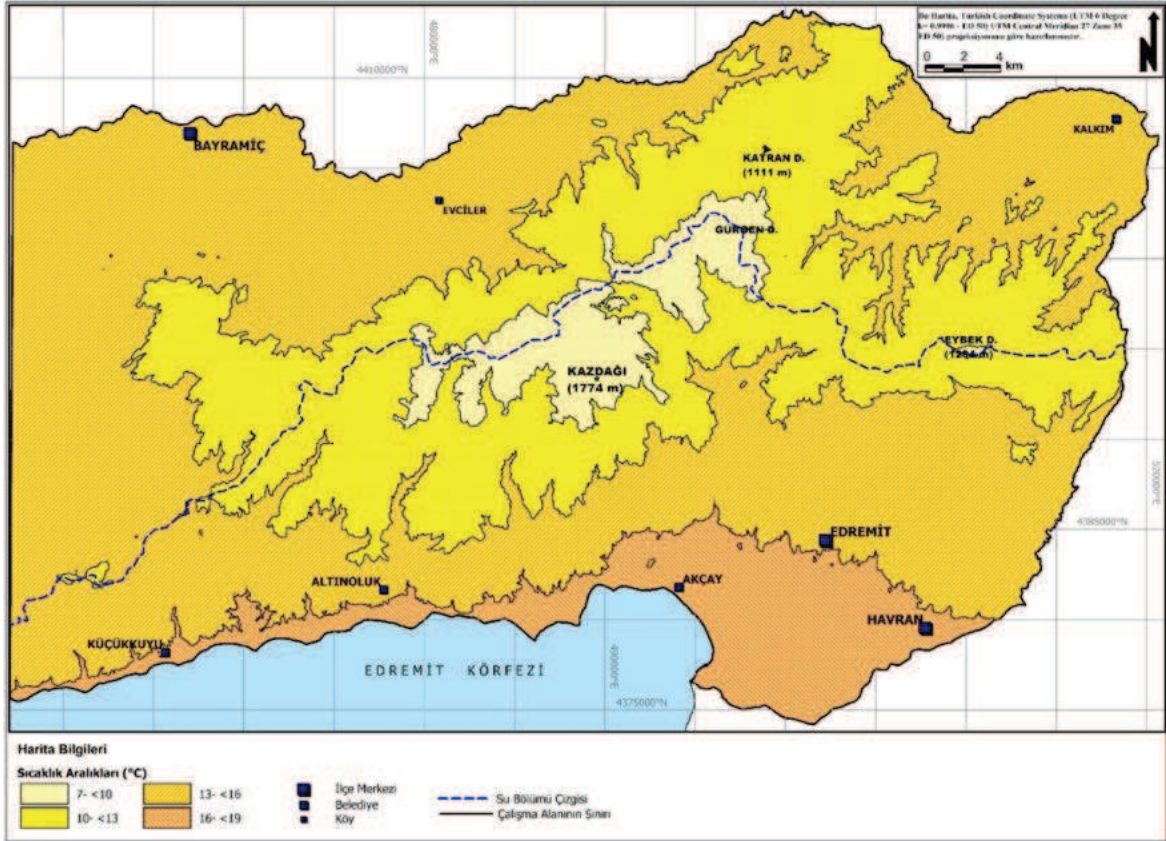
İklim değışikliği günümüzün en önemli çevresel sorunlarından biridir. İklim değışikliğinin en büyük etkilerinden biri meteorolojik doğal afetleri tetiklemesidir. İklim değışikliği ile Türkiye'yi bekleyen sorunlar kuraklık, sel ve taşkınlar, sıcak-soğuk hava

dalgaları ve fırtınalardır. Böylece orman yangınları artacak, tarım ürünleri azalacak, turizm alanları etkilenecektir (Tolunay 2013). İklim değişikliğini sıcaklık ve yağış ortalamalarındaki değişiklikler açısından ele alan (Türkeş 1996; Tatlı vd., 2004; Önel vd., 2009; Sarış vd., 2010; Altınsoy vd., 2011; Bahadır, M (2011); Öztürk vd., 2011; Demir vd., 2013; Demircan vd., 2014; Turp vd., 2014; Akçakaya vd., 2015; Babaeiana vd., 2015; Gürkan vd., 2016;; Wang vd., 2016; Hepbilgin ve Koç, 2017a-b) ve Erinç, Emberger ve/veya De-Martonne gibi iklim indislerinin de dahil edildiği (Zarghami vd., 2011; Rahimi vd., 2013; Pravalie vd., 2014; Pudmenzky vd., 2015; Cheval 2017; Gholami vd., 2017; Jam vd., 2017; Li vd., 2017) çok sayıda çalışmaya ulaşılmıştır.

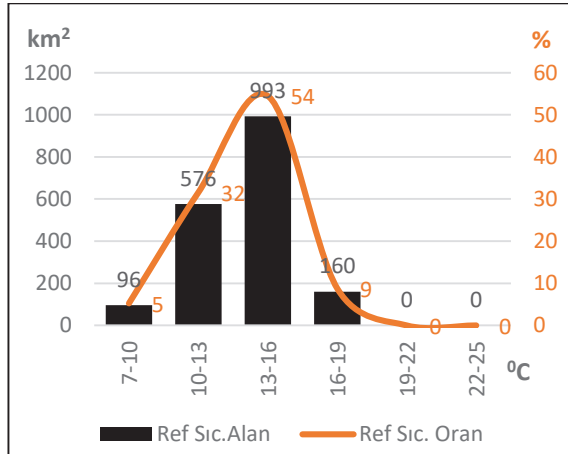
4.1 Öngörülen Sıcaklık Değişimi

Bu bölümde çalışmanın referans dönemi (1971-2000) bulguları ana hatlarıyla paylaşıldıktan sonra her iki senaryo bulguları da ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Referans, 2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerine ait RCP 4.5 senaryo bulguları birbirleriyle karşılaştırılmıştır. RCP 8,5 senaryo çıktıları da aynı şekilde referans dönem ile birlikte dört dönem için bir grupta değerlendirilmiştir. Çalışma alanının referans dönem yıllık ortalama sıcaklık dağılışı haritasına göre minimum sıcaklık değerleri Kazdağı ve Gürgen Dağı doruk çevresinde 7-10 °C; maksimum sıcaklık değerleri ise 16-19 °C ile Edremit körfezi kıyıları ve Akçay-Havran çevresinde görülmektedir (Şekil 4.1). Sahanın toplam alanının %80'inin yıllık ortalama sıcaklık değeri 10-16 °C arasındadır (Şekil 4.2).

Şekil 4. 1: Referans Dönem (1971-2000) Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası



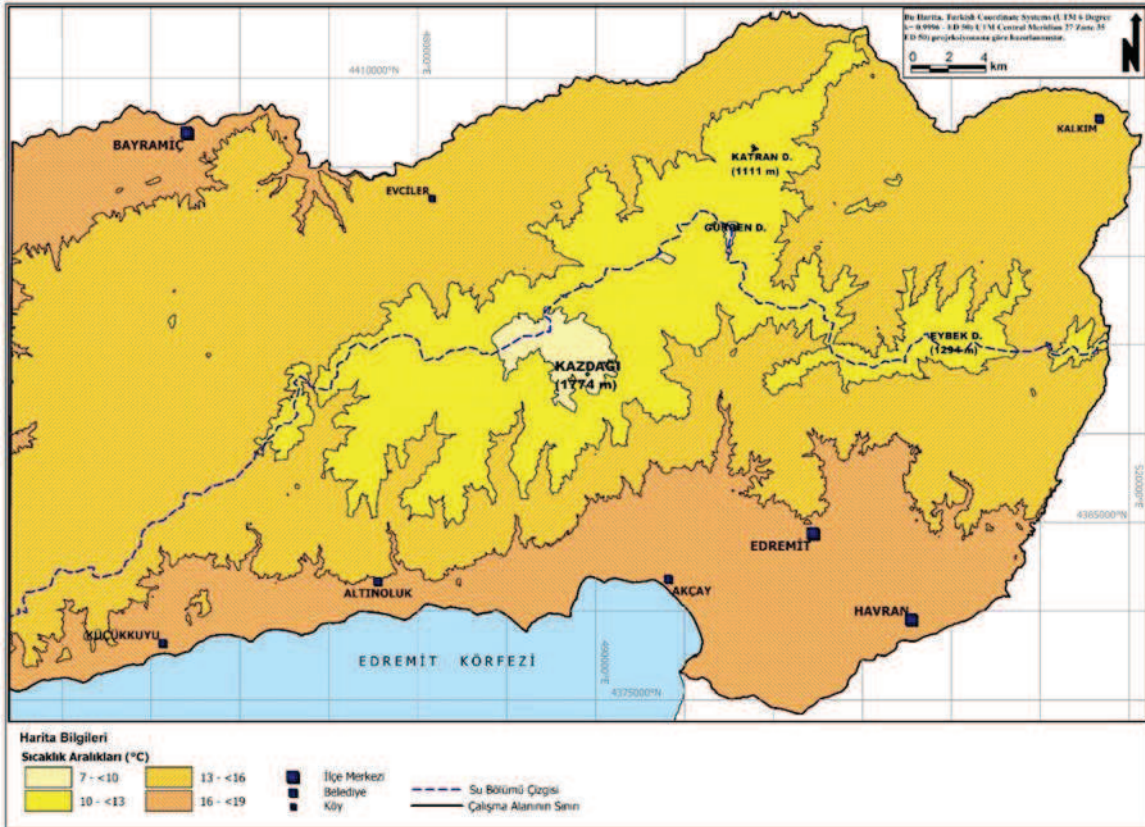
Şekil 4. 2: Sıcaklık Aralıklarının Referans Dönem Alansal ve Oransal Dağılışı Grafiği



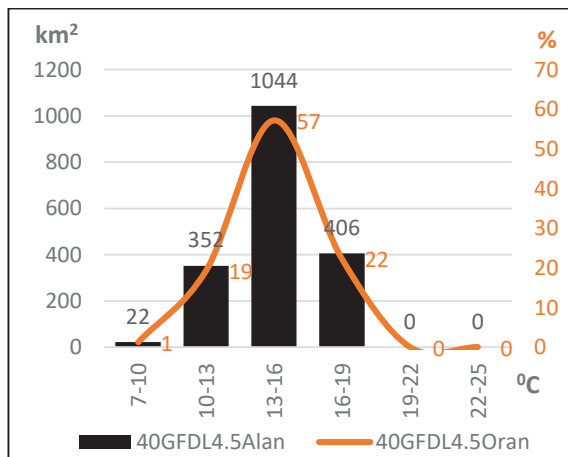
RCP 4.5 Senaryosu, 2016-2040 dönemi olası sıcaklık dağılışı haritasına göre en yüksek sıcaklığa sahip alanların güneyde Edremit körfezi kıyıları, Akçay, Edremit, Havran çevresinde ve kuzeyde Bayramiç ovasında yayıldığı ve Kazdağı güney ve kuzey yamaçlarındaki vadi içlerine doğru nüfuz ettiği gözlemlenebilir. Benzer etki Kazdağı kuzeydoğu kesiminde Kalkım depresyonu ile Katran dağı doğu, Eybek dağı kuzey yamaçları arasında da görülmektedir (Şekil 4.3). Daha düşük sıcaklıklara sahip yüksek kesimlerdeki sıcaklık

alanlarının önemli ölçüde daraldığı gözlenmektedir. RCP 4.5 (mutedil) iklim değişikliği senaryo sonuçları ile elde edilen sıcaklık öngörü haritalarından 2016-2040 dönemi olası sıcaklık dağılışı grafiği incelendiğinde sahanın %80'inin 13-19 °C yıllık ortalama sıcaklık alanına sahip olduğu görülmektedir. Referans dönemi sıcaklık haritası ile karşılaştırıldığında, 1823 km² olan çalışma alanınının 1044 km²'si (~%60) özellikle 2016-2040 döneminden itibaren tüm sıcaklık aralıklarında ısınma yönünde 3 °C'lik bir kayma sunmaktadır (Şekil 4.4).

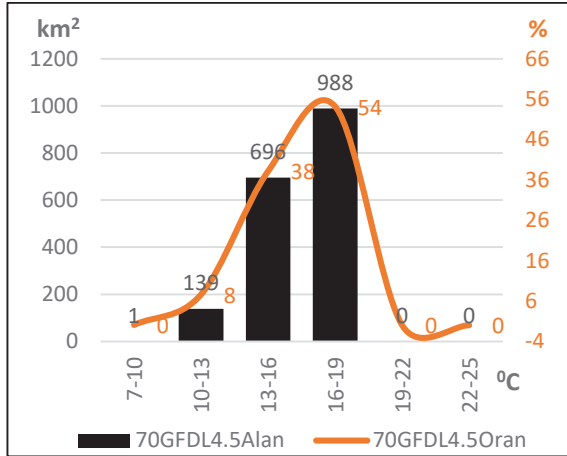
Şekil 4. 3: 2016-2040 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası (RCP 4.5)



Şekil 4. 4: Sıcaklık Aralıklarının 2016-2040 Dönemi Alansal ve Oransal Dağılışı Grafiği

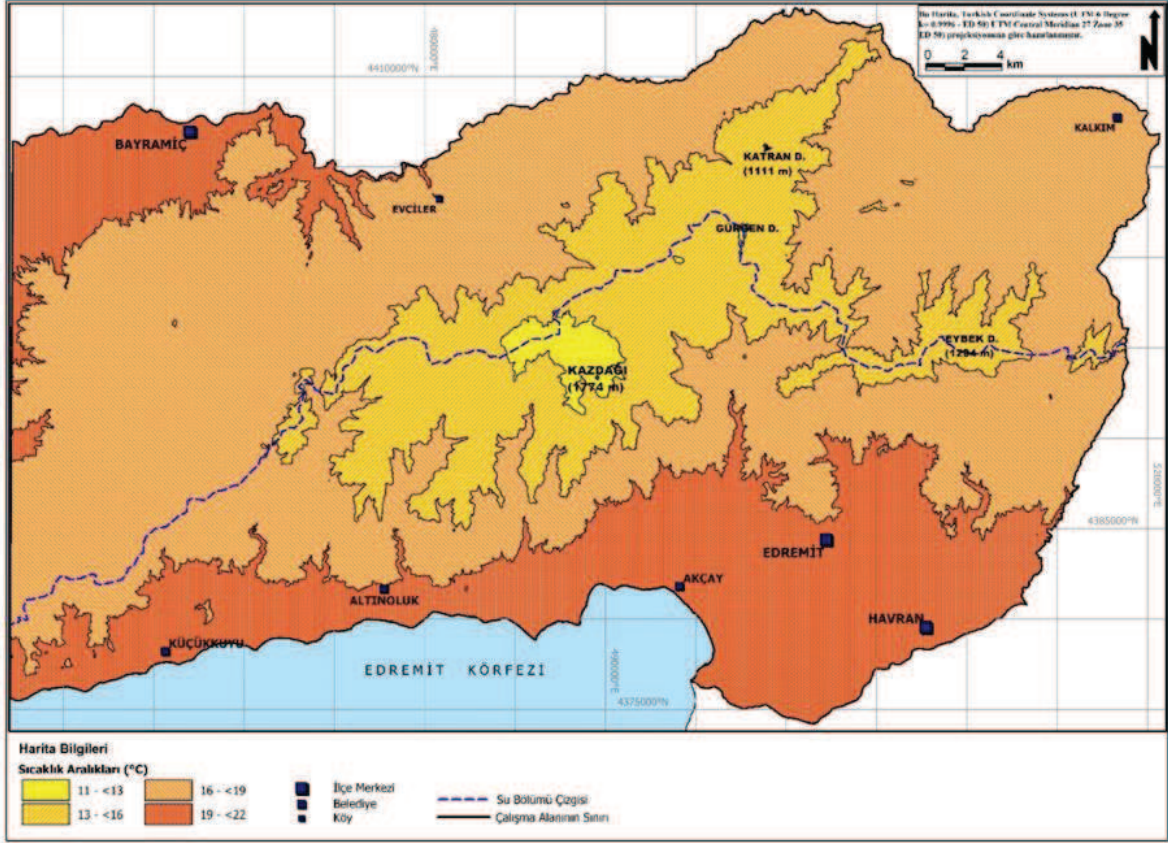


Şekil 4. 6: Sıcaklık Aralıklarının 2041-2070 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı (RCP 4.5)

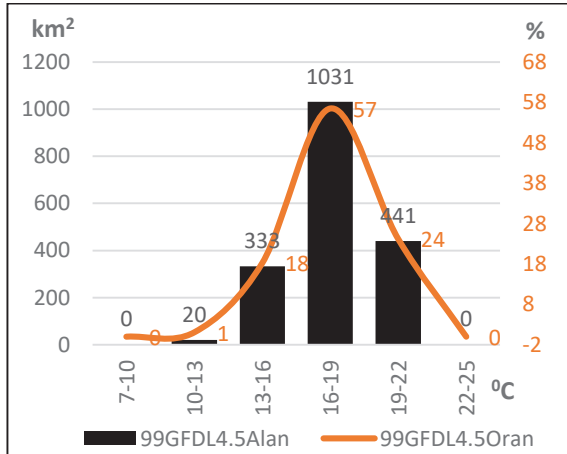


2071-2099 dönemi olası sıcaklık dağılışı haritası incelendiğinde Kazdağı geniş doruk çevresinin 2071-2099 döneminde sıcaklıklarının 11-13 °C arasında olacağı, Gürgen, Katran ve Eybek dağlarının geniş doruk çevresinin ise 13-16 °C arasında olacağı öngörülmüştür (Şekil 4.7). 16-19 °C sıcaklık alanının sahanın yaklaşık yarısını kapladığı, bununla birlikte 19-22 °C sıcaklık alanının 2041-2070 döneminde sahada ihmal edilebilir seviyede iken 2071-2099 döneminde toplam alanın %20'si seviyesinde genişlediği gözlenmektedir. 13-16 °C sıcaklık alanı 2041-2070 döneminde sahanın yaklaşık %20'sini kaplıyorken, bu oranın 2071-2099 döneminde %5 civarına çekildiği görülmektedir (Şekil 4.8).

Şekil 4. 7: 2071-2099 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası (RCP 4.5)



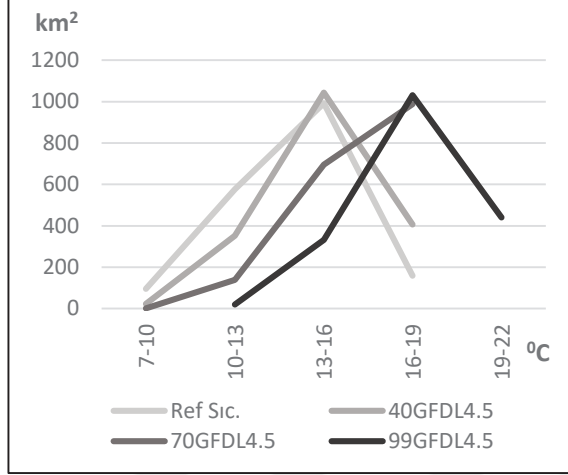
Şekil 4. 8: Sıcaklık Aralıklarının 2071-2099 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 4.5)



RCP 4.5 senaryosuna göre referans dönemi dahil elde edilen tüm haritalar karşılaştırıldığında, belirlenen sıcaklık aralıklarında 2041-2070 dönemine kadar düşük sıcaklık değerlere sahip alanların daraldığı, daha yüksek değerlere sahip sıcaklık alanlarının genişlediği gözlenir. 2041-2070 dönemine kadar yıllık ortalama sıcaklık alanlarında alansal daralma ve genişleme gözlenmiştir. 2041-2070 döneminden sonra

sahada sıcaklık alanlarında genişleme ve daralma gözlemlendiği gibi, daha çarpıcı değişimin sıcaklık derecelerinde 3-6 °C arasında bir seviyede kayma olduğu görülmektedir (Şekil 4.9).

Şekil 4. 9: Sıcaklıkların Tüm Dönemlerdeki Değişim Grafiği (RCP4.5)



Aynı senaryoya göre tüm dönemlerin değişim tablosu incelendiğinde, 7-10 °C sıcaklık alanının sürekli küçülerek 2041-2070 yılından itibaren sahada gözlenmediği, 10-13 °C sıcaklık alanının yüzyılın sonuna kadar sürekli olarak küçüldüğü söylenebilir. 13-16 °C sıcaklık alanında 2016-2040 dönemine kadar %5 oranında genişleme; fakat 2016-2040 döneminden sonra oranı artan şekilde alansal küçülme öngörülmektedir. 16-19 °C sıcaklık alanının özellikle 2016-2040 ve 2041-2070 dönemlerinde %150 seviyesinde bir alansal genişleme gösterdiği gözlenmektedir. 19-22 °C sıcaklık alanının tek ve büyük değişiminin 2070-2099 aralığında olacağı izlenir. Bu sıcaklık alanı 2041-2070 döneminde sahada ihmal edilebilir düzeyde iken 2071-2099 döneminde 441 km²'lik alan teşkil eder (Tablo 4.1).

Tablo 4. 1: Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Alansal ve Oransal Değişimleri (RCP 4.5)

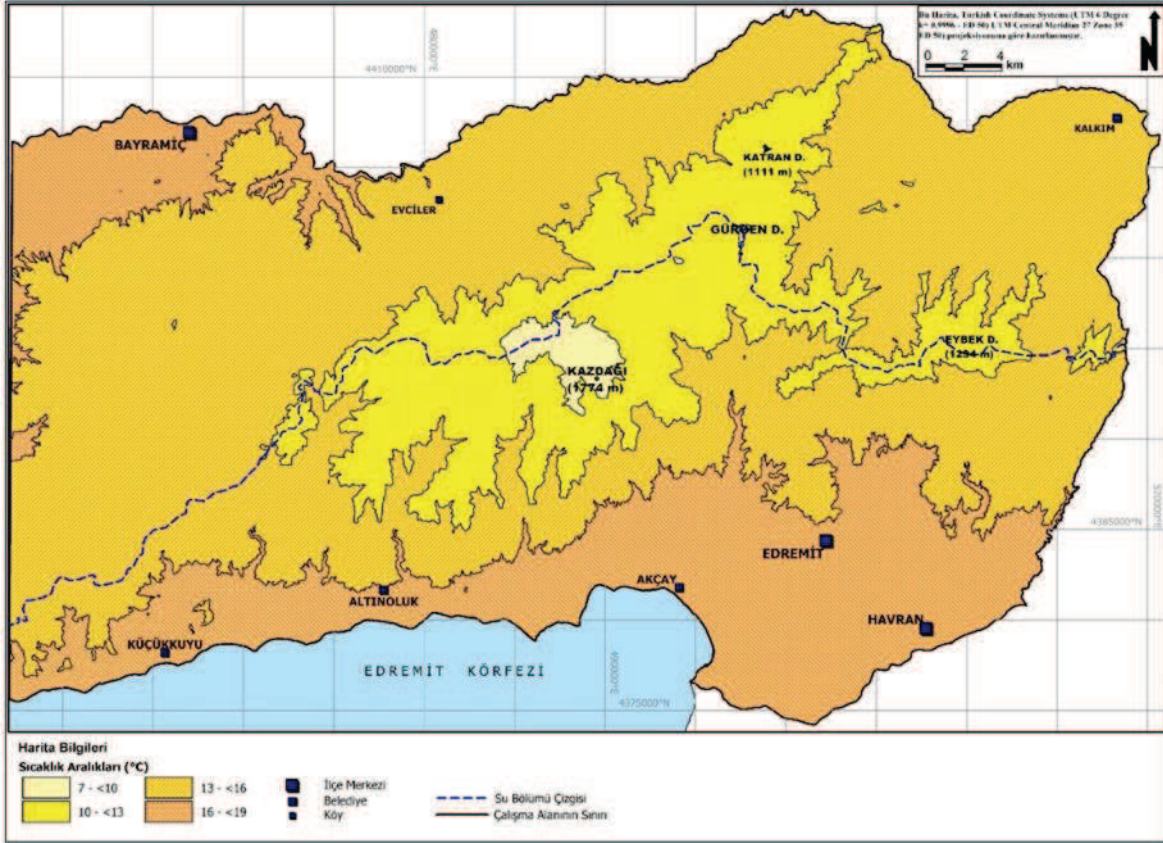
| Sıc. Ara. (°C) | Ref. (km ²) | 2040 (km ²) | Ref-40 ADY % | 2070 (km ²) | 40-70 ADY % | 2099 (km ²) | 70-99 ADY % | 00-99(%) |
|----------------|-------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|----------|
| 7-10 | 96 | 22 | -77 | 0 | -100 | - | - | - |
| 10-13 | 576 | 352 | -39 | 139 | -61 | 20 | -86 | -115 |
| 13-16 | 993 | 1044 | 5 | 696 | -33 | 333 | -52 | -105 |
| 16-19 | 160 | 406 | 154 | 988 | 143 | 1031 | 4 | -98 |
| 19-22 | - | - | - | 1 | - | 441 | 44000 | - |
| 22-25 | - | - | - | - | - | - | - | - |

Kısaltmalar: RCP, Representative Concentration Pathways (Temsili Konsantrasyon Yolları); Ref, Referans Dönemi (1970-2000); Sıc. Ara, Sıcaklık Aralıkları; 40, 2040 Yılı; 70, 2070 Yılı; 99, 2099 Yılı; ADY: Alansal Değişim Yüzdesi

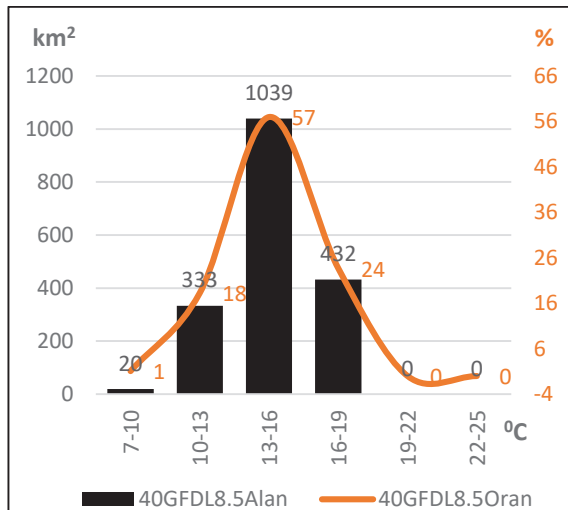
RCP 8.5 senaryosuna göre, 2016-2040 döneminde araştırma alanının %90'ına yakını 10-19 °C arasında yıllık ortalama sıcaklık değerlerine sahiptir. Sahanın yarısının 13-16 °C arasında sıcaklıklara sahip olduğu görülür. Bu seviyedeki sıcaklıklara sahip kesimler sahanın batısındaki geniş plato sahası, kuzeyde Evciler, Menderes çayı orta ve yukarı çığı çevre kesimi, kuzeydoğuda Kalkım depresyonu ve Katran ve Eybek dağlarına doğru tüm vadi içlerini kapsamaktadır. Bu dönemde Kazdağı doruğu ve çevresi 8-10 °C arası

sıcaklıklara sahipken, Gürgen, Katran ve Eybek dağlarının geniş doruk çevresinin 10-13 °C arasında yıllık ortalama sıcaklıklara sahip olacağı öngörülmektedir (Şekil 4.10; 4.11).

Şekil 4. 10: 2016-2040 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası (RCP 8.5)



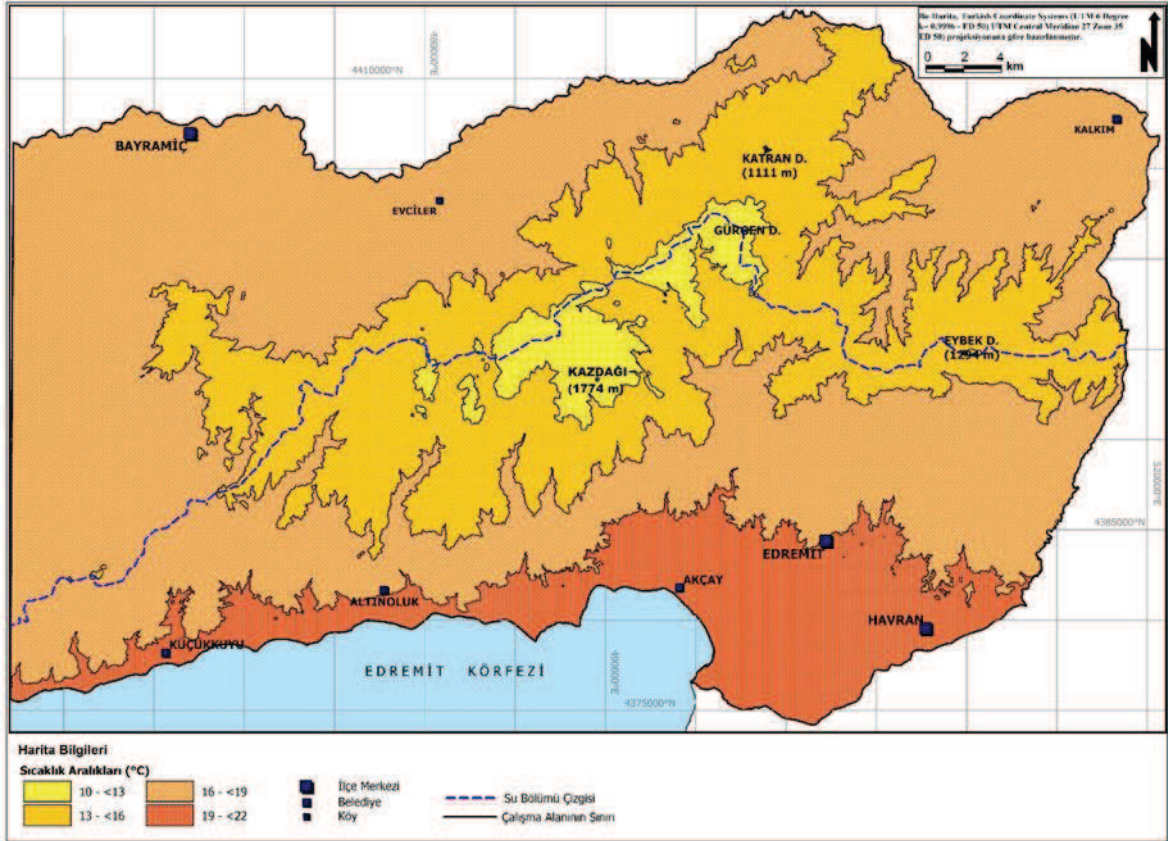
Şekil 4. 11: Sıcaklık Aralıklarının 2016-2040 Dönemi Alan ve Oransal Dağılışı Grafliği (RCP 8.5)



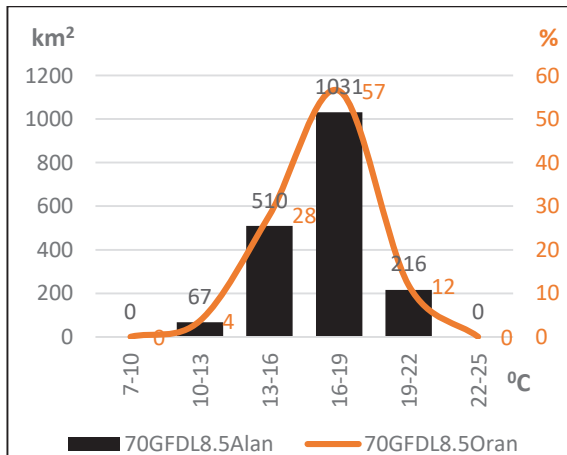
2041-2070 döneminde sahanın yüksek sıcaklık alanlarında önemli ölçüde genişleme, daha düşük sıcaklık alanlarında daralma gözlenmektedir. 2016-2040 yılında 8-13 °C arasında sıcaklıklara sahip olan tüm doruklar geniş çevresinin 2041-2070 dönemine

gelindiğinde 13-16 °C yıllık ortalama sıcaklık değerlerine sahip oldukları gözlenir (Şekil 4.12). 2041-2070 döneminde, çalışma alanının yarısı 16-29 °C yıllık ortalama sıcaklığa sahiptir. Sahada 10-13 °C sıcaklık alanı referans dönem ve 2016-2040 dönemine göre önemli ölçüde küçülmüş, 16-19 °C sıcaklık alanı ise önemli ölçüde genişlemiştir (Şekil 4.12; 4.13)

Şekil 4. 12: 2041-2070 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı (RCP 8.5)

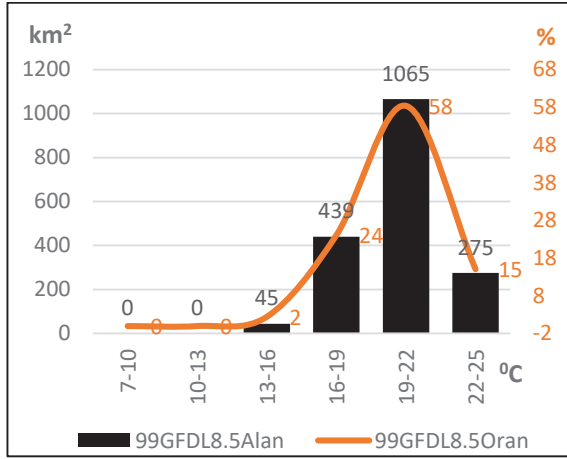


Şekil 4. 13: Sıcaklık Aralıklarının 2041-2070 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı (RCP 8.5)

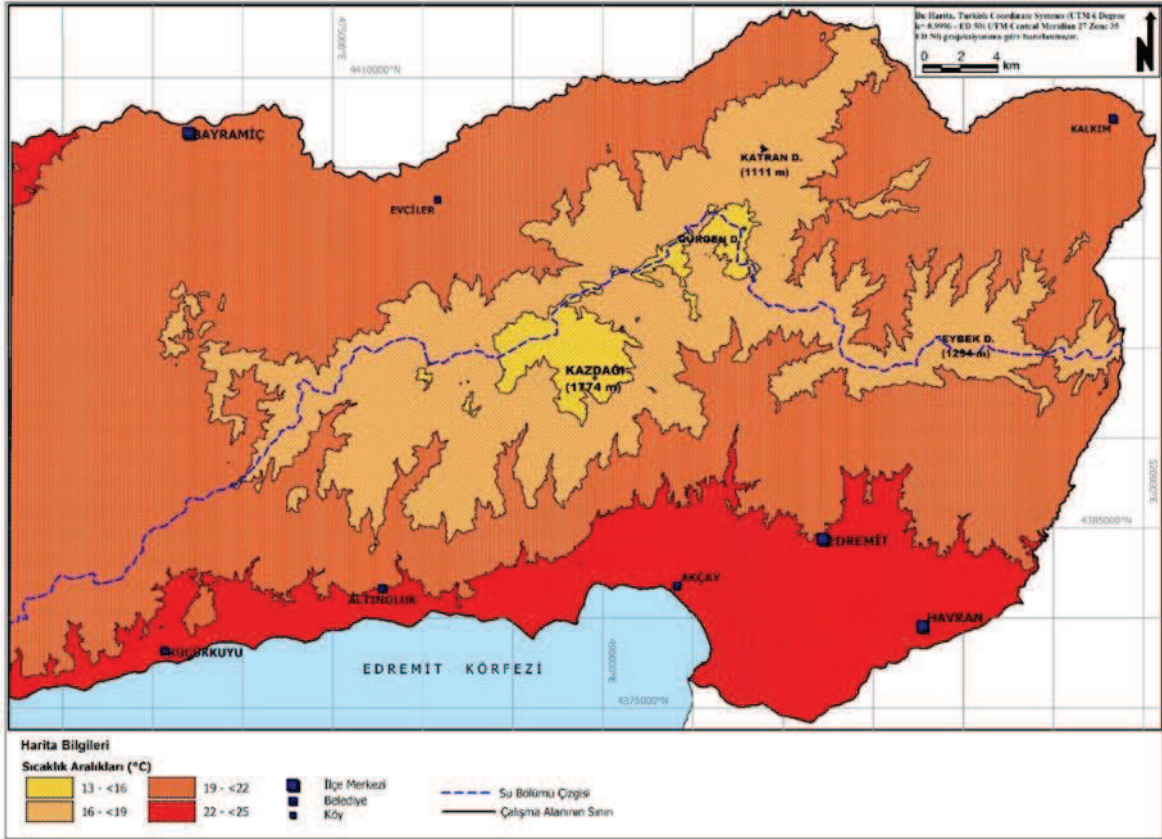


Tüm bulgularına göre en çarpıcı değişiklik öngörülleri RCP 8.5 senaryosunun 2071-2099 dönemi sonuçlarında gözlenmektedir. Toplam alanın (1823 km²) 1065 km²'lik kısmının (~%60'ı) 2071-2099 döneminde 19-22 °C arasında yıllık ortalama sıcaklıklara sahip olacağı gözlenir. Toplam sahanın ~%80'inin 19-24 °C arasında yıllık ortalama sıcaklığa sahip olduğu bir değişim karşımıza çıkmaktadır (Şekil 4.14). Bu değişimden en fazla sahanın deniz seviyesine yakın olan güneyde Havran, Edremit, Akçay, Altınoluk, Küçükkuşu, batıdaki tüm platoluk saha, kuzeyde Menderes çayı ovasının tüm güney kanadı ve kuzeydoğuda Kalkım depresyonu ve Katran ve Eybek dağı doruk kesimlerine yakın kısımlardaki doğal ve sosyal hayatın etkilenmesi beklenmektedir (Şekil 4.15).

Şekil 4. 14: Sıcaklık Aralıklarının 2071-2099 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı (RCP 8.5)

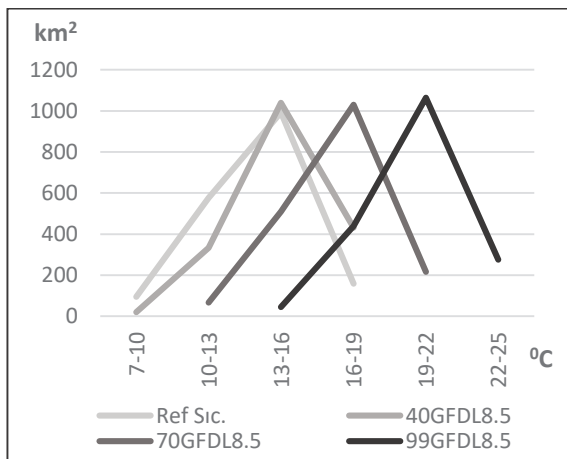


Şekil 4. 15: 2071-2099 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası (RCP 8.5)



RCP 8.5 senaryosunun tüm dönem bulguları birbiri ile kıyaslandığında, 2016-2040 döneminden itibaren sahada 3-6 °C arasında artış yönünde bir sıcaklık kayması yaşanacağı açık bir şekilde görülmektedir (Şekil 4.16).

Şekil 4. 16: Sıcaklıkların Tüm Dönemlerdeki Değişim Grafiği (RCP 8.5)



RCP 8.5 senaryosuna göre sıcaklık aralıklarının alansal değişimleri ve oranlarının analiz edildiği tablo incelendiğinde, 7-10 °C arasındaki sıcaklık alanlarının 2016-2040 döneminden itibaren ortadan kalktığı, 10-13 °C arasında sıcaklık alanının yüzyılın sonuna kadar sürekli artan oranda küçüldüğü gözlenir. 13-16 °C arası sıcaklık alanının 2040 yılına

kadar %5'lik oranda genişlediği, ancak 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde sırasıyla %50 ve %90 seviyelerinde küçülmeye maruz kaldığı gözlenir. 16-19 °C arasındaki sıcaklık alanının 2041-2070 döneminde sürekli genişlerken, bu dönemden sonra alanında %57 oranında küçülme olduğu görülmektedir. 19-22 °C arasındaki sıcaklık alanı (sahanın ~%10'u) 2041-2070 döneminde ortaya çıkmış ve 2071-2099 döneminde sahanın %15'ini kapsayarak genişlemiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4. 2: Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Alansal ve Oransal Değişimleri (RCP 8.5)

| Sic. Ara. (°C) | Ref. (km ²) | 16-40 (km ²) | Ref-40 ADY % | 41-70 (km ²) | 41-70 ADY % | 71-99 (km ²) | 71-99 ADY % | 00-99 % |
|----------------|-------------------------|--------------------------|--------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|---------|
| 7-10 | 96 | 20 | -79 | 0 | -100 | - | - | - |
| 10-13 | 576 | 333 | -42 | 67 | -80 | 1 | -99 | -100 |
| 13-16 | 993 | 1039 | 5 | 510 | -51 | 45 | -91 | -95 |
| 16-19 | 160 | 432 | 170 | 1031 | 139 | 439 | -57 | 174 |
| 19-22 | - | 1 | - | 216 | 21529 | 1065 | 392 | - |
| 22-25 | - | - | - | 1 | - | 275 | 27416 | - |

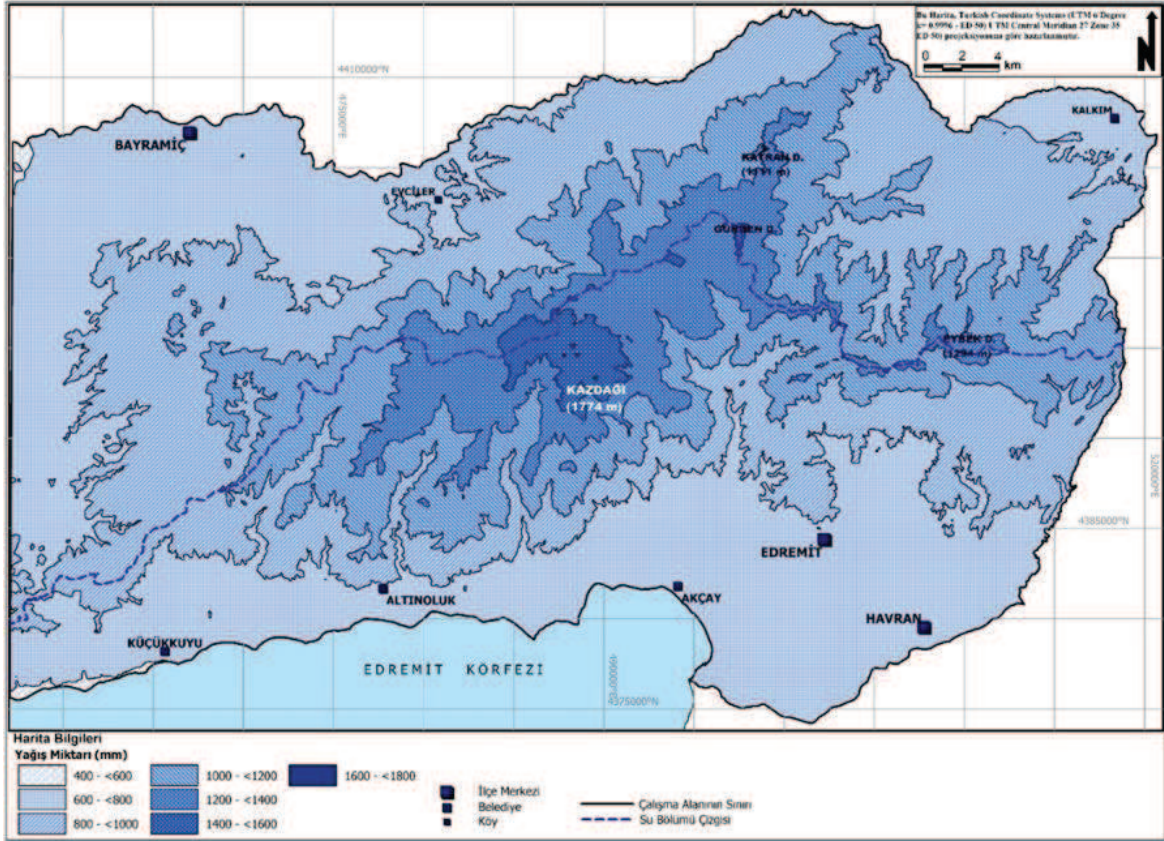
Kısaltmalar: RCP, Representative Concentration Pathways (Temsili Konsantrasyon Yolları); Ref, Referans Dönemi (1970-2000); Sic. Ara, Sıcaklık Aralıkları; 40, 2040 Yılı; 70, 2070 Yılı; 99, 2099 Yılı; ADY: Alansal Değişim Yüzdesi

RCP 8.5 senaryo bulguları, RCP 4.5 bulgularına göre belirlenen sıcaklık alanları için biraz daha yüksek değişim hareketi sunmuştur. Bununla birlikte iki senaryo arasındaki en çarpıcı farkın alansal genişleme veya daralmanın yanında sıcaklık alanlarındaki ısınma yönündeki kayma olduğu gözlenir. Nitekim, RCP 4.5 senaryosunda sıcaklıklarda ısınma yönünde alansal kayma sadece 2071-2099 döneminde gözlenirken RCP 8.5 senaryosunda bu kaymanın 2016-2040 döneminden itibaren başladığı ve 2071-2099 dönemi dahil sürekli devam ettiği görülmektedir (Şekil 10, 17).

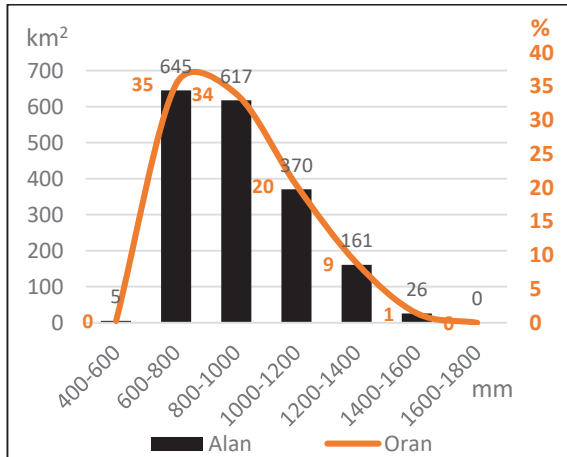
4.2 Öngörülen Yağış Değişikliği

Referans dönemi haritası incelendiğinde 1971-2000 döneminde sahanın %90'ı 600-1200 mm arasında yağış almaktadır. Referans dönemi yağış dağılımlarında minimum yağışlar 400-600 mm ile Küçükkuşu batısı kıyı kesimi ile kuzeyde Menderes çayı aşağı çığırında iken, maksimum yağışların 1400-1600 mm ile Kazdağı doruk kesiminde olduğu gözlenir (Şekil 4.17). Referans dönemi yıllık ortalama toplam yağış dağılım grafiğine göre 600-1000 mm arası yağışlar sahanın ~%60'ını kaplamaktadır (Şekil 4.18).

Şekil 4. 17: Referans Dönemi (1971-2000) Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası

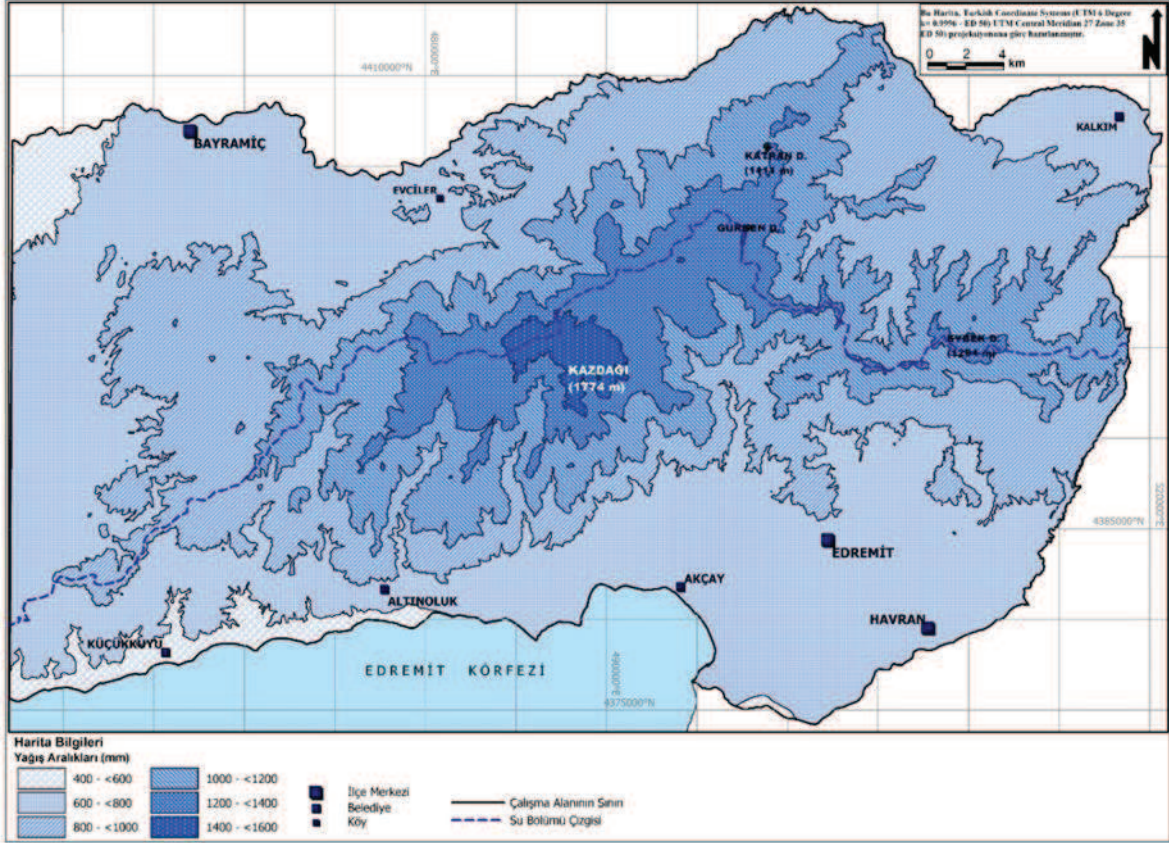


Şekil 4. 18: Yağış Aralıklarının Referans Dönem (1971-2000) Alansal Dağılışı Grafiği

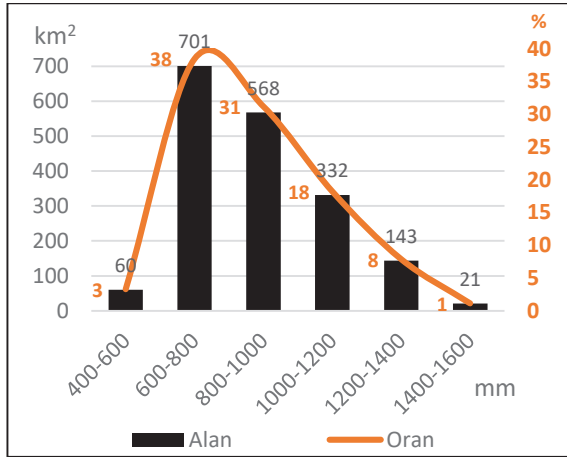


RCP 4.5 senaryo çıktılarında üretilen 2016-2040 döneminde öngörülen yağış dağılışı haritasına göre 600-800 mm yağış aralığı en geniş alanı kaplamaktadır (Şekil 4.19). 2016-2040 dönemindeki her iki senaryoya ait öngörülen yıllık ortalama toplam yağış dağılışı grafiklerine göre 600-1000 mm arası yağışlar sahanın ~%75'ini kaplamaktadır (Şekil 4.20).

Şekil 4. 19: 2016-2040 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası (RCP 4.5)

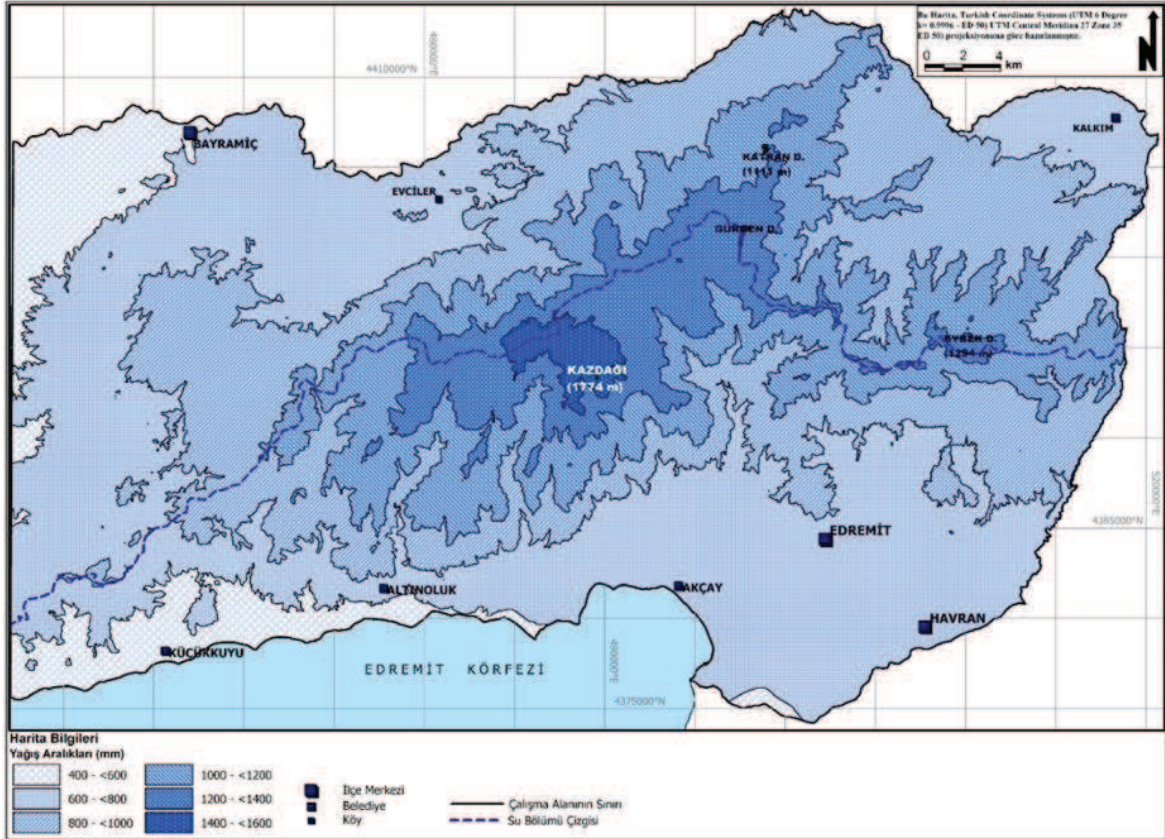


Şekil 4. 20: Yağış Aralıklarının 2016- 2040 Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 4.5)

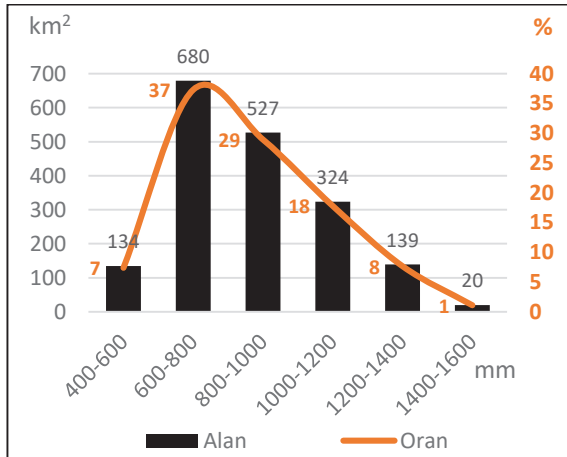


RCP 4.5 senaryosu 2041-2070 dönemi haritasında önceki döneme göre yalnızca 400-600 mm aralığında önemli ölçüde bir alansal genişleme, daha yüksek yağış aralıklarında ise küçük miktarda alansal daralma meydana gelmiştir (Şekil 4.21). Sahada 600-1000 mm yağış alanının sahanın büyük kesimini (~%60) kapladığı görülmektedir (Şekil 4.22).

Şekil 4. 21: 2041-2070 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası (RCP 4.5)



Şekil 4. 22: Yağış Aralıklarının 2041 - 2070 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 4.5)

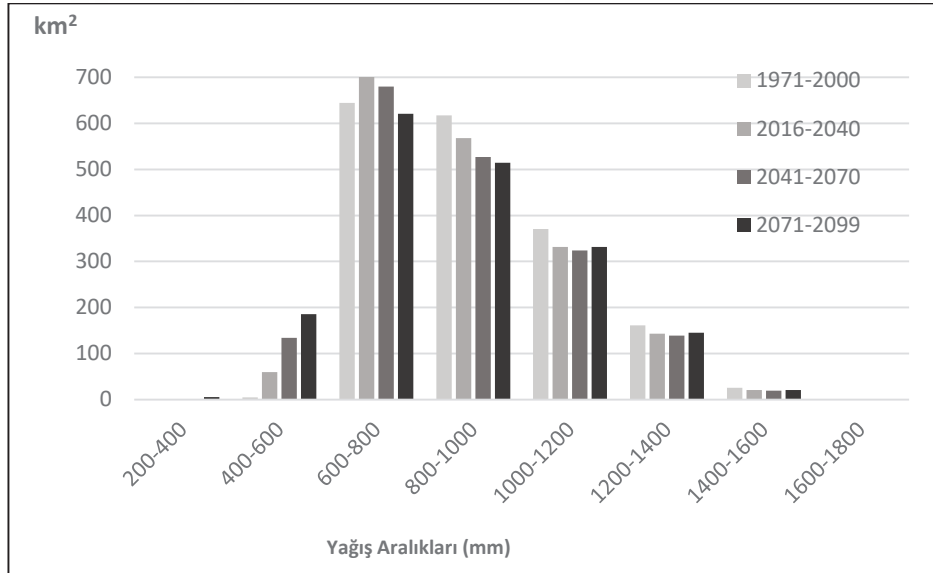


RCP 4.5 senaryosu 2071-2099 dönemi haritasında, önceki döneme göre ilk kez deniz seviyesine yakın alanlarda yağış miktarı 400 mm'nin altına inmiştir (Şekil 4.23). Referans dönem itibarıyla grafiklerdeki ilk basamak yağış aralığında artan yağışlarla birlikte sürekli bir genişleme, 600-1000 mm arası yağışlarda azalma ve bu alanda daralma gözlenmektedir. 2071-2099 dönemi yağış dağılışı incelendiğinde, kuzeyde Bayramiç

kadar görülen alansal daralma bu dönemlerde yağışların azaldığının, sonraki alansal genişleme ise yağışların yeniden arttığına göstergesidir (Şekil 4.25).

RCP 4.5 senaryosuna göre, yağış aralıklarındaki alansal değişim ve değişim yüzdeleri tablosu incelendiğinde 2016-2040 döneminde referans döneme göre 800-1600 mm arası yağış alanlarında %10-%20 civarında artan oranlarda daralma öngörülmektedir. 2041-2070 döneminde sahanın tümünde yağışlarda azalma ile alansal daralmanın yaşanacağı öngörülmektedir (Tablo 4.3). 1000-1600 mm arası yağış alanlarında daralmanın 2000-2040 döneminde hızlı iken 2041-2070 döneminde yavaşladığı, 2071-2099 döneminde ise az da olsa alansal genişleme yaşandığı öngörülmektedir (Tablo 4.3).

Şekil 4. 25: Yağış Aralıklarının Tüm Dönemler Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 4.5)



Tablo 4. 3: Yıllık Ortalama Toplam Yağışların Öngörülen Değişimleri (RCP 4.5)

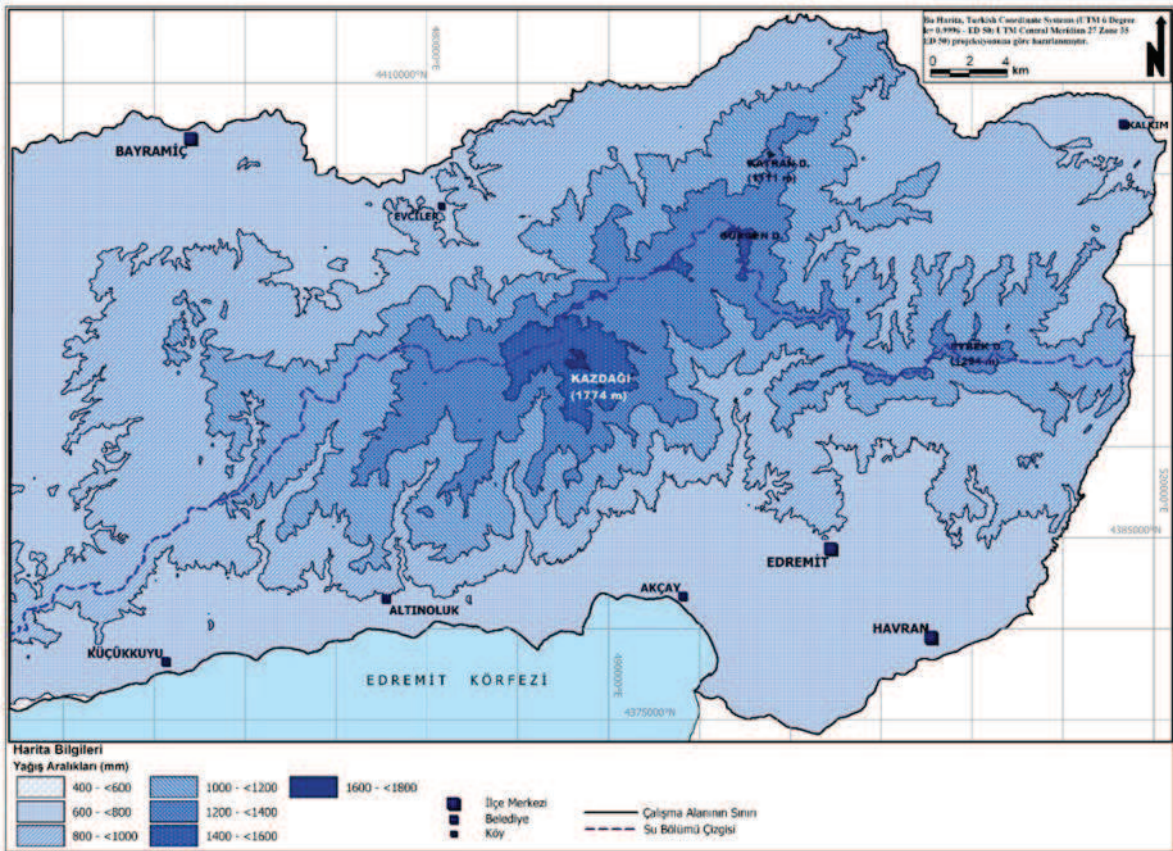
| Yağış (mm) | Ref. (km²) | Ref-40 (km²) | Ref-40 ADY % | 2070 (km²) | 41-70 ADY % | 2099 (km²) | 71-99 ADY % | 00-99 % |
|------------|------------|--------------|--------------|------------|-------------|------------|-------------|---------|
| 200-400 | - | - | - | - | - | 6 | - | - |
| 400-600 | 5 | 60 | 1101 | 134 | 124 | 185 | 38 | 3614 |
| 600-800 | 645 | 701 | 9 | 680 | -3 | 621 | -9 | -4 |
| 800-1000 | 617 | 568 | -8 | 527 | -7 | 514 | -2 | -17 |
| 1000-1200 | 370 | 332 | -10 | 324 | -2 | 332 | 2 | -10 |
| 1200-1400 | 161 | 143 | -11 | 139 | -3 | 145 | 4 | -10 |
| 1400-1600 | 26 | 21 | -19 | 20 | -5 | 21 | 6 | -18 |
| 1600-1800 | - | - | - | - | - | - | - | - |

Kısaltmalar: RCP, Representative Concentration Pathways (Temsili Konsantrasyon Yolları); Ref, Referans Dönemi (1970-2000); 40, 2040 Yılı; 70, 2070 Yılı; 99, 2099 Yılı; ADY: Alansal Değişim Yüzdeleri

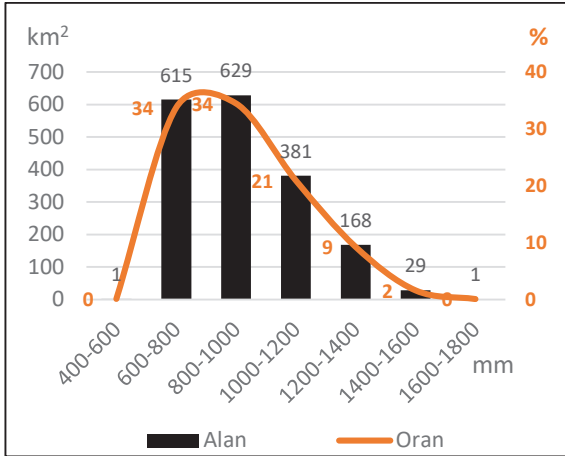
RCP 8.5 senaryosuna göre, 2016-2040 dönemi yağış dağılışı haritası ile referans dönem haritası arasında açık bir fark görülmemekle birlikte ilk -daha düşük seviyedeki yağış aralıklarının özellikle 2016-2040 döneminden sonra alansal olarak genişlemeye başladığı gözlenir. Çalışmanın tüm bulguları değerlendirildiğinde yalnızca bu senaryo ve 2016-2040 döneminde 800-1000 mm yağış aralığının en geniş alan kapladığı gözlenmiştir

(Şekil 4.26). 2016-2040 dönemi yağış grafiği incelendiğinde ise ilk iki basamaktaki yağışların alanlarının daraldığı, sonraki daha yüksek yağış aralıklarının tümünün alansal olarak genişlediği görülür. Sahada 2016-2040 döneminde en geniş yağış alanı 1244 km² (toplam alanın ~%60'ı) ile 600-1000 mm arasında düşmüştür (Şekil 4.27). Bu alan Kazdağı, Katran, Gürgen ve Eybek dağlarının geniş çevresi haricindeki tüm sahayı kapsar. Bu dönemde Kazdağı doruk çevresinin 1400-1600 mm seviyesinin üzerinde yağış aldığı, Katran, Gürgen ve Eybek dağlarının doruk çevresinin 1000-1400 mm aralıkta yağış değerine sahip oldukları görülür (Şekil 4.26).

Şekil 4. 26: 2016-2040 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası (RCP 8.5)

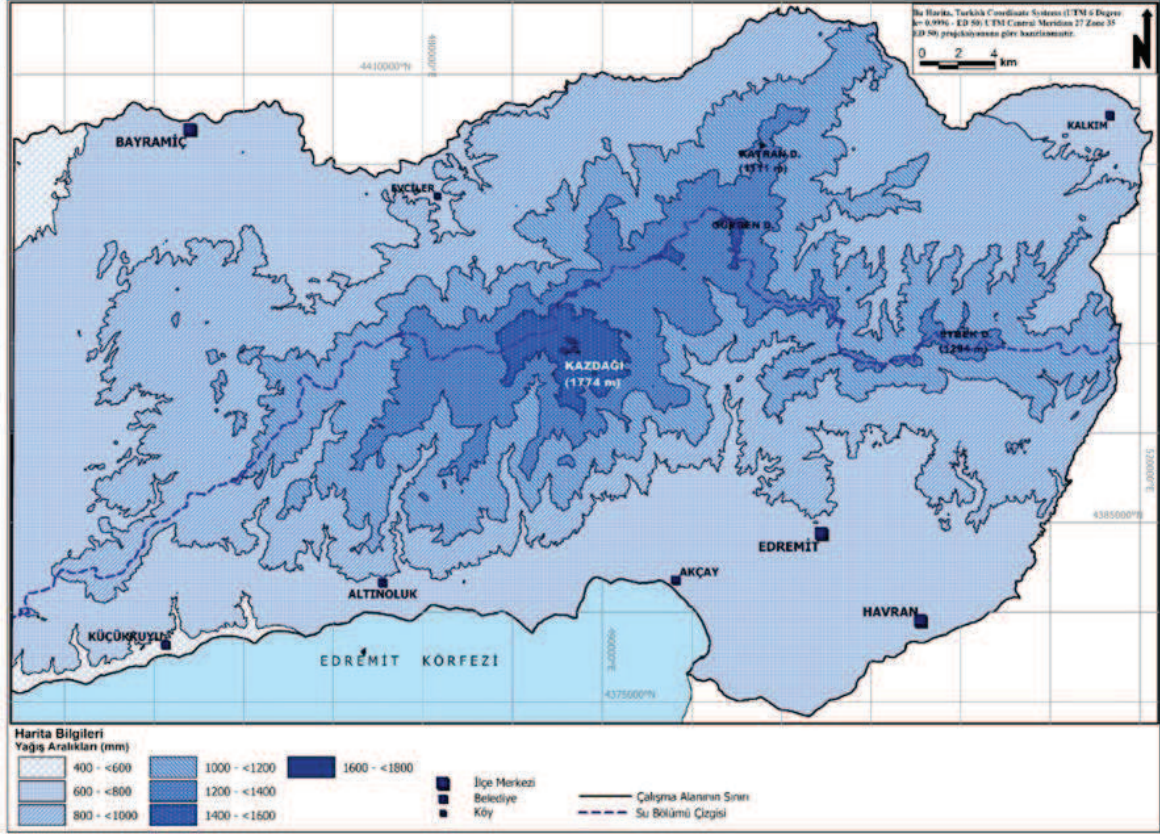


Şekil 4. 27: Yağış Aralıklarının 2016 - 2040 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılım Grafiği (RCP 8.5)

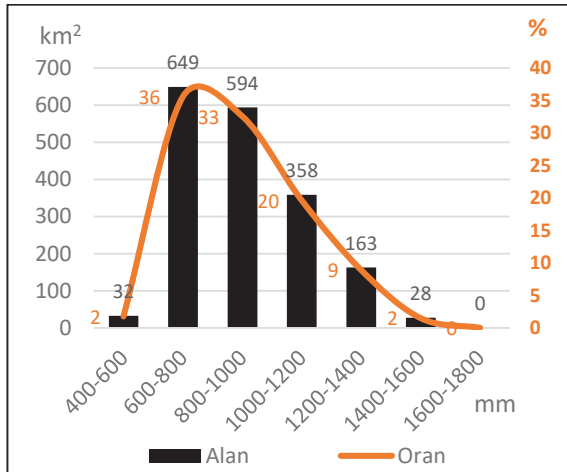


2041-2070 dönemi haritasında yağışların sahada azaldığının göstergesi olarak, en düşük ilk iki yağış basamağının genişlediği, 800-1800 mm arasındaki daha yüksek miktara sahip yağış alanlarının önceki dönemlere göre daraldığı gözlenir (Şekil 4.28). 2041-2070 döneminde Kazdağı doruk çevresinin 1400-1800 mm arasında yıllık ortalama yağış alacağı, Gürgen, Katran ve Eybek dağlarının doruk kesimlerinin ise 1200-1400 mm arasında yağış alacağı öngörülmektedir (Şekil 4.29). Bu dönemde en geniş yağış alanları sahanın yaklaşık %70'ini kapsayan 600-800 ve 800-1000 mm yağışlardır (Şekil 4.29).

Şekil 4. 28: 2041-2070 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası (RCP 8.5)

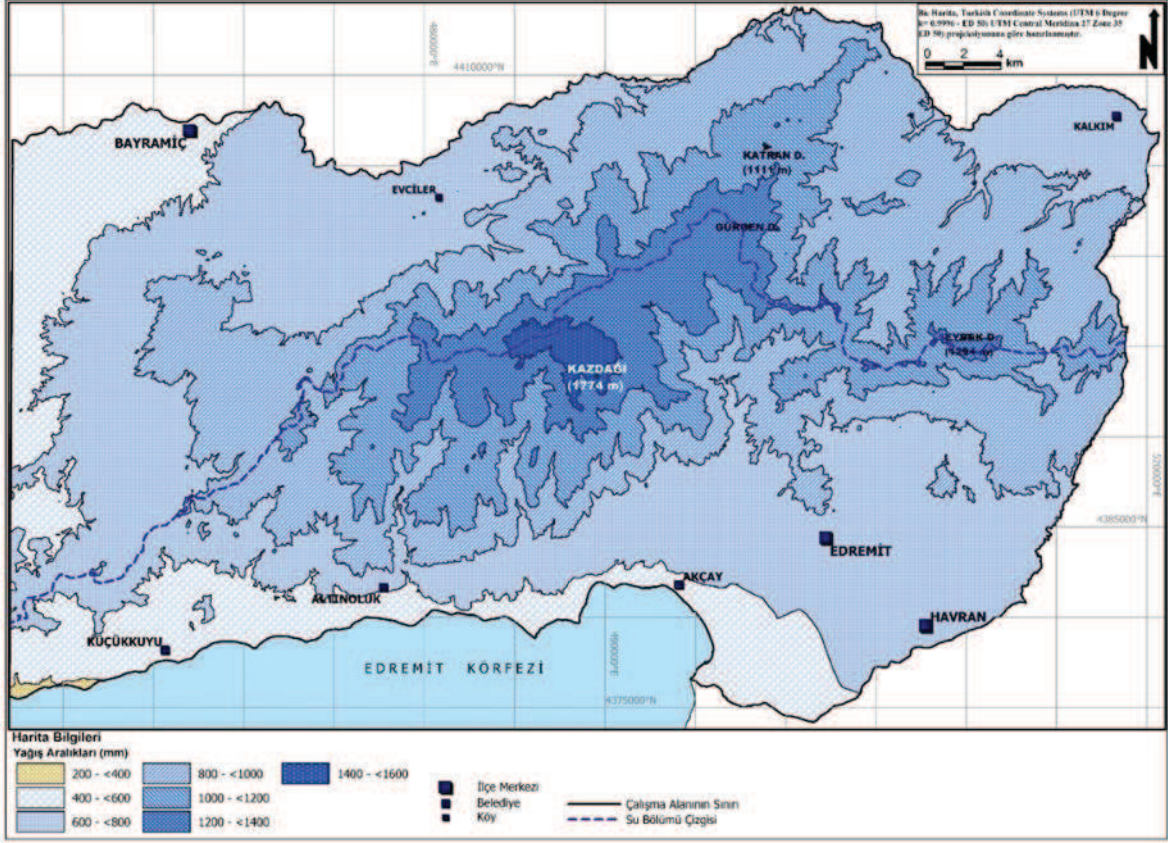


Şekil 4. 29: Yağış Aralıklarının 2041 - 2070 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 8.5)

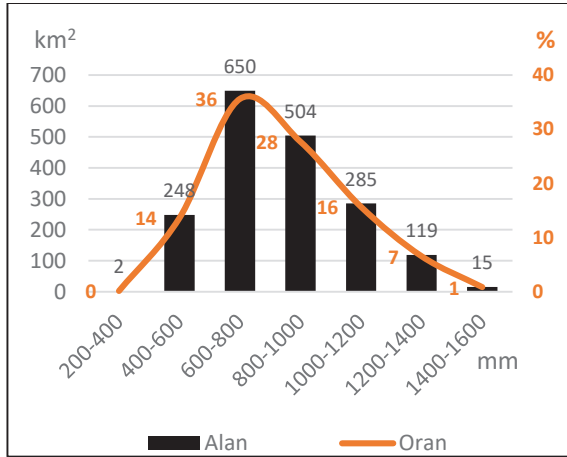


RCP 8.5 senaryosuna göre, 2071-2099 dönemine ait harita incelendiğinde düşük 300-600 mm aralığında yağışların artarak alansal olarak genişlediği, 800 mm üzeri yağışların alansal olarak az da olsa daraldığı öngörüsüne ulaşılmıştır (Şekil 4.30). Belirlenen aralıklardaki düşük yağış değerlerinin önceki dönemlere göre ilk kez 400 mm altına düştüğü görülmektedir (Şekil 4.31). Bu kesimler kuzeyde Bayramiç depresyonu ve sahanın Edremit körfezi kıyı kesiminde yer alan Akçay, Altınoluk, Küçükkuşluk hattıdır (Şekil 4.30).

Şekil 4. 30: 2071-2099 Dönemi Öngörülen Yıllık Ortalama Toplam Yağış Dağılışı Haritası (RCP 8.5)

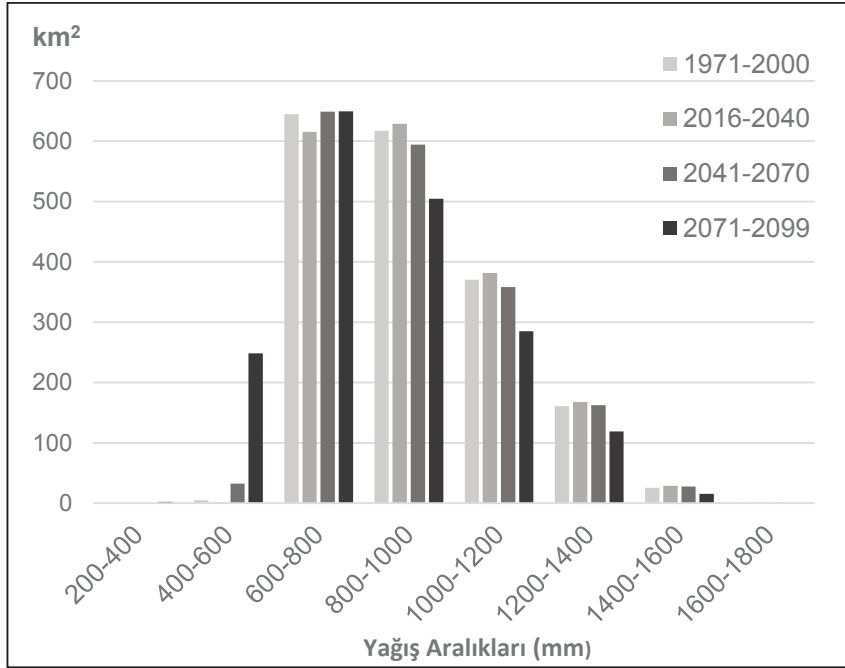


Şekil 4. 31: Yağış Aralıklarının 2071 - 2099 Dönemi Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 8.5)



RCP 8,5 senaryosuna göre yağış aralıklarındaki alansal değişim tablosuna göre 400-800 mm yağışların 2016-2040 döneminde alansal olarak daraldığı; 2041-2070 yılında alansal olarak genişlediği; 2071-2099 döneminde yeniden daralma şeklinde dalgalı bir seyir izlediği görülür (Şekil 4.32). 800-1600 mm arası yağışların ilk dönem sonrasında sürekli azalıp alansal olarak sürekli küçüldüğü öngörülmektedir. Sahada alansal daralmanın en güçlü yaşandığı yağış aralığı 1400-1600 mm iken, alansal genişlemenin 400-600 mm olduğu görülür (Tablo 4.4).

Şekil 4. 32: Yağış Aralıklarının Tüm Dönemler Öngörülen Alansal Dağılışı Grafiği (RCP 8.5)



Tablo 4. 4: Yıllık Ortalama Toplam Yağışların Öngörülen Alansal Değişimleri (RCP 8.5)

| Yağış (mm) | Ref. (km²) | 16-40 (km²) | Ref-40 DO % | 41-70 (km²) | 41-70 DO % | 71-99 (km²) | 70-99 DO % | 00-99 % |
|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|---------|
| 200-400 | - | - | - | - | - | 2 | - | - |
| 400-600 | 5 | 1 | -74 | 32 | 2385 | 248 | 668 | 4875 |
| 600-800 | 645 | 615 | -5 | 649 | 5 | 650 | 0 | 1 |
| 800-1000 | 617 | 629 | 2 | 594 | -6 | 504 | -15 | -18 |
| 1000-1200 | 370 | 381 | 3 | 358 | -6 | 285 | -20 | -23 |
| 1200-1400 | 161 | 168 | 4 | 163 | -3 | 119 | -27 | -26 |
| 1400-1600 | 26 | 29 | 12 | 28 | -4 | 15 | -45 | -40 |
| 1600-1800 | - | 1 | - | - | - | - | - | - |

Kısaltmalar: RCP, Representative Concentration Pathways (Temsili Konsantrasyon Yolları); Ref, Referans Dönemi (1970-2000); 40, 2040 Yılı; 70, 2070 Yılı; 99, 2099 Yılı; DO: Değişim Oranı

2071-2099 döneminde her iki senaryoya göre 300-600 mm yağış alanlarında çarpıcı bir alansal genişleme olduğu görülür. Diğer yağış aralıklarında %10-20-25 seviyelerinde farklı ölçülerde alansal daralma beklenmektedir. En büyük değişimin her iki senaryoda da düşük yağış miktarlarında artış ve alansal genişleme ve yüksek miktardaki yağışlarda azalma ve bu alanlarda daralma olduğu yönündedir (Tablo 4.3; 4.4).

200-400 mm yağış aralığında RCP 4.5 senaryosuna göre 2016-2040 ve 2041-2070 dönemlerinde bir değişim olmazken 2071-2099 döneminde 6 km²; RCP 8.5 senaryosuna göre ise yine yalnızca 2071-2099 döneminde 2 km²lik genişleme söz konusudur.

400-600 mm yağış aralığında RCP 4.5 senaryosuna göre 2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde sırasıyla % 1101, % 124 ve % 38'lik bir artış öngörülmüştür. RCP 8.5 senaryosuna göre aynı dönemlerdeki alansal büyüklük ve değişim yüzdeleri sırasıyla 1 km², 32 km² ve 668 km² ve % -74, % 2385 ve % 668'dir. Bu sonuçlarla 400-600 mm yağışların miktarında ilk dönemde (2016-2040) azalma ve mekânsal olarak daralma; ikinci

(2041-2070) ve üçüncü (2071-2099) dönemlerde ise önemli ölçüde mekânsal genişleme öngörülmektedir. 2000-2099 arasında bu yağış aralığı için RCP 4.5 senaryosuna göre % 97, RCP 8.5 senaryosuna göre % 4875 seviyesinde bir değişim olduğu öngörülmüştür (Tablo 4.3; 4.4).

600-800 mm yağış aralığında RCP 4.5 senaryosuna göre dönemler için sırasıyla % 9, % -3 ve % -9'luk bir değişim elde edilmiştir. Yine bu yağış aralığında ilk dönemde artış ve 56 km²'lik bir alansal genişleme; 2070 yılında azalma ve 21 km²'lik bir alansal daralma; 2099 yılında ise % -9 oranında azalma ve 59 km²'lik bir alansal daralma beklenmektedir. RCP 8.5 senaryosuna göre dönemlerde sırasıyla % -5, % 5 ve 2099 yılında herhangi bir değişim olmadığı bulgularına ulaşılmıştır. 2000-2040 döneminde yağışlarda azalma ve alansal olarak 30 km²'lik bir daralma; 2070 yılına yağışlarda artış ve 34 km²'lik bir genişleme ve 2099 yılında artış yönündeki değişim ihmal edilebilecek düzeydedir (Tablo 4.3; 4.4).

800-1000 mm arası yağışlarda RCP 4.5 senaryosuna göre dönemlerde sırasıyla % -8, % -7 ve % -2 oranlarında yağışlarda azalma ve sırasıyla 49 km², 41 km², 13 km² alansal daralma söz konusudur. 2071-2099 yılında toplamda % 20 oranında azalma olduğu gözlenmektedir. RCP 8.5 senaryosuna göre ilk üç dönemde sırasıyla % 2, % -6 ve % -15 oranlarında, ilk dönemde 12 km² alansal genişleme, sonraki iki dönemde 35 km², 90 km²'lik bir alansal daralma olduğu gözlenir. 2000-2099 döneminde de RCP 4.5 senaryo sonucuna benzer şekilde toplamda % 18 oranında azalma bulunmuştur (Tablo 4.3; 4.4).

1000-1200 mm yağış aralığında RCP 4.5 senaryosuna göre ilk iki dönemde % 10 ve % 2 oranında azalma, üçüncü dönemde % 2 oranında artış; dönemlerde sırasıyla 38 km² ve 8 km² alansal daralma ile son dönemde 8 km²'lik alansal bir genişleme öngörülmüştür. RCP 8.5 senaryosuna göre ilk dönemde % 3 artış, ikinci ve üçüncü dönemde % -6 ve % -20 oranlarında azalışlara ulaşılmıştır. Alansal olarak ise ilk dönemde 11 km² genişleme, ikinci ve üçüncü dönemde 23 km² ve 73 km² oranlarında alansal daralma gözlenir. 2071-2099 yılında yağışlarda RCP 4.5 senaryosuna göre % 12, RCP 8.5 senaryosuna göre %23 oranında azalma öngörülmüştür (Tablo 4.3; 4.4).

1200-1400 mm yağış aralığında RCP 4.5 senaryosuna göre yağışlarda ilk iki dönemde % 11 ve % 3 oranlarında azalma ve 18 km² ve 4 km² alansal daralma, son dönemde % 4 oranında artış ve 6 km² alansal genişleme öngörülmektedir. RCP 8.5 senaryosuna göre ilk dönemde % 4 oranında artış ve 7 km² alansal genişleme, son iki dönemde sırasıyla % 3 ve % 27 oranlarında azalma ve 5 km² ve 44 km² lik bir alansal genişleme gözlenir. 2000 – 2099 döneminde ise, RCP 4.5 senaryosuna göre % 11 oranında, RCP 8.5 senaryosuna göre % 26 oranında küçülme bulunmuştur (Tablo 4.3; 4.4).

1400 – 1600 mm yağış aralığında RCP 4.5 senaryosuna göre ilk iki dönemde % 19 ve % 5 oranlarında azalma yönünde değişim ile 5 km² ve 1 km² alansal daralma; son dönemde ise % 6 oranında bir değişim ile 1 km² alansal genişleme görülür. RCP 8.5 senaryosuna göre ilk dönemde % 12 oranında bir değişim ile 3 km² alansal genişleme; son iki dönemde sırasıyla % 4 ve % 45 oranlarında değişim ile 1 km² ve 12 km² alansal daralma öngörülmüştür. 2000 – 2099 döneminde yağışlarda RCP 4.5 senaryosuna göre % 22, RCP 8.5 senaryosuna göre % 40 oranında daralma yönünde değişim gözlenmektedir (Tablo 4.3; 4.4).

1600-1800 mm yağış aralığında RCP 8.5 senaryosu 2016-2040 dönemi için 1 km² lik bir alansal genişleme dışında her iki senaryo için de dikkate değer bir değişim gözlenmemiştir (Tablo 4.3; 4.4).

RCP 4.5 senaryo bulguları genel olarak değerlendirildiğinde 200-400 ve 400-600 mm yağış aralığında yüzyılın sonuna kadar sürekli bir artış, 600-800 mm yağış aralığında ilk dönemde artış sonraki tüm dönemlerde azalış olduğu görülmektedir. 800-1000 mm aralığında tüm dönemlerde sürekli bir alansal daralma olması yağışlarda sürekli bir azalma olduğunun göstergesidir. 1000-1600 mm yağışlarda ilk iki dönemde azalma son dönemde hafif artışlar gözlenir. 2000-2099 yılları arasındaki alansal değişimlere bakıldığında, 200-400 mm yağışlarda önemli bir değişiklik gözlenmezken 400-600 mm yağışlarda dönemler arasında artış oranı azalsa da toplamda %97 oranında artış yönünde değişim olacağı öngörülmektedir (Tablo 4.3; Şekil 4.25).

RCP 8.5 senaryo bulguları genel olarak değerlendirildiğinde 200-800 mm arasındaki yağışlarda ilk dönemde azalma ve son iki dönemde oranları azalsa da sürekli bir artış olduğu görülmektedir. 800-1600 mm arasında yağışlarda ilk dönemde artış sonraki dönemlerde artan oranlarda azalma gözlenir (Tablo 4.4; Şekil 4.32).

Bu çalışmada RCP 4.5 senaryo bulgularına göre 2016-2040 yılına kadar 800-1600 mm arası yağışlar azalıp alan kaybederken 2041-2070 döneminde 600-1600 mm arası yağışlar alan kaybetmekte; 400-600 mm yağışlar alan kazanmaktadır. 2071-2099 döneminde 200-600 mm ve 1000-1600 mm yağış alanları genişlerken, 600-1000 mm aralığı alan kaybetmektedir (Tablo 4.3). RCP 8.5 senaryo bulgularına göre, ilk dönemde 400-800 mm yağışlar azalıp alan kaybederken, 800-1600 mm yağışlar artıp alan kazanmakta; 2041-70 ve 2071-99 dönemlerinde 400-800 mm yağışlar artıp alan kazanırken, 800-1600 mm yağışlar azalıp alan kaybetmektedir (Tablo 4.4).

4.3 İklim Tiplerinde Öngörülen Değişiklikler

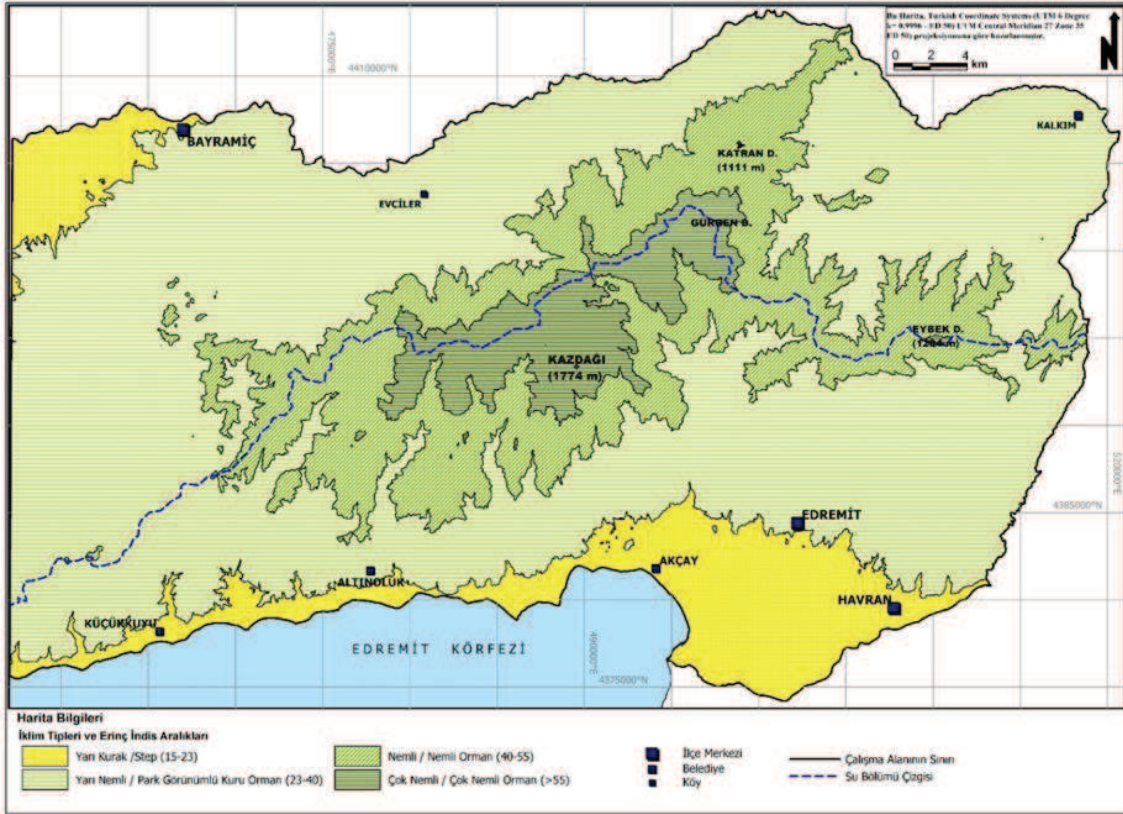
Bu bölümde Erinç, Emberger ve De-Martonne iklim sınıflandırma formüllerine göre çalışmanın referans dönem (1971-2000) normalleri paylaşıldıktan sonra iklim sınıflarındaki birinci dönem (2016-2040), ikinci dönem (2041-2070) ve üçüncü dönem (2071-2099)'e ait iklimlerde öngörülen değişiklikler sunulmaktadır.

4.3.1 Erinç

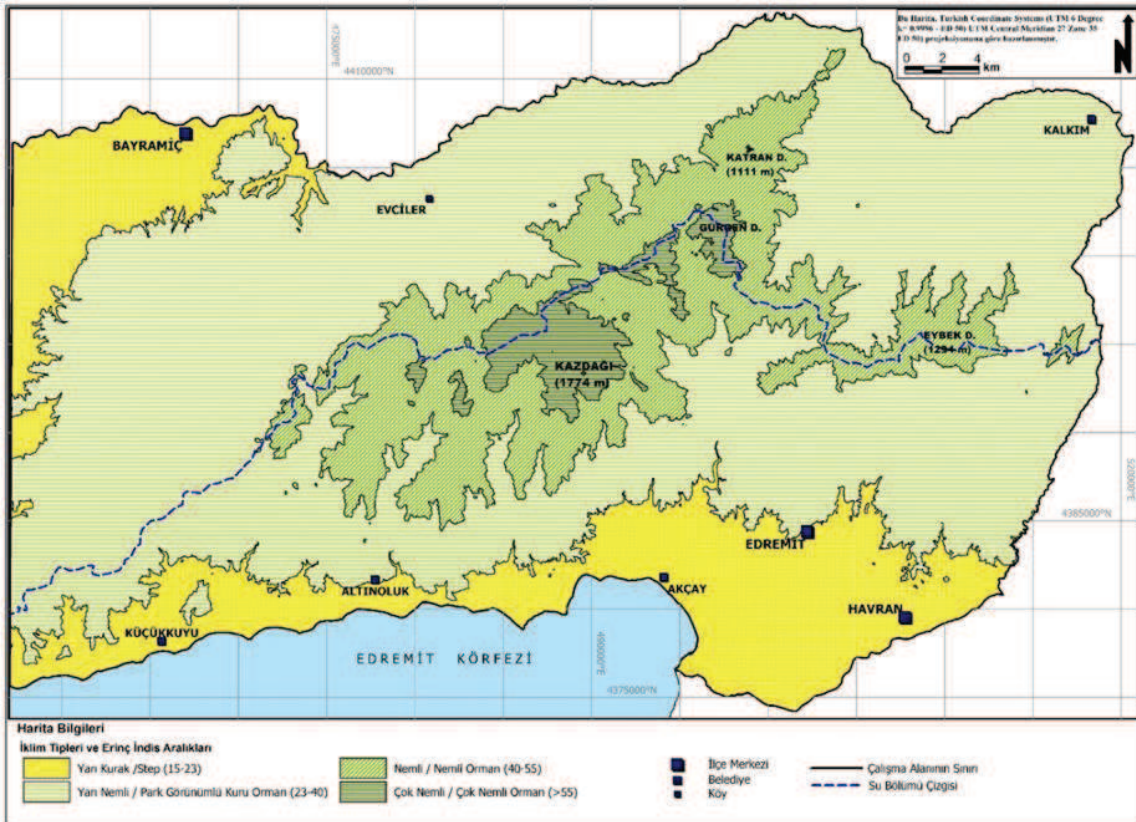
Yağış etkililiği üzerine incelemeler yapan Erinç, 1965 yılında yağış ve sıcaklık arasındaki durumu tespit eden bir formül geliştirmiştir. Yağış ve sıcaklık değişkenlerini kullanarak indis sonuçlarını tam kurak, kurak, yarı kurak, yarı nemli, nemli ve çok nemli olarak sınıflandırmıştır. İklim sınıflarını vejetasyon formasyonlarının yayılışları ile karşılaştırarak bu sınıfların bitki örtüsü karşılığını aynı sıra ile çöl, çölümsü step, step, park görünümlü kuru orman, nemli orman ve çok nemli orman şeklinde tanımlamıştır (Erinç 1984).

Çalışma alanının referans dönemi (1971-2000) yıllık ortalama sıcaklığı en düşük 7.2 °C, en yüksek 16.4 °C; yıllık ortalama toplam yağış minimum 569 mm, maksimum 1608 mm'dir. Referans dönemi Erinç iklim haritasına göre çalışma alanındaki yerleşmeler yarı nemli iklim etkisi altındadır (Şekil 2.17). Referans döneminde yarı kurak iklim alanı ihmal edilebilecek düzeyde iken RCP 4.5 senaryosuna göre, 2016-2040 döneminde etki alanını Akçay - Havran güneyi ve çevresi ile tüm Edremit körfezi kıyılarına genişletmiştir. Kuzeyde ise Bayramiç batısını etkisi altına almıştır. Yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanları bu dönemde referans dönemine göre daralmıştır (Şekil 4.33). 2041-2070 döneminde yarı kurak iklim etkisi tüm ilçe merkezlerini kapsayacak şekilde genişlemiş, yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanları daralmıştır. Nemli iklim alanları bu dönemde Katran dağı ve Eybek dağı doruklarının çevresine kadar çekilmiştir (Şekil 4.34). 2071-2099 döneminde sahada ilk kez Küçükkuyu ve batısını etkileyen kurak iklim alanları doğmuştur. Bununla birlikte, önceki dönemlerdeki gibi yarı kurak iklim alanı genişlerken yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanları daralmayı sürdürmüştür. Bu dönemde çok nemli iklim alanının sahadaki etkisinin yalnızca Kazdağı doruk çevresine çekildiği görülmektedir (Şekil 4.35). Bu dönemde Erinç iklim sınıflarına göre çalışma alanının %65'i Yarı Nemli, %26'sı Nemli ve %9'u Çok Nemli iklime sahiptir (Şekil 4.36).

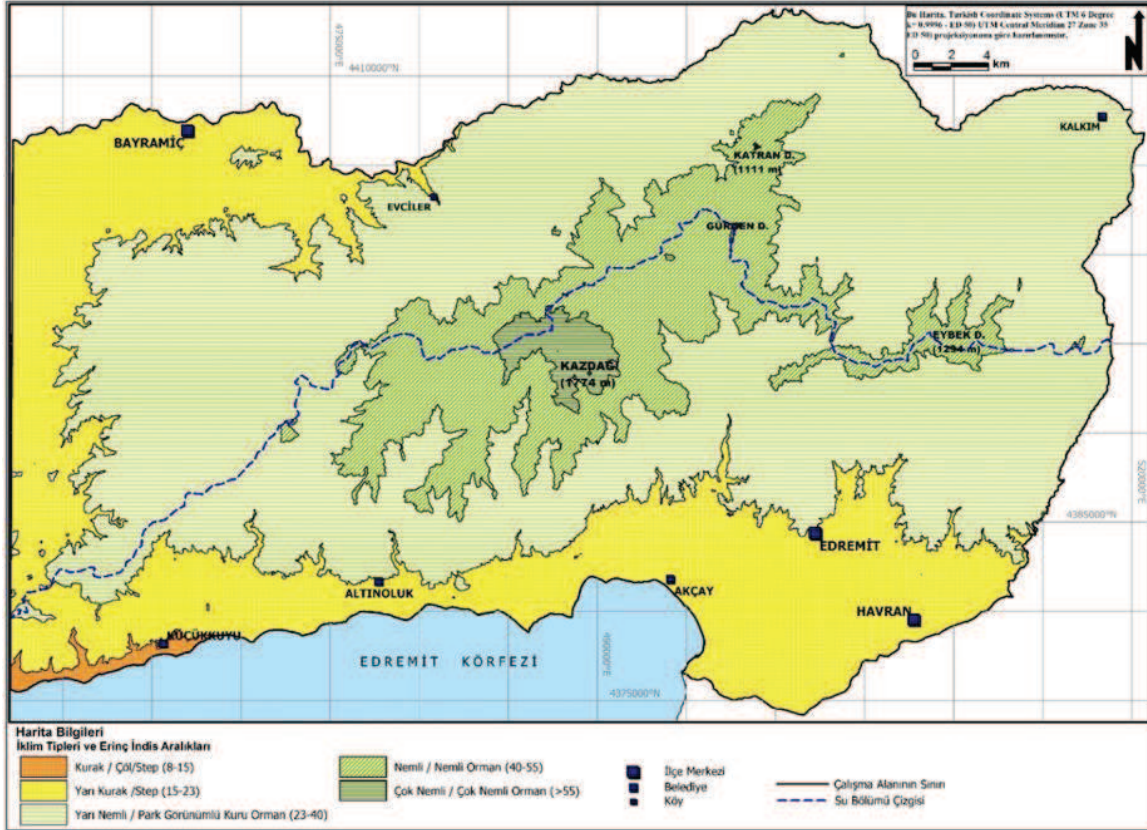
Şekil 4. 33: 2016-2040 Dönemi için Öngörülen Erinç İklim Haritası (RCP 4.5)



Şekil 4. 34: 2041-2070 Dönemi için Öngörülen Erinç İklim Haritası (RCP4.5)

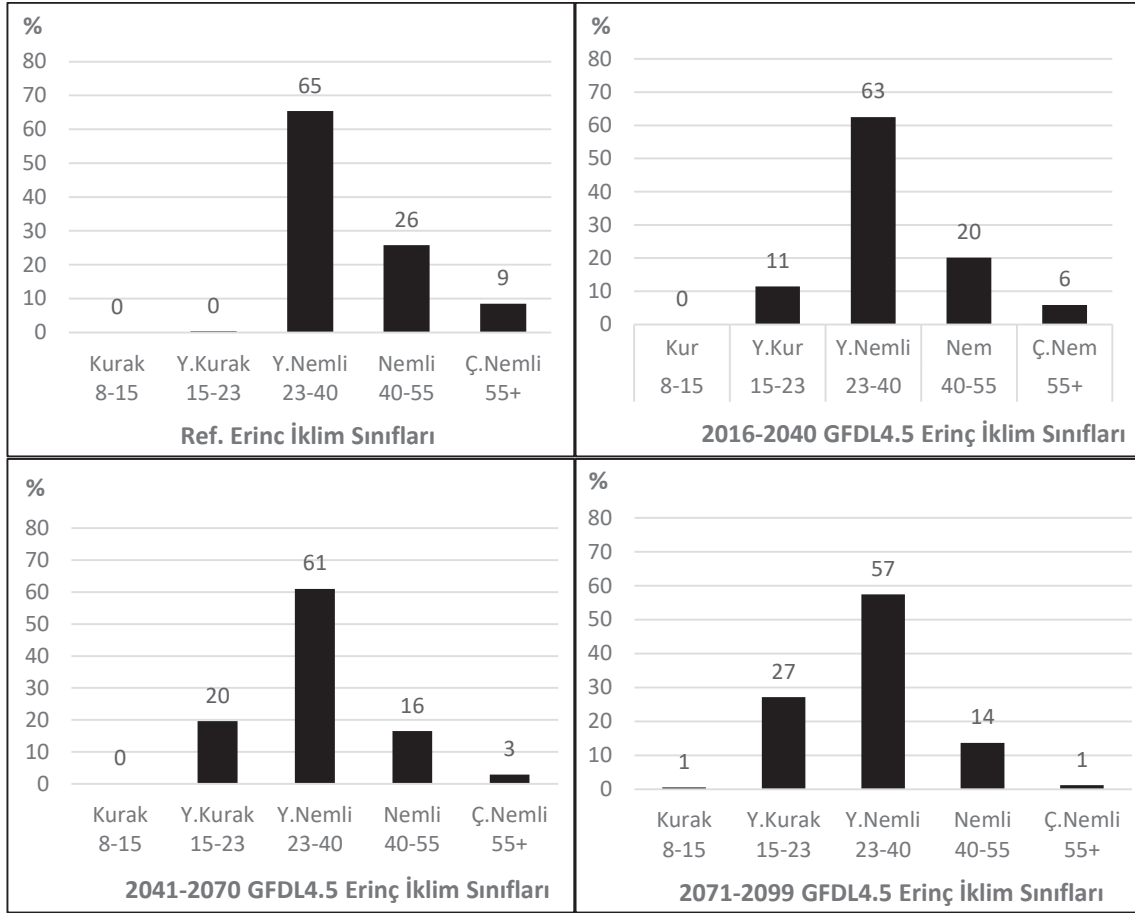


Şekil 4. 35: 2071-2099 Dönemi için Öngörülen Erinç İklim Haritası (RCP4.5)



RCP 4.5 senaryosu Erinç iklim sınıfları dağılım grafiklerine göre, tüm dönemlerdeki değişiklikler genel olarak değerlendirilirse, yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanlarında sürekli daralma, yarı kurak iklim alanında sürekli genişleme ve 2071-2099 döneminde sahada kurak iklim alanının doğması şeklinde özetlenebilir (Şekil 4.36). Yarı kurak iklim alanı referans döneminde sahada ihmal edilebilecek düzeyde iken, 2071-2099 döneminde sahanın %27'sinde etkili olacak şekilde genişlemiştir. Yine, Nemli iklim alanı referans döneminde sahanın %26'sında etkili iken son döneme gelindiğinde bu etki sahanın %14'üne çekilmiştir. Çok nemli iklim alanı da benzer şekilde, referans döneminde %9 oranında alan kaplarken son dönemde %1 değere çekilerek sahadaki etkisini büyük oranda kaybetmiştir (Şekil 4.36).

Şekil 4. 36: Erinç İklim Sınıflarının Tüm Dönemler Öngörülen Dağılım Grafikleri (RCP4.5)



RCP 4.5 senaryosuna göre, tüm dönemlerde meydana gelen alansal değişimler değerlendirilirse, 2071-2099 döneminde araştırma alanında kurak/çöl iklim alanının doğduğu görülmektedir (Tablo 4.5). 2016-2040 aralığında yarı kurak iklim alanının 7 km²'den 209 km²'ye genişlediği ve daha sonra değişim hızı azalsa da etki alanının genişlemeye devam ettiği görülmektedir. Yarı nemli iklim alanının değişim oranı az olmakla birlikte yüzyılın sonuna doğru sürekli bir daralma gözlenmektedir. Referans dönemi ile 2099 yılları arasında bu iklim alanı %12 oranında daralmıştır. Nemli iklim, referans döneminde sahada 471 km²'lik bir alanda etkili iken 2099 yılına doğru sürekli daralmış, 2000-2099 döneminde %47'lik bir değişim oranı ile 250 km²'lik bir alana çekilmiştir. Çok nemli iklim alanının son döneme kadar sürekli artan bir değişim oranına sahip olduğu görülmektedir. Referans döneminde sahada 155 km² olan çok nemli iklim alanı, öngörü dönemlerinde sırasıyla %30, %51 ve %58 oranlarında küçülmüş ve 2071-2099 döneminde 22 km²'lik bir alana çekilmiştir. Çok nemli iklim alanı 2000-2099 yılları arasında %86 daralırken, yarı kurak iklim alanı %7348 oranında büyümüştür (Tablo 4.5).

Tablo 4. 5: Erinç İklim Sınıflarında Öngörülen Alansal Değişim (RCP 4.5)

| Erinç Indis | İklim Tipleri | 71-00 Ref (km ²) | 16-40 (km ²) | Ref-40 DO % | 41-70 (km ²) | 41-70 DO % | 71-99 (km ²) | 71-99 DO % | Ref-2099 DO % |
|-------------|---------------|------------------------------|--------------------------|-------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|---------------|
| 8-15 | Kur/Çöl-Step | - | - | - | - | - | 10 | - | - |
| 15-23 | Y.Kur/Step | 7 | 209 | 3042 | 358 | 72 | 494 | 38 | 7348 |
| 23-40 | Y.Nemli | 1192 | 1140 | -4 | 1113 | -2 | 1048 | -6 | -12 |
| 40-55 | Nem/Orm | 471 | 368 | -22 | 301 | -18 | 250 | -17 | -47 |
| 55+ | Ç.Nem/Orm | 155 | 108 | -30 | 53 | -51 | 22 | -58 | -86 |

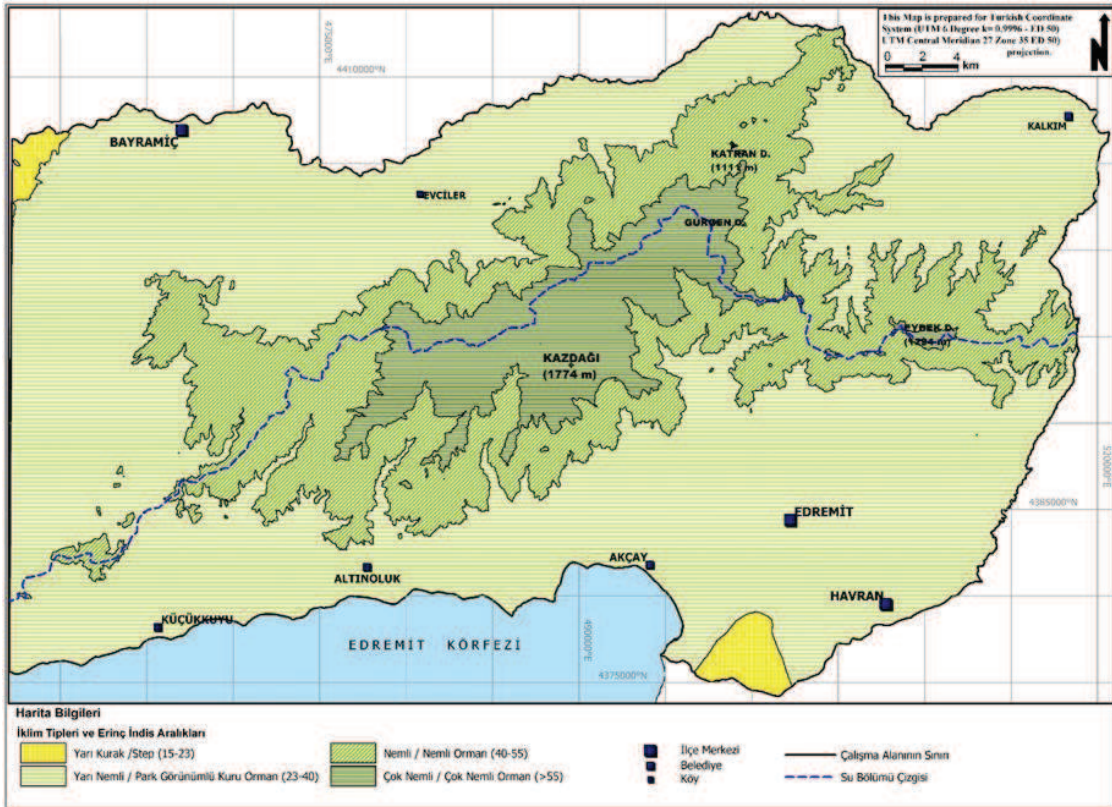
Kisaltmalar: Ref: Referans Dönemi (1970-2000); DO: Değişim Oranı. Değişim Oranları başlığında yılların son iki hanesi verilmiştir.

RCP 8.5 verilerine göre (Kötümser senaryo) 2016-2040 döneminde sahanın büyük bölümünde yarı nemli iklim etkisi altında olduğu görülmektedir. Yükseltiye bağlı olarak nemli orman etkisinin Katran ve Eybek doruklarına kadar etkili olduğu, Kazdağı, Gürgen dağı doruk çevrelerinde çok nemli iklim hâkim olduğu görülmektedir (Şekil 4.37). Su bölümü çizgisine göre güney yamaçta nemli ve çok nemli iklim alanlarının kuzey yamaca göre daha geniş alan kapladığı dikkat çekmektedir. Bununla birlikte sahanın deniz seviyesine yakın kesimlerinde kuzeybatıda Karamenderes çayı aşağı kesiminde, güneyde ise Havran'ın güneybatısında yarı kurak iklimin sahayı etkisi altına almaya başladığı görülmektedir (Şekil 4.37).

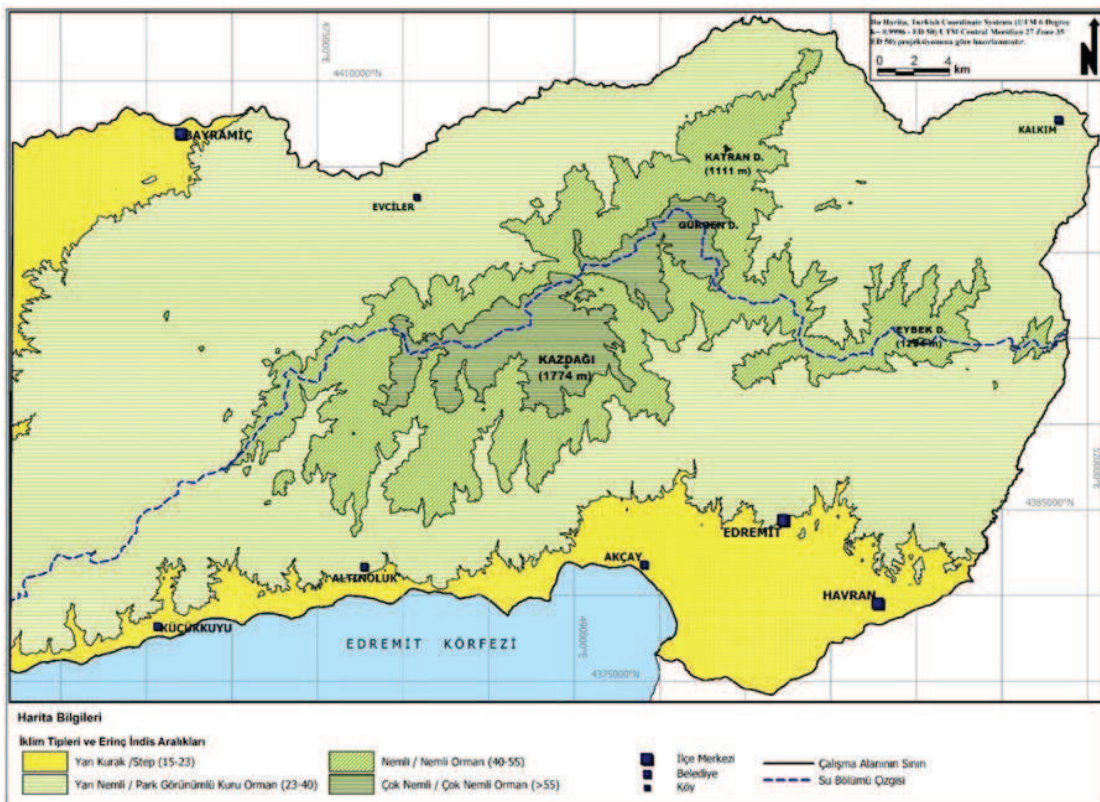
RCP 8.5 senaryosu 2041-2070 dönemi iklim haritasına göre Bayramiç batısı ve tüm güney ilçe merkezlerinde yarı kurak iklimi yerleşmiştir. Yarı nemli iklim alanı sahada nispeten genişliğini korurken nemli ve çok nemli iklim alanları alansal olarak daralarak daha yüksek seviyelere kaymıştır. Su bölümü çizgisinden itibaren kuzey yamaçta nemli ve çok nemli iklim alanının etkisinin önemli ölçüde ortadan kalktığı gözlenir. Sahada özellikle Kalkım depresyonu gerisinde özel korunaklı alanlara yerleşen nemcil türlerin yayıldığı alanlarda nemli iklimin etkisini neredeyse tamamen kaybettiği, bu alanların yarı nemli alanlara dönüştüğü görülmektedir (Şekil 4.38).

RCP 8.5 senaryosu 2071-2099 Erinç iklim haritasında çok nemli iklim alanının neredeyse kaybolduğu, nemli ve yarı nemli iklim alanının önemli ölçüde daraldığı görülmektedir. Yarı kurak/step iklim alanının genişleyerek köyler de dahil olmak üzere sahadaki tüm yerleşmeleri etkisi altına aldığı ve bu dönemde çalışma alanında bir alt düzeyde iklim tipinin (kurak/çöl-step) ortaya çıktığı görülmektedir. Özellikle Katran, Gürgen ve Eybek dağı dorukları ile Kalkım ovası arasında kalan nemli ormanların bugünkü yayılış alanlarında tamamen yarı kurak iklim egemen olmaktadır. Ayrıca güney yamaçta çok özel mikro iklim alanları ve biyoçeşitlilik barındıran vadi içlerinin tamamen yarı kurak/step iklimi etkisi altına gireceği öngörülmektedir (Şekil 4.39).

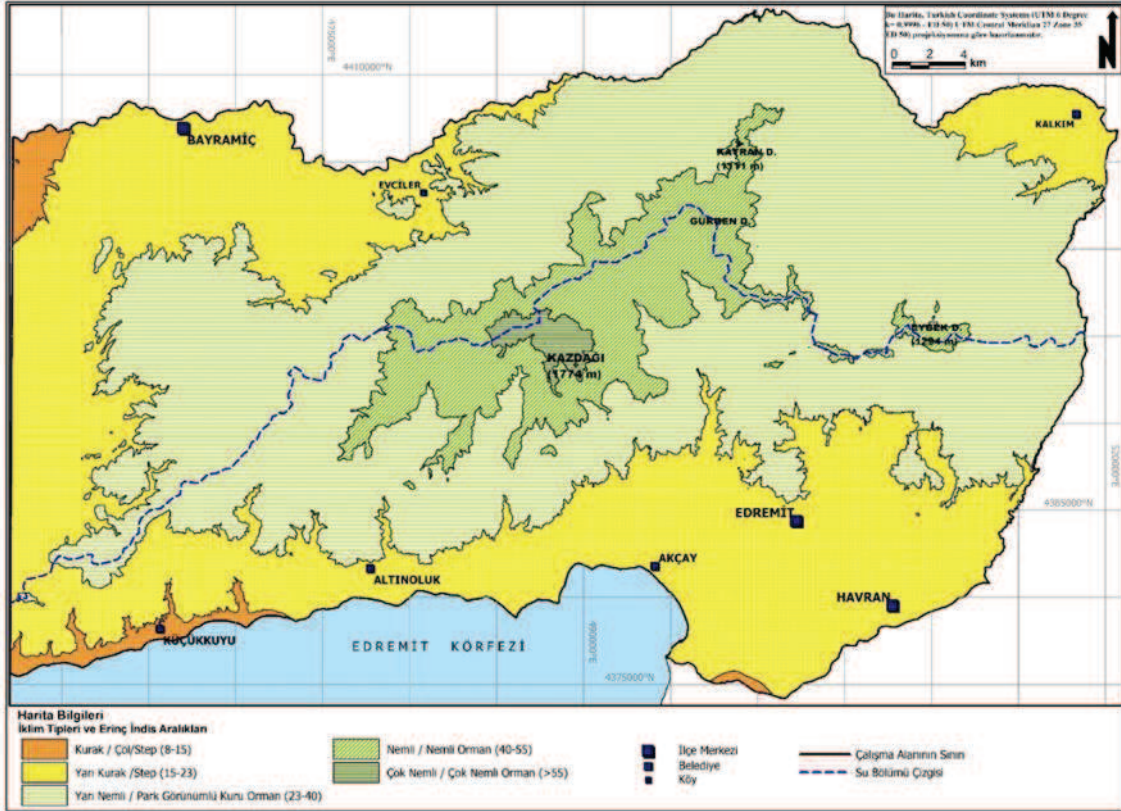
Şekil 4. 37: 2016-2040 Dönemi için Öngörülen Eriş İklım Haritası (RCP8.5)



Şekil 4. 38: 2041-2070 Dönemi için Öngörülen Eriş İklım Haritası (RCP8.5)



Şekil 4. 39: 2071-2099 Dönemi için Öngörülen Erinç İklim Haritası (RCP 8.5)

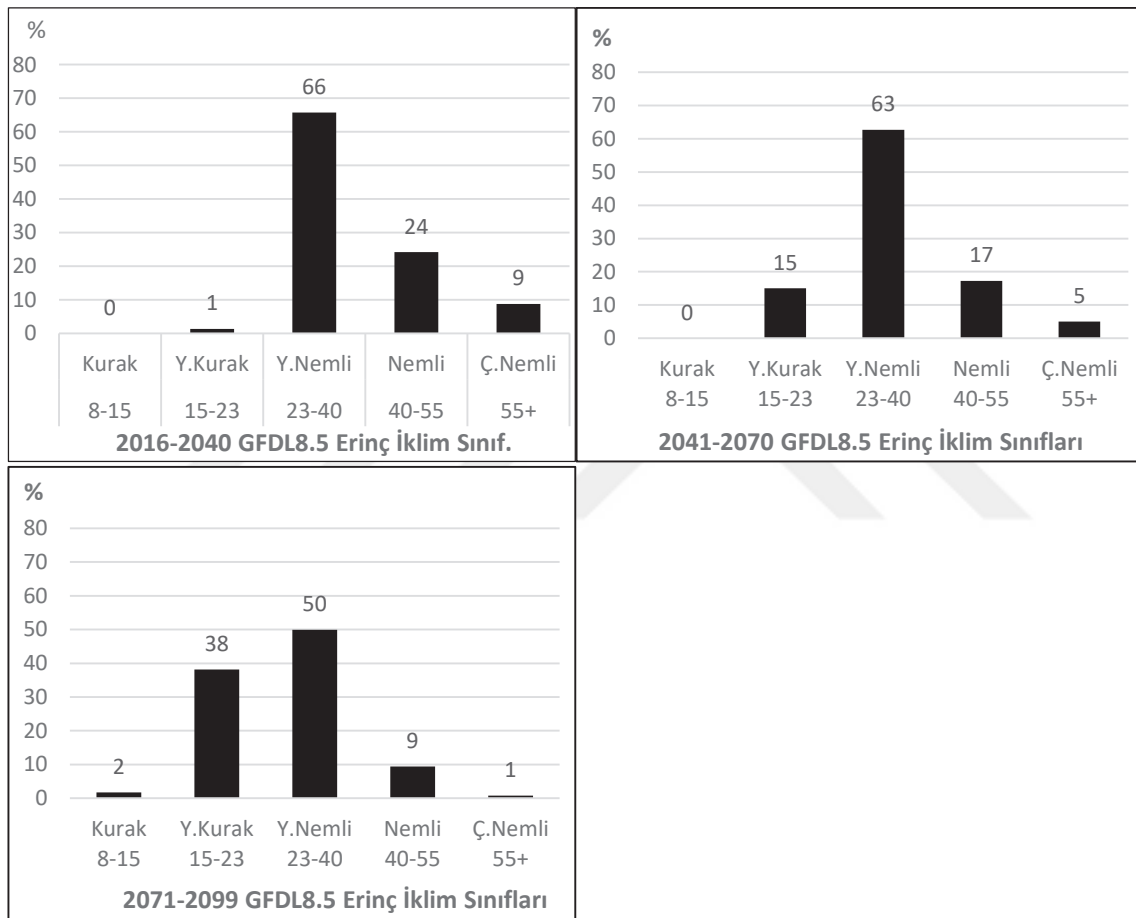


RCP 8.5 senaryosu iklim sınıfları dağılışı grafiğine göre, referans döneminden itibaren yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanları sürekli daralmıştır. 2016-2040 döneminde nemli iklim alanı referans dönemine göre %2 değerinde alan kaybetmiştir. Çok nemli iklim alanında bu dönemde herhangi bir alansal değişim gözlenmemektedir. Buna karşılık, yarı kurak iklim alanı genişlemeye başlamıştır. Aynı dönemin RCP 4.5 senaryo sonuçlarında yarı kurak iklim alanında önemli bir değişiklik görülüyor. Yarı kurak iklim alanı 2016-2040 döneminde tüm çalışma alanının %11'ini kapsamakta iken kötümser senaryoya göre bu oran %1'e düşmüştür (Şekil 4.37; 4.40). Kötümser senaryo yarı kurak iklim öngürüsü bu dönem için referans değerleri ile daha uyumludur (Şekil 4.37; 4.40). RCP 8.5 senaryosu 2041-2070 döneminde Erinç yarı kurak iklim tipinde nispeten çarpıcı değişiklik gözlenir. Referans dönemde yarı kurak iklim alanı sahada ihmal edilecek düzeyde iken, bu dönemde etki alanını RCP 4.5 senaryosuna göre sahanın %20'sine, RCP 8.5 senaryosuna göre ise sahanın %15'ine genişletmiştir. Benzer şekilde Nemli iklim alanı, referans dönemine göre, RCP 8.5 senaryosuna ait 2041-2070 döneminde %9'luk bir alan kaybetmiştir (Şekil 4.37; 4.40).

RCP 8.5 senaryosuna göre 2071-2099 döneminde saha büyük oranda yarı nemli ve yarı kurak iklim alanı etkisindedir. Referans dönemde çok nemli iklim alanı %9 oranına iken bu dönemde her iki senaryoda da %1 seviyesine inmiştir. Nemli iklim alanı referans

normalinde sahanın %26'sına egemen iken bu dönemde iyimser senaryoya göre %14, kötümser senaryoya göre %9'luk bir alana çekilmiştir (Şekil 4.37; 4.40). Kötümser senaryoya göre en çarpıcı değişim yarı kurak ve yarı nemli iklim alanlarında görülmektedir. Buna göre, referans döneminde sahanın %65'ini kaplayan yarı nemli iklim alanı daralarak son dönemde %50'ye çekilmiştir. Yarı kurak iklim alanı ise referans döneminde sahada ihmal edilebilecek düzeyde iken, 2071-2099 döneminde sahanın %38'ini etkisi altına almaktadır (Şekil 4.37; 4.40).

Şekil 4. 40: Eriñç İklim Sınıflarının Tüm Dönemler Öngörülen Dağılışı Grafikleri (RCP 8.5)



RCP 8.5 senaryosu alansal değişim çizelgesine göre, 2071-2099 döneminde sahada ilk kez kurak iklim alanı doğmaktadır. Kurak iklim araştırma alanında Küçükkuuyu ve batısındaki Edremit körfezi kıyılarında ve Bayramiç batı kesiminde 31 km²lik bir sahayı etkilemektedir (Şekil 4.40). Yarı kurak iklim alanı referans döneminden son dönemde değişim oranı azalsa da 2071-2099 aralığına kadar sürekli ve önemli ölçüde artmıştır (Tablo 4.6). Yarı nemli iklim alanınının değişim oranı azalma yönünde artmıştır (Tablo 4.6). Referans döneminde 1192 km² alanda etkili olan yarı nemli iklim 2071-2099 dönemine gelindiğinde %24 değişim oranı ile 911 km²lik alana daralmıştır. Nemli iklim alanı tüm dönemlerde artan oranlarda değişim ile yüzyılın sonuna kadar sürekli daralmış; ilk ve son dönem arasında

%63 oranında bir alansal daralma gerçekleşmiştir (Tablo 4.6). Çok nemli iklim alanı 2016-2040 döneminde %3 oranında alansal genişleme kaydetse de sonraki dönemlerde önemli ölçüde (sırasıyla %43, %85) alansal daralma kaydetmiş, referans dönem ile son dönem arasındaki alansal değişim ise %91 olarak öngörülmüştür (Tablo 4.6).

Tablo 4. 6: Erinç İklim Sınıflarında Öngörülen Alansal Değişim (RCP 8.5)

| Erinç Indis | İklim Tipleri | Ref. (km ²) | 2040 (km ²) | Ref-40 DO (%) | 2070 (km ²) | 41-70 DO (%) | 2099 (km ²) | 71-99 DO (%) | Ref-2099 DO |
|-------------|---------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|-------------|
| 8-15 | Kur/Çöl-Step | | | | | | 31 | | |
| 15-23 | Y.Kur/Step | 7 | 24 | 255 | 275 | 1067 | 697 | 153 | 10395 |
| 23-40 | Y.Nemli | 1192 | 1199 | 1 | 1143 | -5 | 911 | -20 | -24 |
| 40-55 | Nem/Orm | 471 | 441 | -6 | 315 | -29 | 172 | -45 | -63 |
| 55+ | Ç.Nem/Orm | 155 | 160 | 3 | 91 | -43 | 14 | -85 | -91 |

Kısaltmalar: Ref: Referans Dönemi (1970-2000); DO: Değişim Oranı. Değişim Oranları başlığında yılların son iki hanesi verilmiştir.

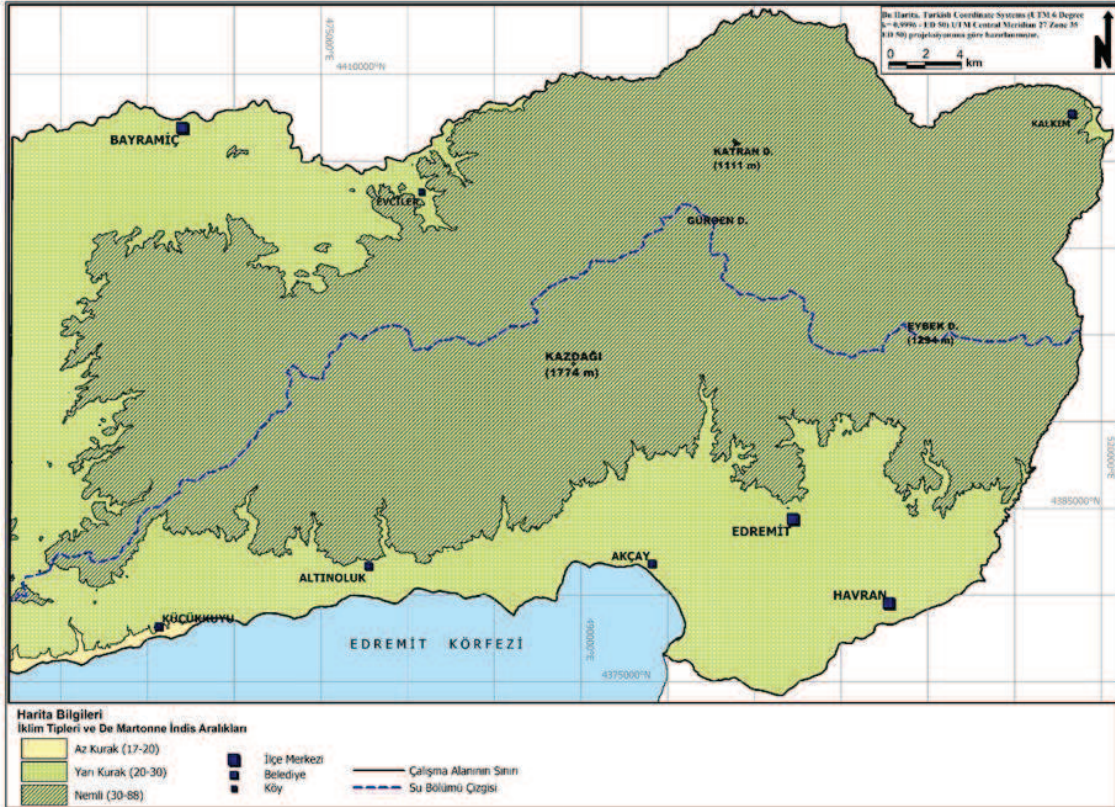
4.3.2 De-Martonne

İklim sınıflandırma sistemlerinden en çok kullanılanlardan bir diğeri de De-Martonne kuraklık indisidir. Yıllık yağış ve yıllık ortalama sıcaklığın bileşkesini değerlendiren De-Martonne indis değerlerine göre kurak, yarı kurak, yarı nemli ve nemli olmak üzere dört yağış etkililiği sınıfı ayrılmaktadır (Erinç 1984).

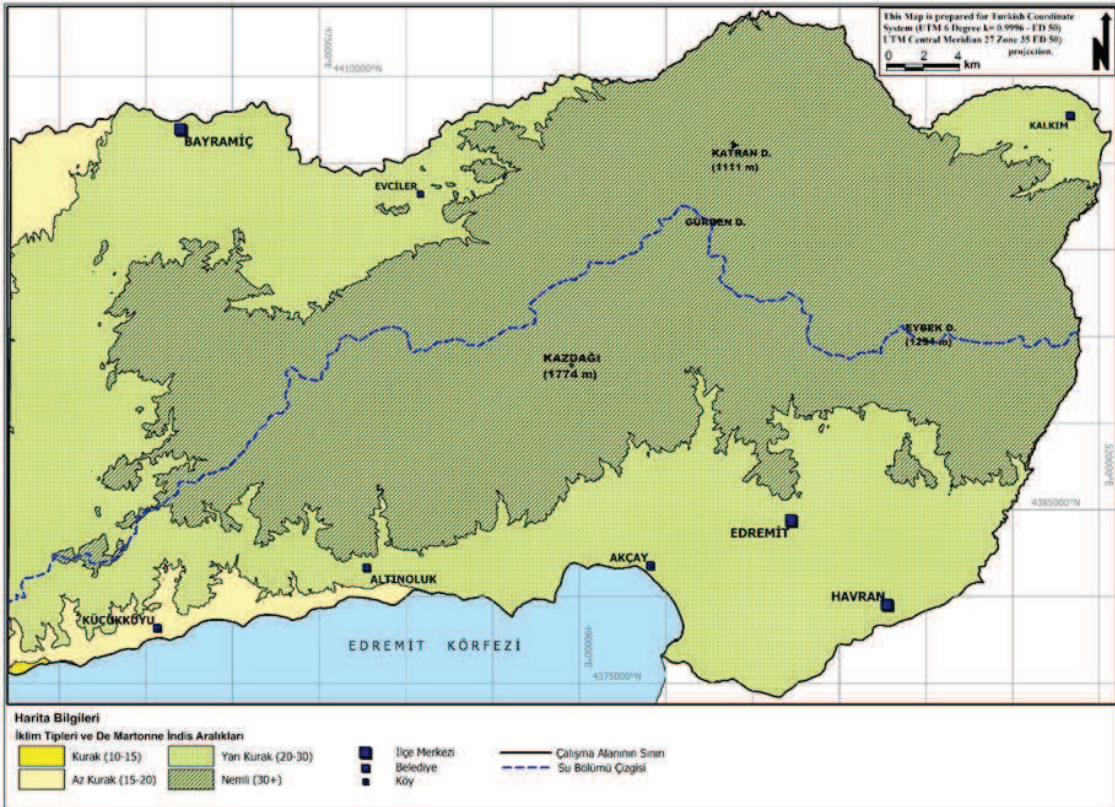
Referans dönem De-Martonne iklim haritasına göre saha büyük oranda nemli iklim etkisinde, deniz seviyesine yakın kuzeybatı, güney – güneydoğu kesimlerde ise yarı kurak iklim etkisindedir (Şekil 2.21).

De-Martonne iklim sınıflandırmasına göre RCP 4.5 senaryosunda, 2016-2040 döneminde ilk kez sahada az kurak iklim alanı doğmaktadır. Az kurak iklim alanının Küçükkuşu ve batı kıyı kesimini etkilediği görülmektedir (Şekil 4.41). Diğer taraftan yarı kurak iklim alanı referans dönemine göre sahaya daha fazla nüfuz etmiş, nemli iklim alanı daralmıştır (Şekil 2.21; 4.41). 2041-2070 döneminde yine sahanın güney batı kesiminden yeni bir iklim sınıfı (kurak iklim) doğmuştur. Kurak iklim Küçükkuşu batısında sahanın çok küçük bölümünü etkilerken az kurak ve yarı kurak iklim alanları genişlemiş, nemli iklim alanı daralmıştır (Şekil 4.42). 2071-2099 döneminde kurak, az kurak ve yarı kurak iklim alanları genişlemiş, nemli iklim alanı daralmıştır. Bu dönemde Bayramiç ve Altınoluk az kurak iklim etkisi altında iken, Küçükkuşu kurak iklim etkisi altına girmiştir (Şekil 4.43).

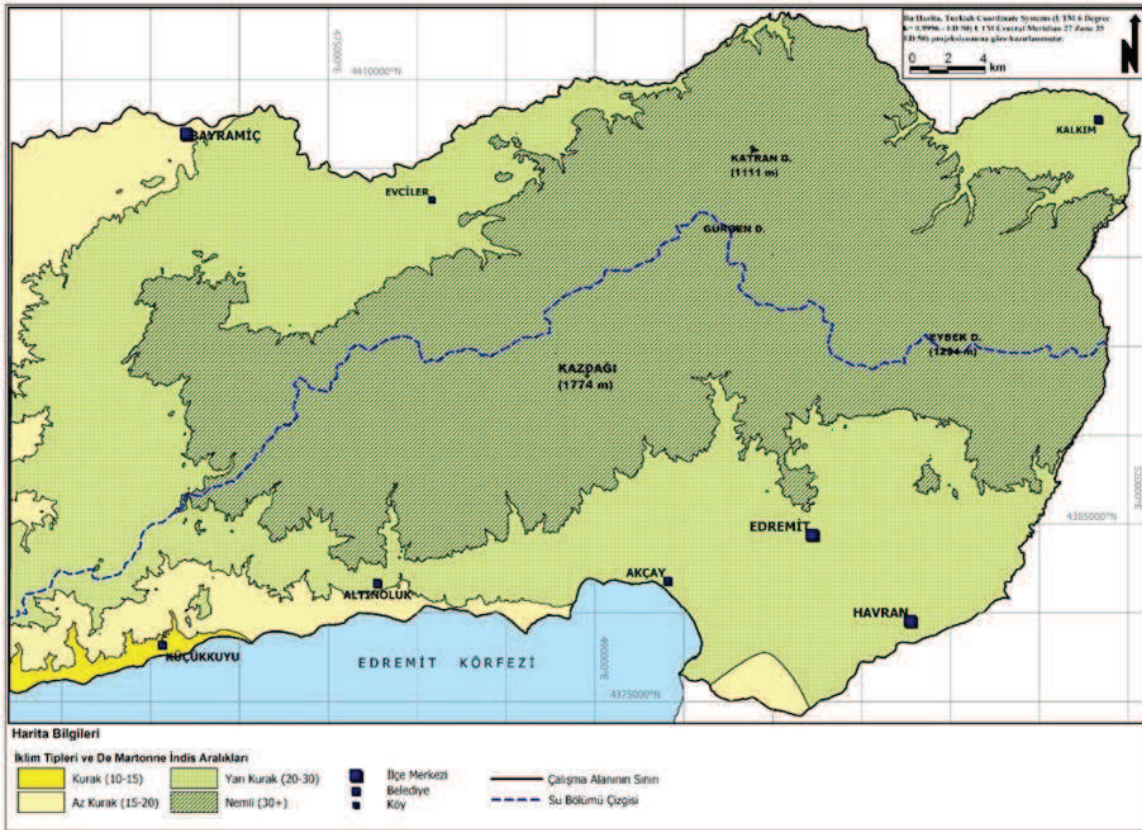
Şekil 4. 41: 2016-2040 Dönemi için Öngörülen De-Martonne İklim Haritası (RCP 4.5)



Şekil 4. 42: 2041-2070 Dönemi için Öngörülen De-Martonne İklim Haritası (RCP 4.5)

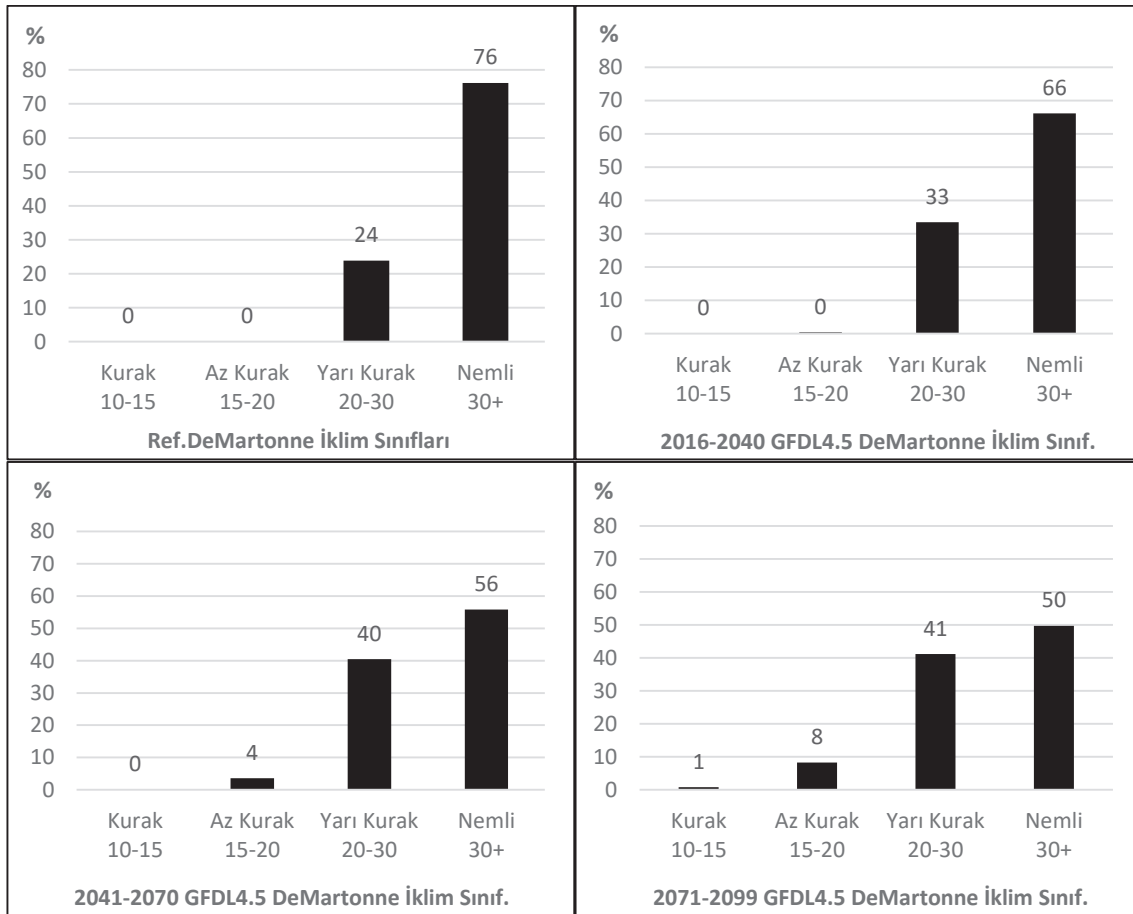


Şekil 4. 43: 2071-2099 Dönemi için Öngörülen De-Martonne İklim Haritası (RCP 4.5)



RCP 4.5 senaryosuna ait İklim tipleri dağılışı grafiğine göre, referans dönemde, sahanın %76'sında nemli iklim, %24'ünde yarı kurak iklim egemendir (Şekil 4.45). 2016-2040 döneminde sahada az kurak iklim tipi, 2041-2070 döneminde sahada kurak iklim tipi doğmuştur (Şekil 4.41; 4.44). Kurak iklim tipi 2071-2099 döneminde toplam alanın %1'ini etkisi altına almaktadır. Az kurak iklim tipi ise, 2041-2070 döneminde sahanın %4'ünde, 2071-2099 döneminde ise %8'inde etkili olmaktadır (Şekil 4.44). Yarı kurak iklim alanı dönemler içerisinde sürekli artmış, toplam alanın referans döneminde %24'ünü, diğer dönemlerde ise sırasıyla %33, %40 ve %41'ini kaplamıştır (Şekil 4.44). Nemli iklim alanı referans döneminde çalışma alanının %76'sını kaplamakta iken alanı sürekli azalarak sırası ile 2016-2040 döneminde %66, 2041-2070 döneminde %56 ve 2071-2099 döneminde sahanın %50'sine çekilmiştir (Şekil 4.44).

Şekil 4. 44: De-Martonne İklim Sınıflarının Tüm Dönemler Dağılışı Grafiği (RCP 4.5)



RCP 4.5 senaryosu De-Martonne iklim sınıflarının alansal değişim çizelgesine göre kurak iklim alanı sahada 2041-2070 döneminde doğmakta, 2071-2099 döneminde 15 km²'lik bir alanı etkilemektedir (Tablo 4.7). Az kurak iklim alanı sahada 2016-2040 döneminde doğmakta ve %801 değişim oranı ile 2041-2070 döneminde 66 km²'lik bir alanı etkilemektedir. 2071-2099 döneminde ise %128 değişim oranı ile sahada 151 km²'lik bir alana genişlemiştir (Tablo 4.7). Yarı kurak iklim alanında en büyük değişim %40 oranı ile referans dönemi ile 2040 yılı arasında öngörülmüştür. 2041-2070 döneminde %21 değişim oranı ile 738 km²'lik bir alanı etkilemekte, 2071-2099 döneminde ise %2 oranında genişleme ile 751 km²'lik etki alanına ulaşmaktadır. Yarı kurak iklim alanı referans dönemi ile 2099 yılları arasında %73 oranında genişlemiştir (Tablo 4.7).

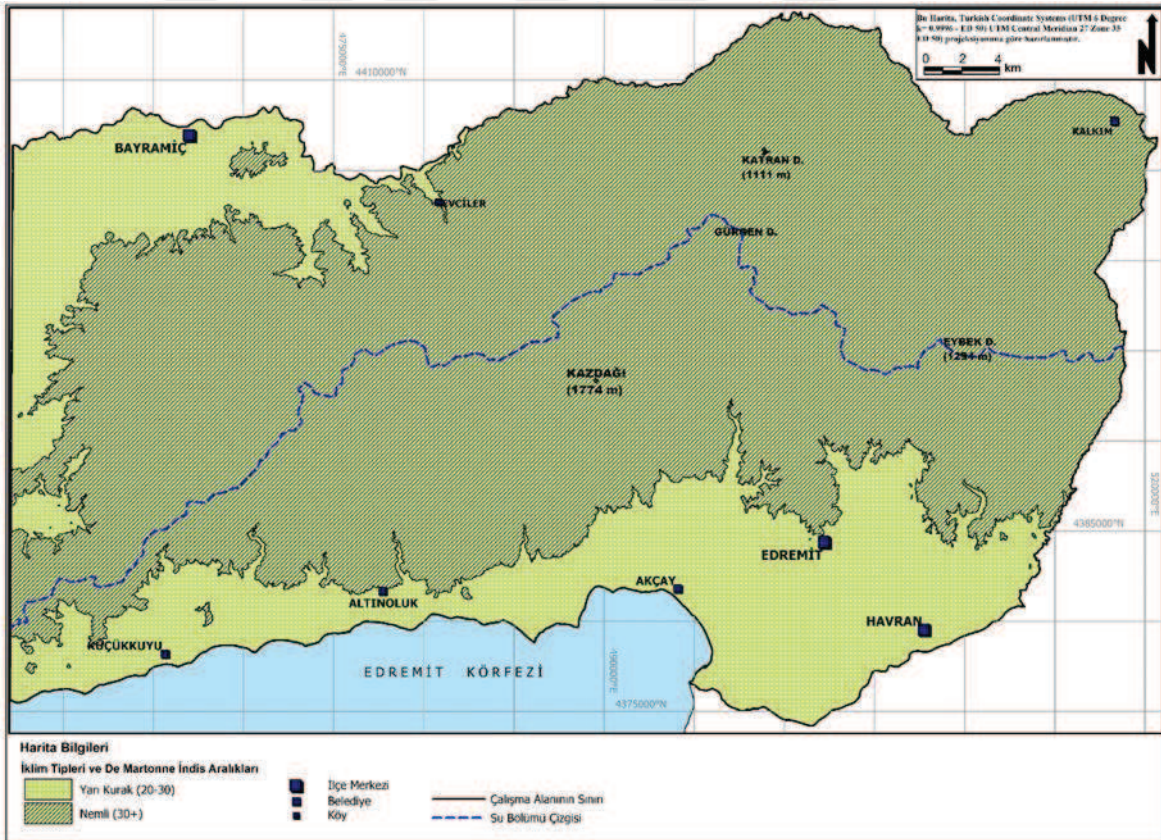
Tablo 4. 7: De-Martonne İklim Sınıflarında Öngörülen Alansal Değişim (RCP 4.5)

| İndis | İklim Tipleri | Ref (km ²) | 16-40 (km ²) | Ref-40 DO (%) | 41-70 (km ²) | 41-70 DO (%) | 71-99 (km ²) | 71-99 DO (%) | Ref-2099 DO (%) |
|-------|---------------|------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------|-----------------|
| 10-15 | Kurak | 0 | - | - | 1 | - | 15 | 1168 | - |
| 15-20 | Az Kurak | 0 | 7 | - | 66 | 801 | 151 | 128 | - |
| 20-30 | Yarı Kurak | 435 | 610 | 40 | 738 | 21 | 751 | 2 | 73 |
| 30+ | Nemli | 1389 | 1207 | -13 | 1019 | -16 | 908 | -11 | -35 |

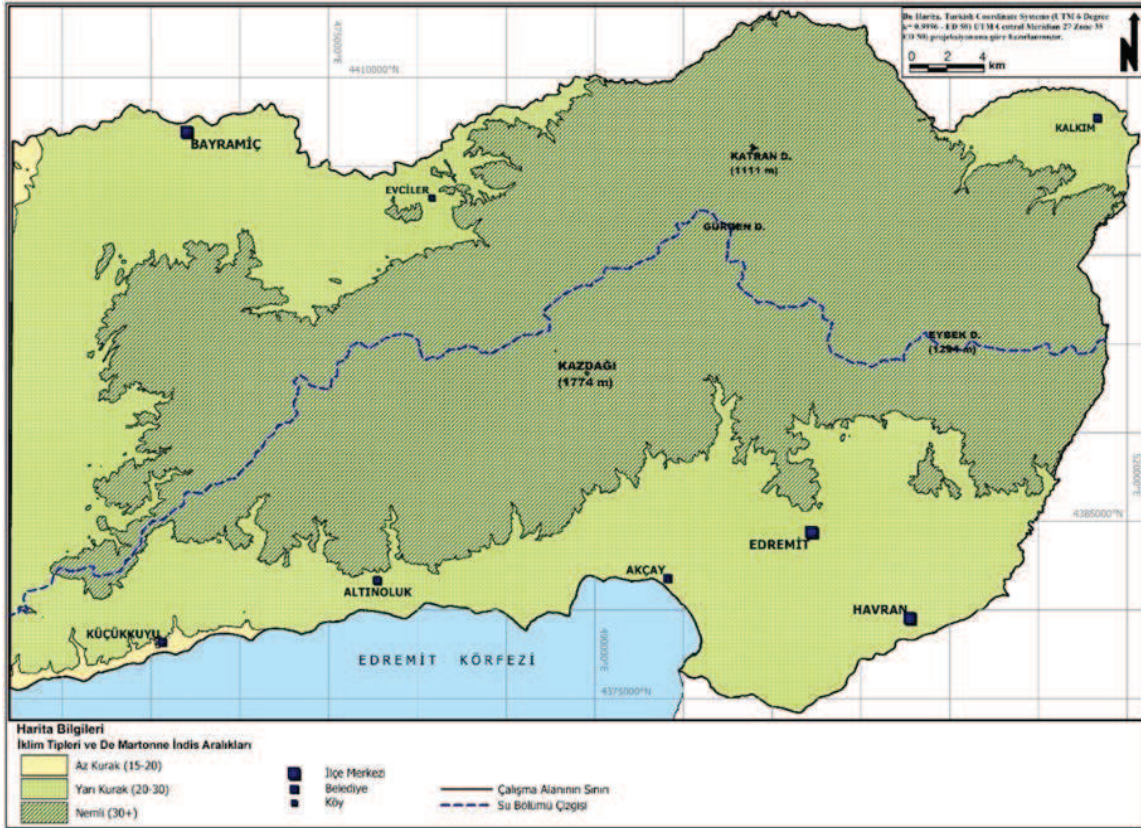
Kısaltmalar: Ref: Referans Dönemi (1970-2000); DO: Değişim Oranı. Yılların son iki hanesi verilmiştir.

RCP 8.5 senaryosuna göre 2016-2040 döneminde sahada yarı kurak ve nemli iklim etkili olmaktadır. RCP 4.5 senaryosuna göre ilk kez 2016-2040 döneminde sahada az kurak iklim alanı doğmuştur; ancak RCP 8.5 senaryosu verilerine göre aynı dönemde yeni bir iklim sınıfı görülmemektedir (Şekil 4.41; 4.45). RCP 8.5 senaryosuna göre ilçe merkezleri ve geniş çevresi yarı kurak, daha yüksek kesimler nemli iklim etkisi altındadır (Şekil 4.45). 2041-2070 döneminde ilk kez sahada az kurak iklim alanı doğmuştur. Bu dönemde yarı kurak iklim alanı genişlerken, nemli iklim alanı daralmıştır (4.46). 2071-2099 döneminde kurak iklim alanı doğmuş, az kurak iklim alanı büyük oranda genişleyerek tüm ilçe merkezleri ve çevresini etkisi altına almıştır (Şekil 4.47). Yarı kurak iklim alanında dikkate değer bir değişiklik olmamıştır. Nemli iklim alanı ise tamamen yamaçların yüksek kesimlerine çekilmiştir (Şekil 4.47).

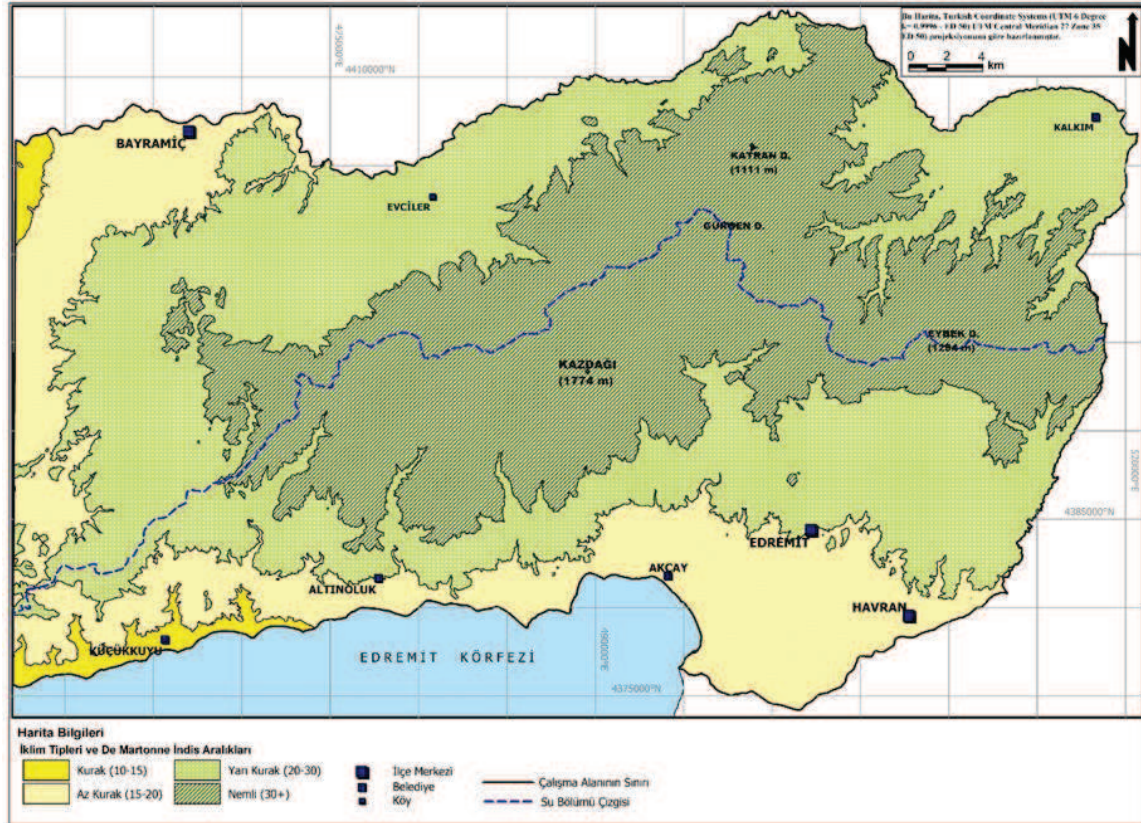
Şekil 4. 45: 2016-2040 Dönemi için Öngörülen De-Martonne İklim Haritası (RCP 8.5)



Şekil 4. 46: 2041-2070 Dönemi için Öngörülen De-Martonne İklim Haritası (RCP 8.5)

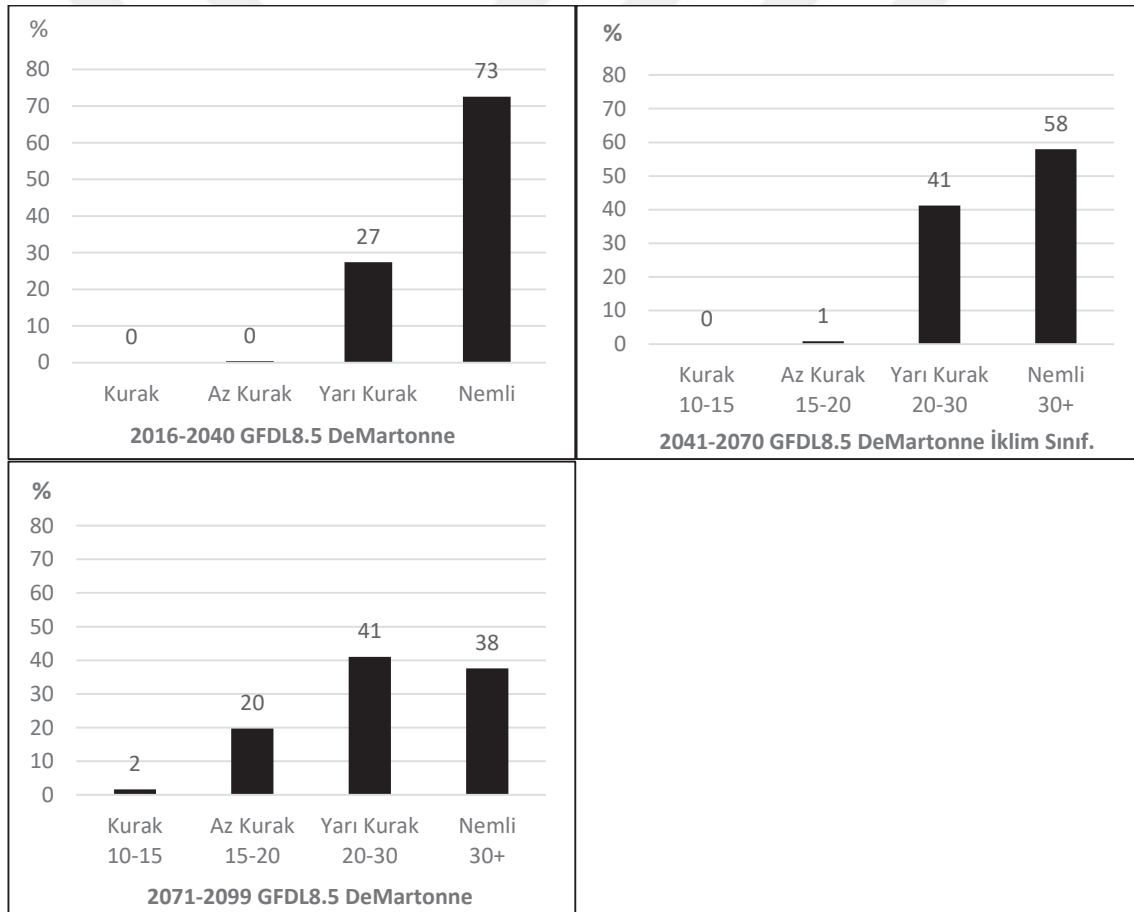


Şekil 4. 47: 2071-2099 Dönemi için Öngörülen De-Martonne İklim Haritası (RCP 8.5)



RCP 8.5 Senaryosu iklim sınıflarının dağılışı grafiğine göre, referans dönemde yarı kurak iklim toplam alanın %24'ünü, nemli iklim ise %76'sını kapsamaktadır. Az kurak iklim sahada ilk kez 2041-2070 döneminde doğmuş (Şekil 4.48), 2041-2070 döneminde sahanın %1'ini, 2071-2099 döneminde ise büyük oranda genişleyerek sahanın %20'sini kaplamıştır. Yarı kurak iklim referans dönemde sahanın %24'ünü kaplamakta iken 2016-2040 döneminde toplam alanın %27'sini kaplamaktadır. Yarı kurak iklim alanı, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde alan kazanmış ve her iki dönemde de toplam alanın %41'inde etkili olmuştur (Şekil 4.48). Nemli iklim alanı referans dönemde toplam alanın %76'sını etkisi altında bulundururken, sonraki dönemlerde sürekli alan kaybederek sırasıyla %73, %58 ve %38'ine çekilmiştir (Şekil 4.48).

Şekil 4. 48: De-Martonne İklim Sınıflarının Tüm Dönemler Dağılışı Grafiği (RCP 8.5)



RCP 8.5 senaryosuna göre iklim sınıflarında tüm dönemlerdeki değişim çizelgesine göre, kurak iklim tipinin 2071-2099 döneminde sahanın 30 km²'lik kısmını etkisi altına almıştır (Tablo 4.8). Az kurak iklim alanı 2041-2070 döneminde sahanın 15 km²'lik kısmını etkilerken, 2071-2099 döneminde önemli ölçüde genişleyerek toplam alanın 360 km²'sine etki alanı yayılmıştır. Yarı kurak iklim alanı referans döneminde 435 km² alana sahipken 2016-2040 döneminde %15 değişim oranı ile 500 km²'lik alana genişlemiştir. 2041-2070

döneminde %50 değişim oranı ile 752 km²'lik alana yayılmıştır. Yarı kurak iklim alanının 2071-2099 dönemindeki değişimi 3 km² ile ihmal edilebilecek düzeydedir. Referans dönemi ile 2099 yılı arasındaki süreçte yarı kurak iklim alanı %72 oranında genişlemiştir. Nemli iklim alanında referans dönemi ile 2040 yılı arasında %5 oranında daralma yönünde değişim olmuştur. Nemli iklim alanı, 2041-2070 döneminde %20, 2071-2099 döneminde ise %35 oranında daralmıştır. Nemli iklim alanı referans dönem ile 2099 yılları arasında %51 oranında daralmıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4. 8: De-Martonne İklim Sınıflarında Öngörülen Alansal Değişim (RCP 8.5)

| Indis | İklim Tipleri | Ref (km ²) | 16-40 (km ²) | Ref-40 DO (%) | 41-70 (km ²) | 40-70 DO (%) | 71-99 (km ²) | 71-99 DO (%) | Ref-99 DO (%) |
|-------|---------------|------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------|---------------|
| 10-15 | Kurak | - | - | - | - | - | 30 | - | - |
| 15-20 | Az Kurak | - | - | - | 15 | - | 360 | 2239 | - |
| 20-30 | Yarı Kurak | 435 | 500 | 15 | 752 | 50 | 749 | 0 | 72 |
| 30+ | Nemli | 1389 | 1324 | -5 | 1057 | -20 | 685 | -35 | -51 |

Kısaltmalar: Ref: Referans Dönemi (1970-2000); DO: Değişim Oranı. Değişim Oranları başlığında yılların son iki hanesi verilmiştir.

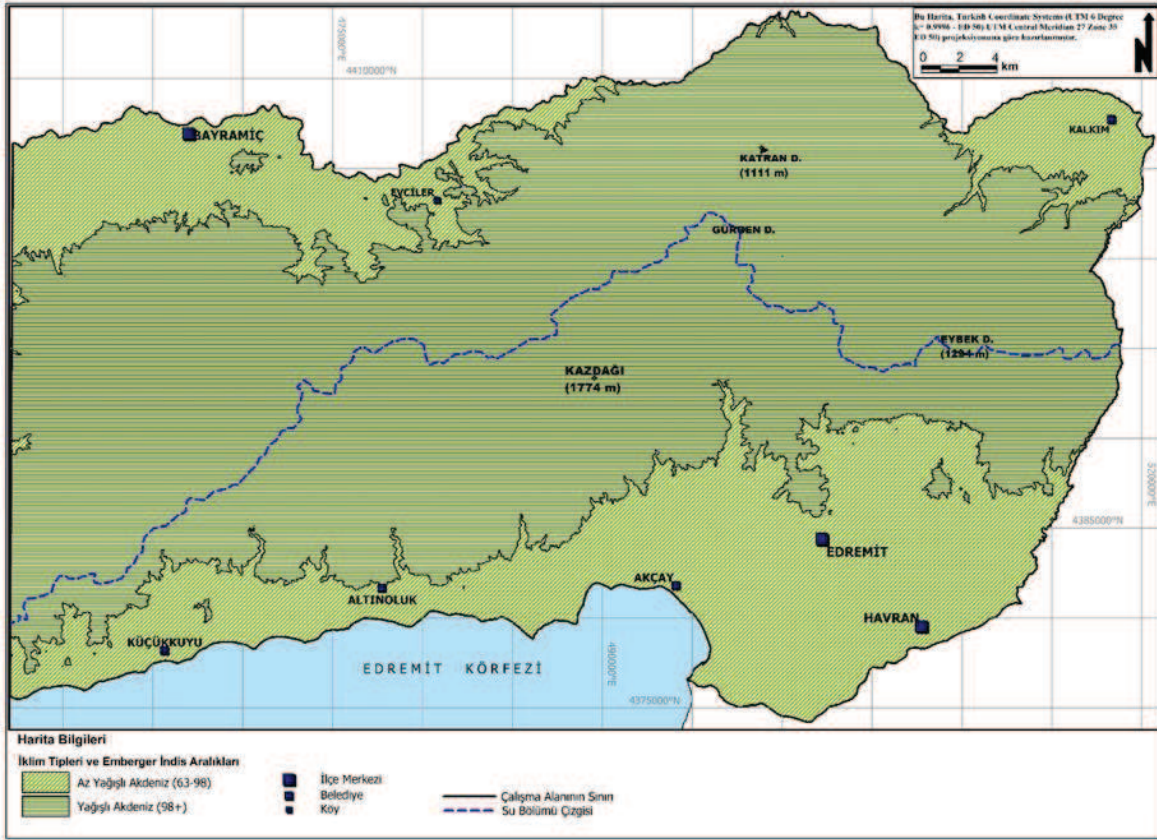
4.3.3 Emberger

Akdeniz vejetasyonu bölgesinde yağış etkililiği ile bitki örtüsü arasındaki ilişkileri inceleyen Emberger 1930 yılında yıllık ortalama sıcaklık, yıllık ortalama yağış, en soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması, en sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması değişkenlerinin bileşkesi olarak bir iklim indisi oluşturmuştur. Bu indise göre en düşük indis değerinden en yüksek değere doğru sırasıyla çok kurak Akdeniz iklimi, kurak Akdeniz iklimi, yarı-kurak Akdeniz iklimi, az yağışlı Akdeniz iklimi ve yağışlı Akdeniz iklimi sınıfları ayrılmıştır (Erinç 1984). (Yarı Kurak Akdeniz, Az Yağışlı Akdeniz ve Yağışlı Akdeniz) Kazdağı ve yakın çevresinin iklim özellikleri kapsamında bu kategorilerden son üç iklim sınıfı yer almıştır.

Referans dönem Emberger iklim haritasına göre, tüm yerleşmelerde yarı kurak Akdeniz iklimi egemendir. 1200 m yükseltiye kadar Az yağışlı Akdeniz iklimi etkili olmaktadır. Gürgen dağı ve Kazdağı doruklarında geniş bir çevrenin ise yağışlı Akdeniz iklimi etkisi altında olduğu görülmektedir. Yağışlı Akdeniz iklimi kuzey yamaca göre güney yamaçta daha fazla alanda etkili olmaktadır (Şekil 2.19).

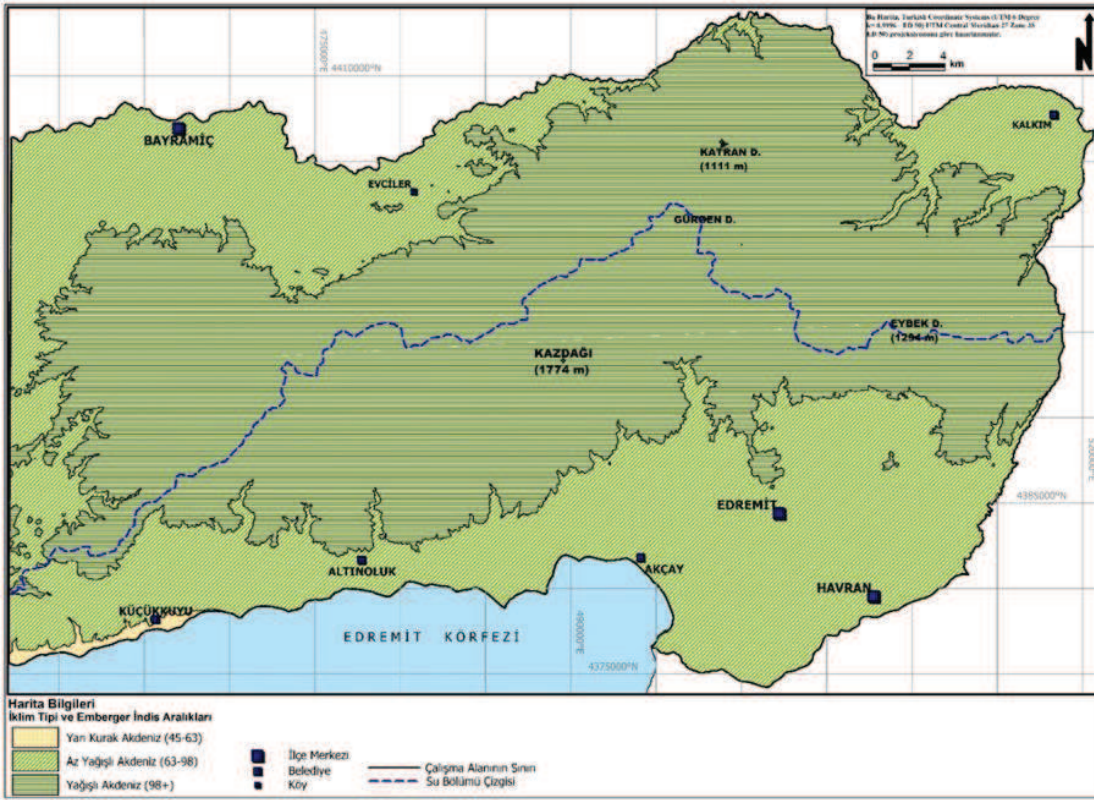
RCP 4.5 senaryosuna göre, 2016-2040 dönemi ile referans dönemi arasındaki en önemli fark, referans dönemde geniş alana yayılan yarı kurak Akdeniz iklim alanının 2016-2040 döneminde tamamen ortadan kalkması ve sahada yalnızca az yağışlı ve yağışlı Akdeniz iklim alanlarının hakim olmasıdır (Şekil 4.49).

Şekil 4. 49: 2016-2040 Dönemi için Öngörülen Emberger İklim Haritası (RCP 4.5)

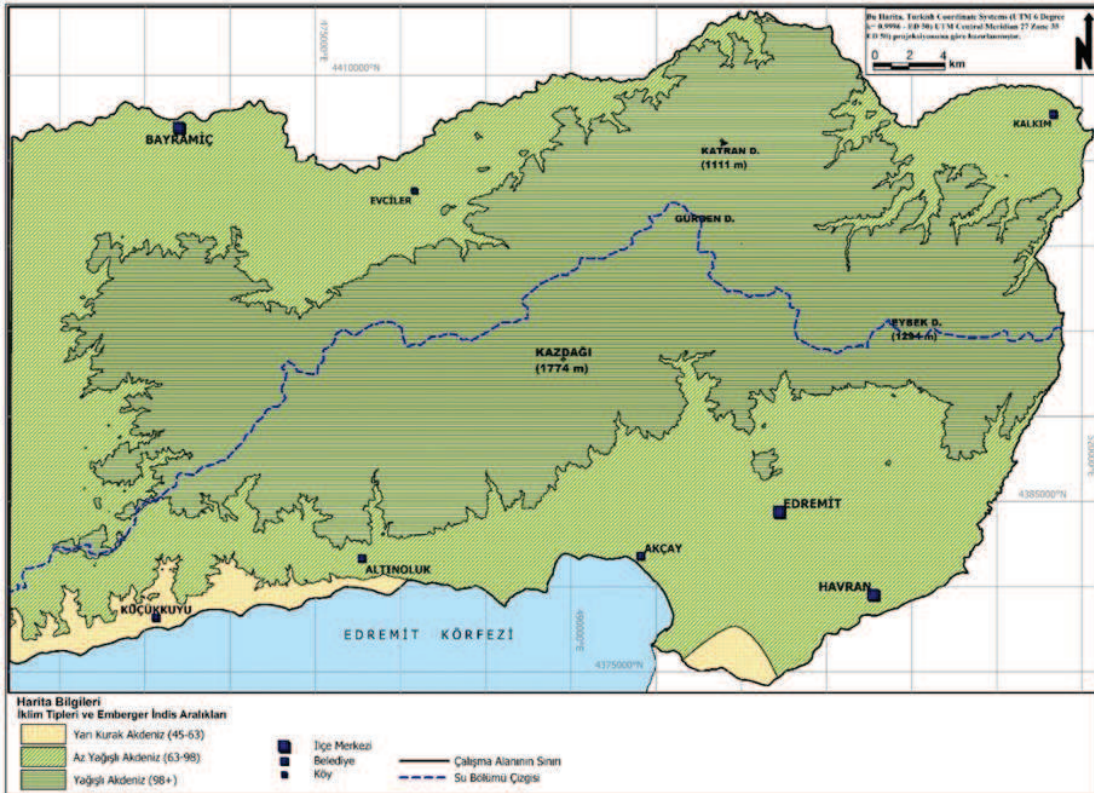


Emberger sınıflandırmasına göre, 2016-2040 döneminde yağışlarda önemli artışlar bulunmakta ve bu durum en çok yağışlı Akdeniz iklim alanının pozitif yönde etkilemiştir. 2041-2070 döneminde yeniden yarı kurak Akdeniz iklimi doğmuştur. Az yağışlı Akdeniz iklim alanı genişlerken, yağışlı Akdeniz iklim alanı daralmıştır (Şekil 4.50). Bu durum yağışların önceki döneme göre önemli ölçüde düştüğünün göstergesidir. 2071-2099 döneminde, yarı kurak Akdeniz ve az yağışlı Akdeniz iklim alanı genişlerken, yağışlı Akdeniz iklim alanı daralmıştır (Şekil 4.51). Burada referans dönemi ile 2071-2099 dönemi haritalarının karşılaştırılması, değişimin kuvvetini göstermesi açısından önemlidir. Referans döneminde yağışlı Akdeniz iklimi yalnızca Kazdağı ve Gürgen dağı doruk çevrelerinde etkisini gösterirken son dönemde etkisi yamaçların alçak kesimlerine kadar inmiştir. Ayrıca, Küçükkuşu haricinde tüm ilçe merkezleri az yağışlı Akdeniz iklimi etkisi altındadır (Şekil 4.51).

Şekil 4. 50: 2041-2070 Dönemi için Öngörülen Emberger İklim Haritası (RCP 4.5)



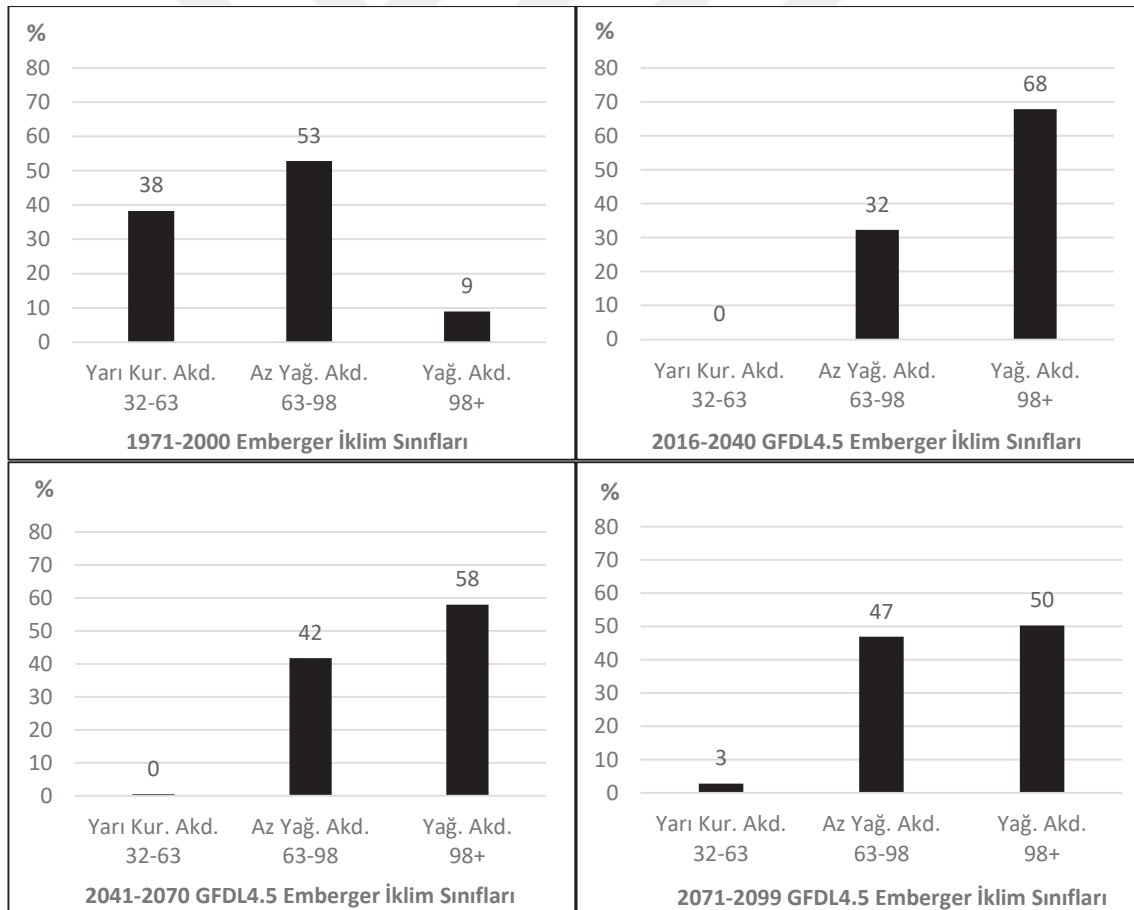
Şekil 4. 51: 2071-2099 Dönemi için Öngörülen Emberger İklim Haritası (RCP 4.5)



RCP 4.5 senaryosu, tüm dönemlerin dağılım grafiğine göre, Yarı kurak Akdeniz iklim alanı referans döneminde sahanın %38'ini kaplarken 2016-2040 dönemde etkisi tamamen ortadan kalkmış, 2041-2070 döneminde ihmal edilebilecek düzeyde genişlemiştir. 2071-2099 döneminde ise etkisi %3'lük bir alana genişlemiştir (Şekil 4.52).

Az yağışlı Akdeniz iklimi referans döneminde toplam alanın %53'ünde etkilidir. 2016-2040 döneminde %32'ye çekilen etki alanı, 2041-2070 döneminde %42 oranı ile tekrar genişlemeye başlamış, 2071-2099 döneminde %47 olmuştur. Yağışlı Akdeniz iklimi referans döneminde %9 oranında bir alan kaplıyorken 2016-2040 döneminde genişleyerek tüm dönemlerin en yüksek değerini (%68) elde etmiştir. Sonraki dönemlerde yağışlı Akdeniz iklim alanı daralarak 2041-2070 döneminde %58, 2071-2099 döneminde toplam alanın %50'sine çekilmiştir (Şekil 4.52).

Şekil 4. 52: Emberger İklim Sınıflarının Tüm Dönemler Dağılım Grafiği (RCP 4.5)



RCP 4.5 senaryosuna göre, İklim sınıflarında alansal değişim çizelgesine göre, yarı kurak Akdeniz iklimi referans döneminde araştırma alanında 698 km²'lik bir alan kaplıyorken 2016-2040 döneminde tamamen ortadan kalkmıştır (Tablo 4.9). Ancak sonraki dönemlerde

yeniden genişlemeye başlayarak 2041-2070 döneminde sahada 8 km²'lik alana, 2071-2099 döneminde ise 52 km²'lik alana genişlemiştir. Yarı kurak Akdeniz iklim alanı 2000 ile 2099 yılları arasındaki süreçte %93 oranında daralmıştır. Az yağışlı Akdeniz iklim alanı referans döneminde 963 km²'lik alan kaplamaktadır. Tüm dönemler içerisinde yalnızca 2000-2040 döneminde %39 oranında daralmıştır. 2041-2070 döneminden itibaren ise %29 ve %12 oranlarında genişlemiştir. 2000 – 2099 yılları arasındaki süreçte az yağışlı Akdeniz iklim alanı %11 oranında daralmıştır (Tablo 4.9). Yağışlı Akdeniz iklim alanı referans döneminde 163 km²'lik bir alan kaplamaktadır. Tüm dönemler içerisinde yalnızca 2016-2040 döneminde %659 oranında bir değişim ile genişleyerek toplam alanda 1236 km²'lik alan kaplamıştır (Tablo 4.9). Sonraki dönemlerde %15 ve %13 oranlarında alansal daralma gözlenmektedir. Yağışlı Akdeniz iklim alanı 2000 – 2099 yılları arasındaki süreçte %463 oranında genişlemiştir (Tablo 4.9).

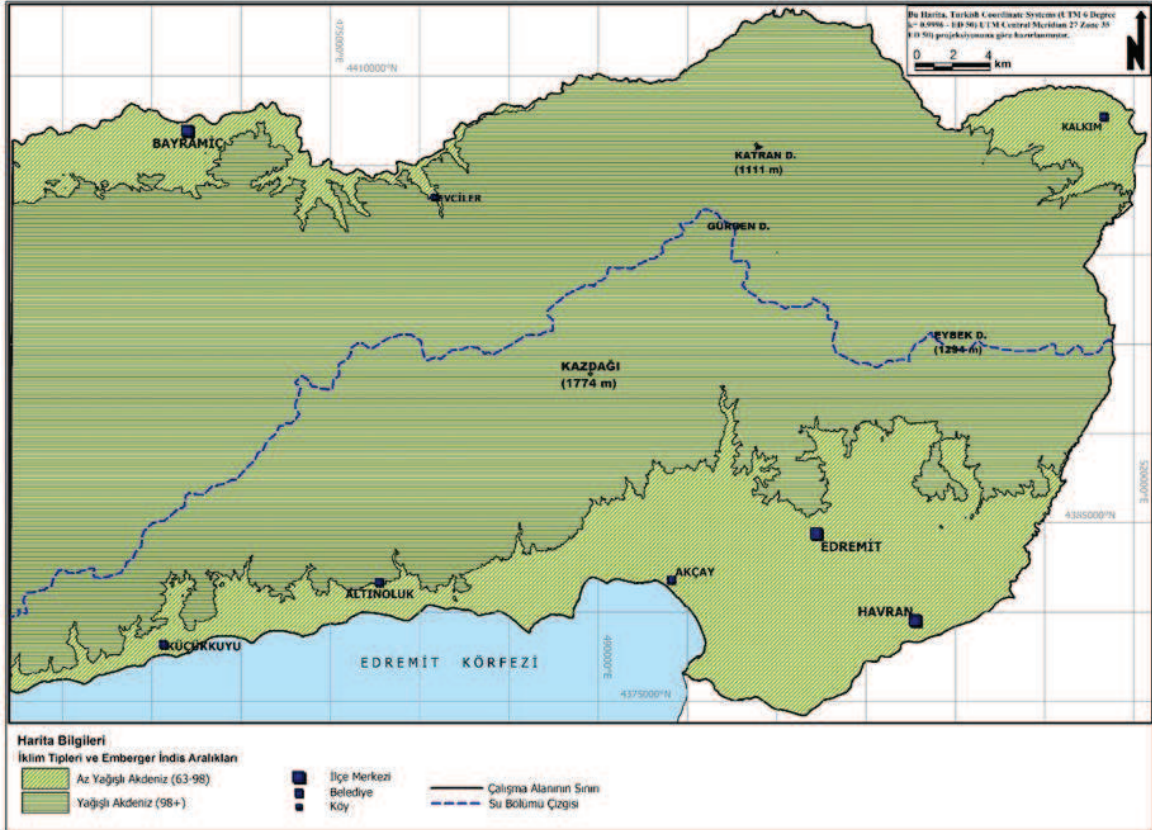
Tablo 4. 9: Emberger İklim Sınıflarında Öngörülen Alansal Değişim (RCP 4.5)

| Indis | İklim Tipleri | Ref (km ²) | 2040 (km ²) | Ref-40 DO % | 2070 (km ²) | 41-70 DO % | 2099 (km ²) | 71-99 DO % | Ref-2099 DO |
|-------|----------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------|
| 32-63 | Yarı Kur. Akd. | 698 | - | - | 8 | - | 52 | 576 | -93 |
| 63-98 | Az Yağ. Akd. | 963 | 588 | -39 | 761 | 29 | 855 | 12 | -11 |
| 98+ | Yağ. Akd. | 163 | 1236 | 659 | 1056 | -15 | 917 | -13 | 463 |

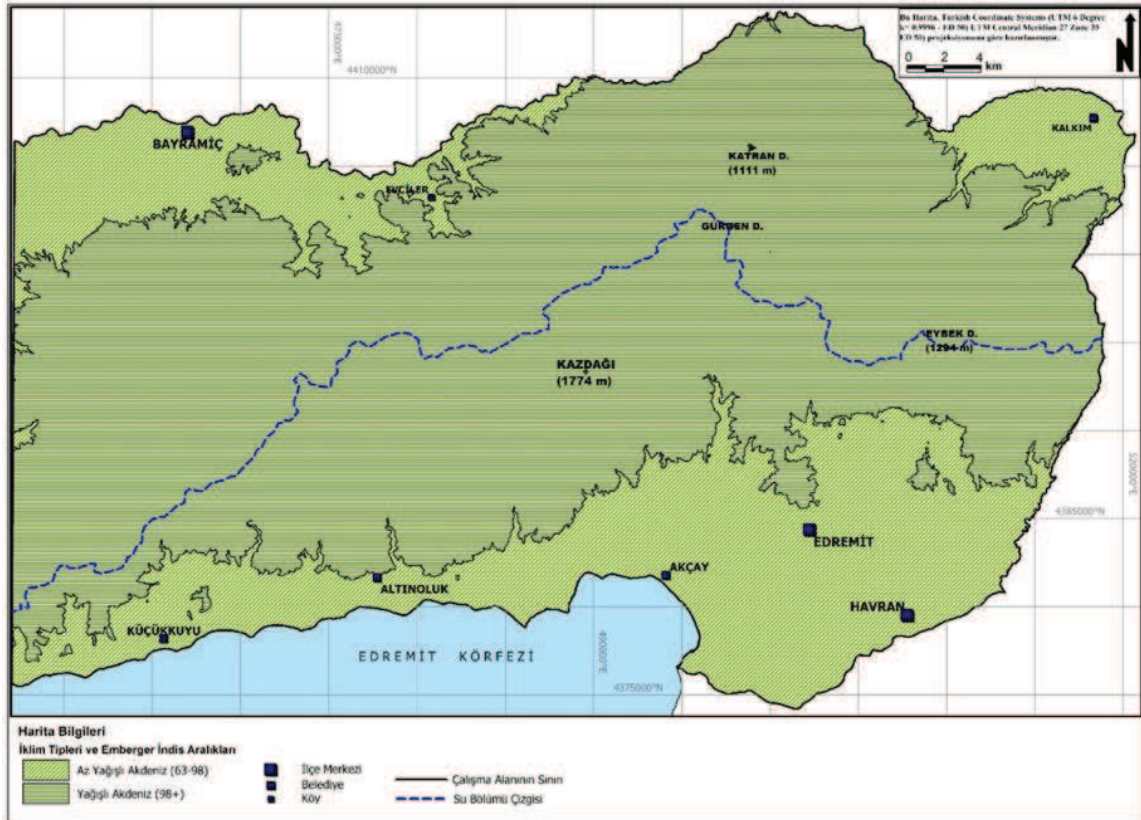
Kısaltmalar: Ref: Referans Dönemi (1970-2000); DO: Değişim Oranı. Değişim Oranları başlığında yılların son iki hanesi verilmiştir.

RCP 8.5 senaryosuna göre, 2016-2040 dönemi iklim haritasında referans dönemine göre önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Referans döneminde yarı kurak Akdeniz iklim tipi sahada önemli bir etkiye sahipken 2016-2040 döneminde tamamen ortadan kalkmıştır. Bu dönemde saha büyük oranda yağışlı Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Az yağışlı Akdeniz iklimi ise ilçe merkezleri ve çevresini etkilemektedir (Şekil 4.53). 2041-2070 dönemi iklim haritasında, yine az yağışlı ve yağışlı Akdeniz iklimi sahaya egemen olmakla birlikte, yağışlı Akdeniz iklim alanının daraldığı, az yağışlı Akdeniz iklim alanının ise genişlediği görülmektedir (Şekil 4.54). 2071-2099 döneminde araştırma alanında yarı kurak Akdeniz iklim tipi doğmuş ve etkisi alçak kesimlerde geniş bir alana yayılmıştır. Bu dönemde az yağışlı ve yağışlı Akdeniz iklim alanları nispeten yüksek kesimlere kaymıştır (Şekil 4.55).

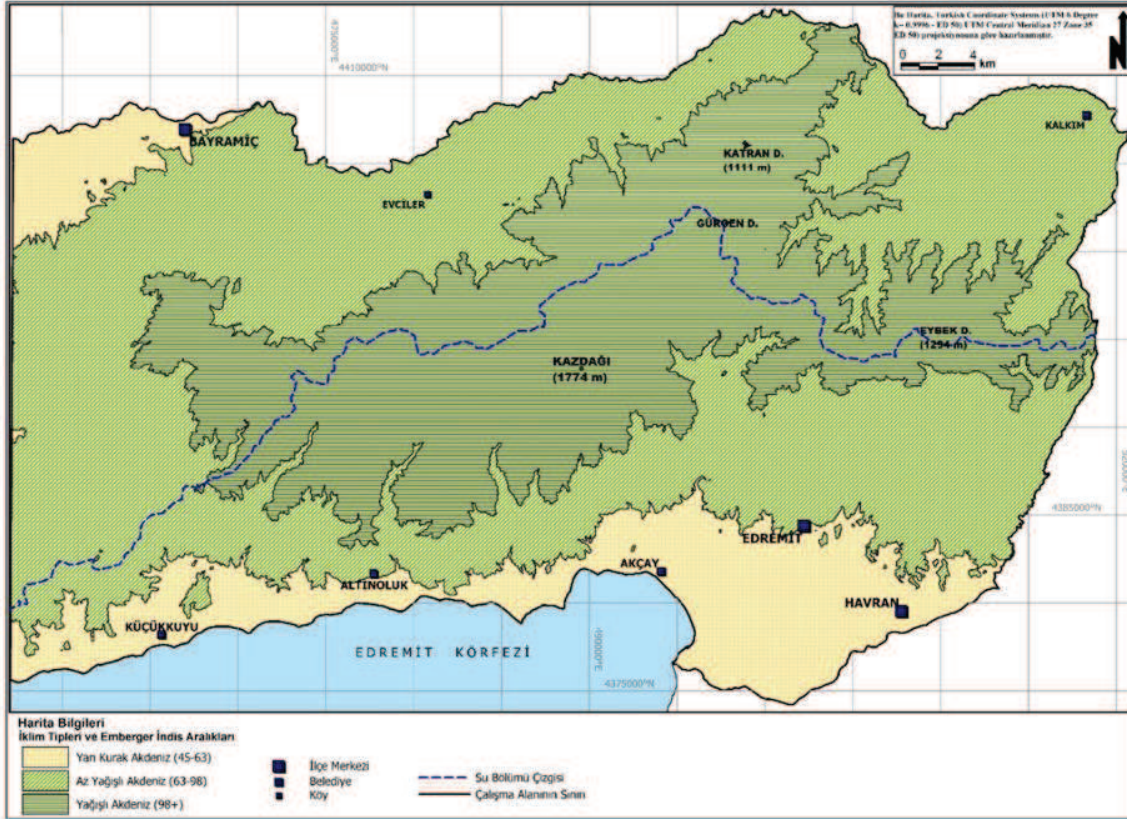
Şekil 4. 53: 2016-2040 Dönemi için Öngörülen Emberger İklim Haritası (RCP 8.5)



Şekil 4. 54: 2041-2070 Dönemi için Öngörülen Emberger İklim Haritası (RCP 8.5)

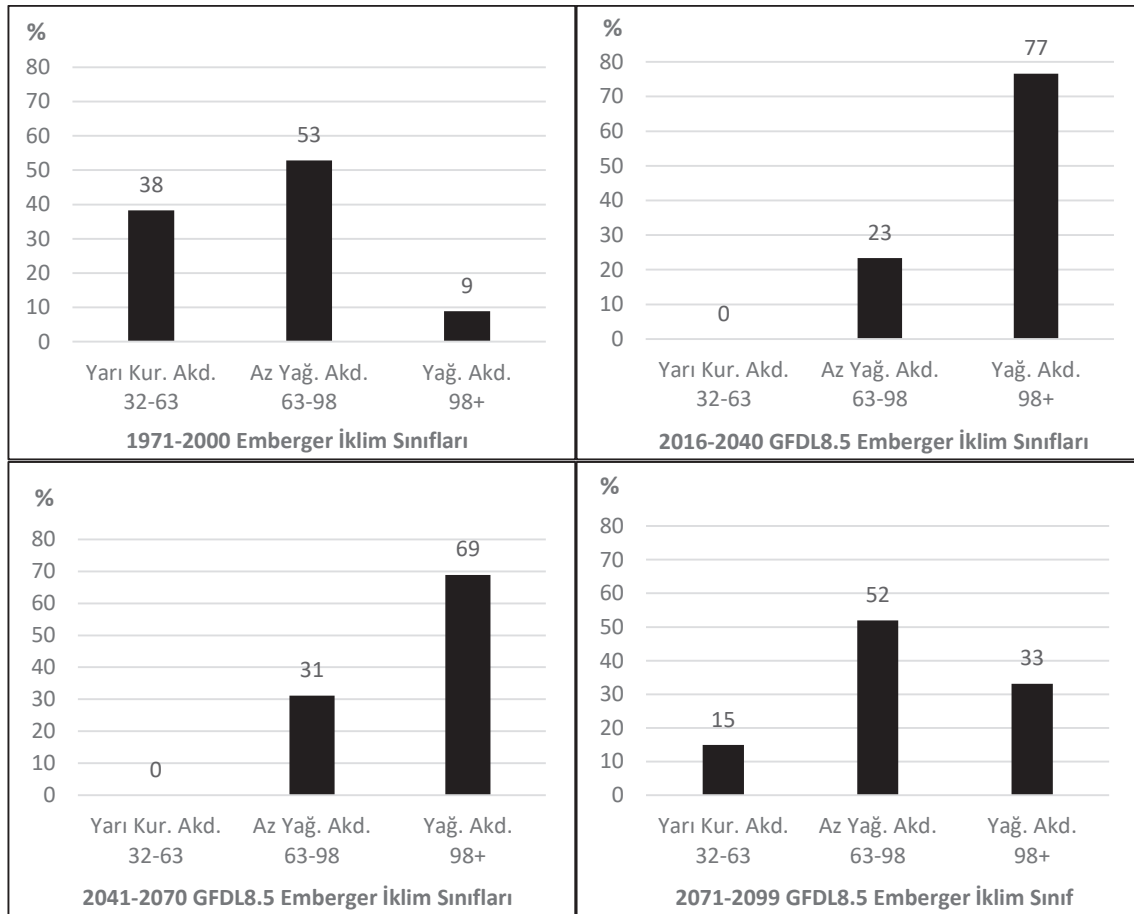


Şekil 4. 55: 2071-2099 Dönemi için Öngörülen Emberger İklim Haritası (RCP 8.5)



RCP 8.5 senaryosuna göre yarı kurak Akdeniz iklim alanı referans döneminde %38 oranında alan kaplarken 2016-2040 ve 2041-2070 döneminde ortadan kalkmış, 2071-2099 döneminde yeniden gelişerek toplam alanın %15'ini etkisi altına almıştır (Şekil 4.56). Az yağışlı Akdeniz iklim alanı, referans döneminde %53 oranında sahada etkili iken 2016-2040 döneminde %23 oranı ile tüm dönemlere göre en düşük alana ulaşmış; fakat ardından yeniden alan kazanarak 2041-2070 döneminde toplam alanın %31'ini, 2071-2099 döneminde ise %52'sini etkisi altına almıştır (Şekil 4.56). Yüzyılın sonuna doğru iklim değişikliğinden en çok etkilenen Emberger iklim tiplerinden yağışlı akdeniz iklimi referans döneminde %9 oranında bir alan kaplarken, 2016-2040 döneminde bu oran %77'ye yükselmiş, yağışlı Akdeniz iklim alanı önemli ölçüde genişlemiştir. 2041-2070 döneminde daralarak toplam alanın %69'una 2071-2099 döneminde ise %33'üne çekilmiştir (Şekil 4.56).

Şekil 4. 56: Emberger İklim Sınıflarının Tüm Dönemler Dağılımı Grafiği (RCP8.5)



RCP 8.5 senaryosuna göre iklim sınıflarındaki alansal değişim çizelgesinde, yarı kurak Akdeniz iklimi referans döneminde 698 km²'lik bir alan kaplarken 2016-2040 ve 2041-2070 dönemlerinde tamamen ortadan kalkmıştır. 2071-2099 döneminde sahayı yeniden etkisi altına alarak 273 km²'lik bir alanda etkili olmuştur. Yarı kurak Akdeniz iklimi 2000 – 2099 yılları arasındaki süreçte %61 oranında alan kaybetmiştir (Tablo 4.10). Az yağışlı Akdeniz iklimi referans döneminde 963 km²'lik bir alanda etkili olurken 2016-2040 döneminde %56 oranında bir daralma ile 426 km²'ye çekilmiştir. Sonraki dönemlerde yüzyılın sonuna kadar genişleme değişimi gözlenmektedir. 2041-2070 döneminde %33 oranında bir değişim ile 568 km²'ye genişlemiştir. 2071-2099 döneminde ise genişleme büyümüş ve %67 değişim oranı ile az yağışlı Akdeniz iklimi sahanın 947 km²'sini etkisi altına almıştır. Dönemler içerisinde bu şekilde değişimler sergilerken 2000-2099 yılları arasındaki süreçte az yağışlı Akdeniz iklimi %2 oranında daralmıştır (Tablo 4.10).

Tablo 4. 10: Emberger İklim Sınıflarında Öngörülen Alansal Değişim (RCP 8.5)

| İndis | İklim Tipleri | Ref. (km ²) | Ref-40 DO | | 41-70 DO | | 71-99 DO (%) | Ref-2099 DO | |
|-------|----------------|-------------------------|-----------------------|------|-----------------------|-----|--------------|-------------|-----|
| | | | 40 (km ²) | (%) | 70 (km ²) | (%) | | | |
| 32-63 | Yarı Kur. Akd. | 698 | 0 | -100 | 0 | 0 | 273 | - | -61 |
| 63-98 | Az Yağ. Akd. | 963 | 426 | -56 | 568 | 33 | 947 | 67 | -2 |
| 98+ | Yağ. Akd. | 163 | 1398 | 758 | 1257 | -10 | 604 | -52 | 271 |

Kısaltmalar: Ref: Referans Dönemi (1970-2000); DO: Değişim Oranı. Değişim Oranları başlığında yılların son iki hanesi verilmiştir.

BÖLÜM V

ÖNGÖRÜLEN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN AĞAÇ FORMASYON ALANLARI ÜZERİNDEKİ BEKLENEN BASKISI

İklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki etkilerden biri bitkilerde meydana gelecek göç durumudur. Pleistosen'deki iklim değişikliklerinde sıcak ve soğuk dönemlere göre bitkiler kendi habitat koşullarına uygun kesimlere göç etmişlerdir. Günümüz iklim değişikliği ile Pleistosen iklim değişikliği arasındaki fark günümüzdeki iklim değişikliğinin insan kaynaklı oluşu ve etkilerinin daha kısa sürede ortaya çıkacak olmasıdır. Pleistosen döneminde yaşanmış olan iklim değişikliği daha yavaş geliştiği için bitkiler göç edecek imkanı bulmuşlardı. Ancak günümüz iklim değişikliği sürecinde önümüzdeki yalnızca 100 yıl içerisinde en iyi senaryoya göre ortalama sıcaklığın 2 °C, en kötü senaryoya göre ise 6 °C artması beklenmektedir. Bu artış senaryoları bitkilerin yüz yıl gibi kısa bir süre içinde ya değişen ortama uyum sağlamalarını ya da daha uygun ortam koşullarına göç etmelerini gerektirmektedir.

İklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki etkilerinden bir diğeri, sıcaklıkların artmasıyla meydana gelecek kuraklık ile orman yangınlarındaki artışlardır. Havaların daha erken ısınması ile bitkilerin vejetasyon süresi uzamaktadır. 30-40 yıl öncesine göre bitkilerin tomurcukları 5-10 gün daha önce patlamaktadır. Bu durum bitkileri ilkbahar ve sonbaharda meydana gelebilecek don karşı daha hassas hale getirmektedir. Kuraklıktan başka, sel, taşkın ve fırtına olaylarının hem miktarında hem de şiddetinde artışlar yaşanmaktadır. Bu durum ağaçların zarar görmesine neden olabilecektir.

İklim değişikliğinin bir diğer etkisi, buzulların erimesiyle deniz seviyesinin yükselmesi sonucu kıyılarda bulunan ormanların ve milli parkların ortadan kalkma tehlikesi ile karşı karşıya kalacak olmasıdır. Bunun yanında, artan CO₂ ile daha fazla fotosentez yapan bitkilerin, daha fazla suya ve besin maddesine ihtiyaçları olur; bunlardan biri eksik olursa bitkiler yeterince odun üretemezler. Sıcaklıkların artışı ile bitkilerin daha fazla CO₂ üretmesi onların solunum ihtiyacının artacağı anlamına gelmektedir. Böylece su ve besin açısından uygun koşullar olsa bile, bitkiler, ürettikleri organik maddeleri daha çok solunum için kullanacaklardır. Bitkilerin fotosentez kabiliyeti farklı olduğu için aralarında rekabet artacak, böylece biyolojik çeşitlilik riske girecektir. Sıcaklıkların artması ormanlarda böcek zararlarının artmasına da neden olabilecektir (Tolunay 2013).

5.1 Ağaç Formasyon Alanları üzerinde Beklenen Sıcaklık Değişimi

RCP 4.5 senaryosuna göre nemcil formasyon alanı referans döneminde minimum 8 C sıcaklığa sahipken 2016-2040 döneminde 9 °C, 2041-2070 döneminde 11 °C ve 2071-2099 döneminde 12 °C'ye yükselmiştir. Böylece nemcil alanın minimum sıcaklığı RCP 4.5 senaryosuna göre tüm dönemlerde 8 C'den 12'ye yükselmiş ve 4 °C'lik bir değişim meydana gelmiştir. Nemcil formasyon alanında maksimum sıcaklık referans döneminde 14 °C iken 2016-2040 döneminde 15 °C, 2041-2070 döneminde 16 °C ve 2071-2099 döneminde 18C öngörülmüştür. Bu halde nemcil formasyon alanının maksimum sıcaklığı RCP 4.5 senaryosuna göre tüm dönemlerde 14 °C'den 18 °C'ye yükselmiş ve 4 C'lik bir değişim meydana gelmiştir. Nemcil formasyon alanının ortalama sıcaklığı referans döneminde 11C iken sonraki dönemlerde sırasıyla 12 °C, 14 °C ve 16 °C'ye yükselmiştir. Nemcil formasyon alanının ortalama sıcaklığının 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 5 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.1).

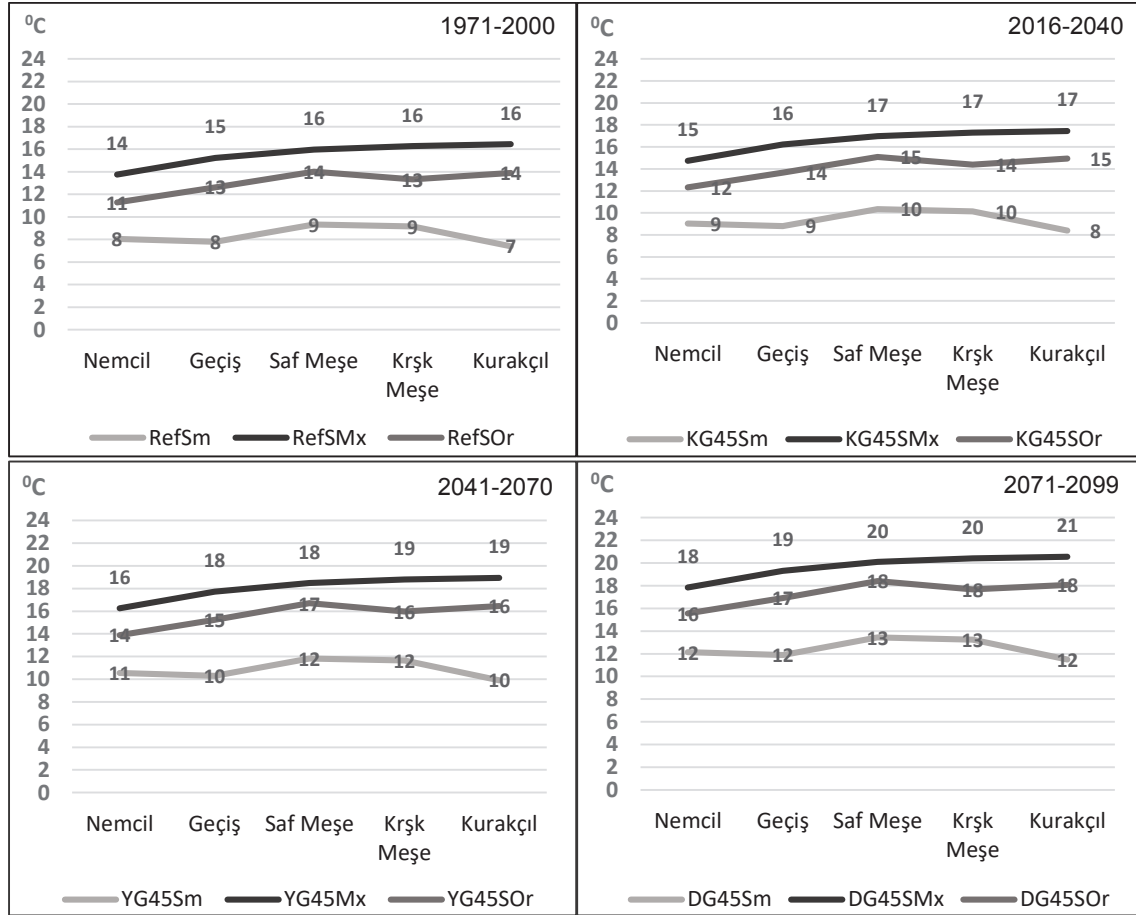
RCP 4.5 senaryosuna göre Geçiş formasyon alanında en düşük sıcaklık 8 °C iken sonraki dönemlerde sırasıyla 9 °C, 10 °C ve 12 °C'ye yükselmiştir. Geçiş formasyon alanında en düşük sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 4 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.1). Geçiş formasyon alanının en yüksek sıcaklık değeri referans döneminde 15 °C iken sonraki dönemlerde sırasıyla 16 °C, 18 °C ve 19 °C'ye yükselmiştir. Geçiş formasyon alanında en yüksek sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 4 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.1). Geçiş formasyon alanının ortalama sıcaklık değeri referans döneminde 13 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 14 °C, 15 °C ve 17 °C'ye yükselmiştir. Geçiş formasyon alanında ortalama sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 4 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.1).

RCP 4.5 senaryosuna göre Saf Meşe formasyon alanında en düşük sıcaklık 9 °C iken sonraki dönemlerde sırasıyla 9 °C, 10 °C ve 12 °C'ye yükselmiştir. Saf Meşe formasyon alanında en düşük sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 3 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.1). Saf Meşe formasyon alanında en yüksek sıcaklık değeri 16 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 17 °C, 18 °C ve 20 °C'ye yükselmiştir. Saf Meşe formasyon alanında en yüksek sıcaklık değerinin 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 4 °C arttığı öngörülmüştür. Saf meşe formasyon alanında ortalama sıcaklık değeri referans döneminde 14 °C iken sonraki dönemlerde sırasıyla 15 °C, 17 °C ve 18 °C'ye yükselmiştir. Saf meşe formasyon alanında ortalama sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 4 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.1).

RCP 4.5 senaryosuna göre, Karışık meşe formasyon alanında en düşük sıcaklık 9C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 10 °C, 12 °C ve 13 °C'ye yükselmiştir. Karışık meşe formasyon alanında en düşük sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 4 °C arttığı öngörülmüştür. Karışık meşe formasyon alanında en yüksek sıcaklık 16 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 17 °C, 19 °C ve 20 °C'ye yükselmiştir. Karışık meşe formasyon alanında en yüksek sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 4 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.1). Karışık meşe formasyon alanında ortalama sıcaklık referans döneminde 13C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 14 °C, 16 °C ve 18 °C'ye yükselmiştir. Ortalama sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 5 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.1).

RCP 4.5 senaryosuna göre kurakçıl formasyon alanında en düşük sıcaklık referans döneminde 7 C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 8 °C, 10 °C ve 12 °C'dir. En düşük sıcaklığın kurakçıl formasyon alanında 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 5 °C arttığı öngörülmüştür. En yüksek sıcaklık kurakçıl formasyonda referans döneminde 16 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 17 °C, 19 °C ve 21 °C'ye yükselmiştir. Kurakçıl formasyon alanında en yüksek sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte, 5 °C arttığı öngörülmektedir. Kurakçıl formasyon alanında ortalama sıcaklık referans döneminde 14 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 15 °C, 16 °C ve 18 °C'ye yükselmiştir. Kurakçıl formasyonda ortalama sıcaklığın, 2000-2099 yılları arasındaki süreçte, 4 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.1).

Şekil 5. 1: Ağaç Formasyon Alanlarına Göre Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıklar (RCP 4.5)



Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); S: Sıcaklık; m: Minimum; Mx: Maksimum; Or: Ortalama; 45: RCP 4.5 Senaryosu; K:2016-2040 Dönemi; Y:2041-2070 Dönemi; D:2071-2099 Dönemi

RCP 8.5 senaryosuna göre nemcil formasyon alanında en düşük sıcaklık referans döneminde 8 °C iken 2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde sırasıyla 9 °C, 11 °C ve 15 °C'ye yükselmiştir. Nemcil formasyon alanında 2000-2099 yılları arasındaki süreçte en düşük ortalama sıcaklığın 7 °C arttığı öngörülmüştür. Nemcil formasyon alanında en yüksek sıcaklık referans döneminde 14 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 15 °C, 17 °C ve 20 °C'ye yükselmiştir. En yüksek sıcaklıkların nemcil formasyon alanında 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 6 °C arttığı öngörülmektedir. Nemcil formasyon alanında ortalama sıcaklık referans döneminde 11 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 12 °C, 15 °C ve 18 °C'ye yükselmiştir. Ortalama sıcaklık 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 7 °C artmıştır (Şekil 5.2).

RCP 8.5 senaryosuna göre Geçiş formasyon alanında en düşük sıcaklık referans döneminde 8 °C, sonraki dönemlerde sırasıyla, 9 °C, 11 °C ve 14 °C'ye yükselmiştir. Geçiş formasyon alanındaki en düşük sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 6 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.2). En yüksek sıcaklık geçiş formasyon alanında referans

döneminde 15 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 16 °C, 19 °C ve 22 °C'ye yükselmiştir. Geçiş formasyon alanında en yüksek sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 7 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.2). Geçiş formasyon alanında ortalama sıcaklık referans döneminde 13 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 14 °C, 16 °C ve 20 °C'ye yükselmiştir. Ortalama sıcaklık 2000-2099 yılları arasındaki süreçte geçiş formasyon alanında 7 °C artmıştır (Şekil 5.2).

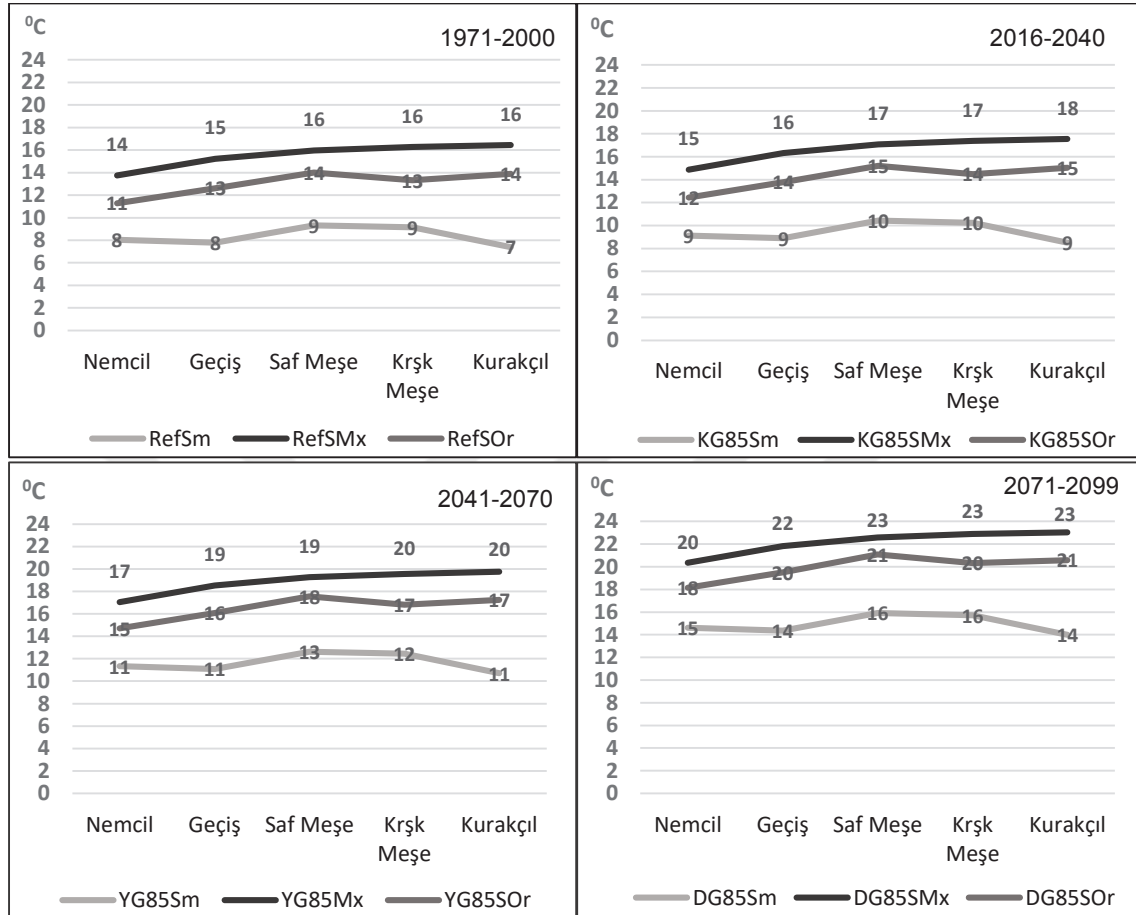
RCP 8.5 senaryosuna göre, Saf meşe formasyon alanında en düşük sıcaklık referans döneminde 9 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 9 °C, 11 °C ve 14 °C'ye yükselmiştir. En düşük sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte saf meşe formasyonunda 5 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.2). Referans döneminde saf meşe formasyonunda en yüksek sıcaklık 16 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 17 °C, 19 °C ve 23 °C'ye yükselmiştir. Saf meşe formasyonunda, en yüksek sıcaklık 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 7 °C artmıştır (Şekil 5.2). Ortalama sıcaklık saf meşe formasyon alanında referans döneminde 14 °C iken, sonraki dönemlerde 15 °C, 18 °C ve 21 °C'ye yükselmiştir. Ortalama sıcaklık 2000-2099 yılları arasındaki süreçte saf meşe formasyon alanında 7 °C artmıştır (Şekil 5.2).

RCP 8.5 senaryosuna göre, karışık meşe formasyon alanında en düşük sıcaklık, referans döneminde 9 °C iken, 2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde sırasıyla, 10 °C, 12 °C ve 16 °C'ye yükselmiştir. En düşük sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 7 °C arttığı öngörülmüştür (Şekil 5.2). En yüksek sıcaklık karışık meşe formasyon alanında referans döneminde 16 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 17 C, 20 °C ve 23 °C'ye yükselmiştir. Karışık meşe formasyonunda en yüksek sıcaklığın 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 7 °C arttığı görülmektedir (Şekil 5.2). Ortalama sıcaklık ise referans döneminde 13 °C iken sonraki dönemlerde 14 °C, 17 °C ve 20 °C'ye yükselmiştir. Karışık meşe formasyonunda 2000-2099 yılları arasındaki süreçte ortalama sıcaklığın 7 °C arttığı görülmektedir (Şekil 5.2).

RCP 8.5 senaryosuna göre, kurakçıl formasyon alanında en düşük sıcaklık referans döneminde 7 °C iken, 2016-2040 döneminde 9 °C; 2041-2070 döneminde 11 °C ve 2071-2099 döneminde 14 °C'ye yükselmiştir. En düşük sıcaklığın kurakçıl formasyon alanında 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 7 °C arttığı görülmektedir (Şekil 5.2). Kurakçıl formasyon alanında en yüksek sıcaklık referans döneminde 16 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 17 °C, 20 °C ve 23 °C'ye yükselmiştir. En yüksek sıcaklık kurakçıl formasyonda 2000-2099 yılları arasındaki süreçte 7 °C artmıştır (Şekil 5.2). Kurakçıl formasyonda ortalama sıcaklık referans döneminde 14 °C iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 15 °C, 17

°C ve 21 °C'ye yükselmiştir. 2000-2099 yılları arasındaki süreçte ortalama sıcaklık kurakçıl formasyonda 7 °C artmıştır (Şekil 5.2).

Şekil 5. 2: Formasyon Alanlarına Göre Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıklar (RCP 8.5)



Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); S: Sıcaklık; m: Minimum; Mx: Maksimum; Or: Ortalama; 85: RCP 8.5 Senaryosu; K:2016-2040 Dönemi; Y:2041-2070 Dönemi; D:2071-2099 Dönemi

5.2 Ağaç Formasyon Alanları üzerinde Beklenen Yağış Değişimi

RCP 4.5 senaryosuna göre, nemcil formasyon alanının referans döneminde en düşük yağış miktarı 876 mm iken, 2016-2040 döneminde 862 mm; 2041-2070 döneminde 864 mm ve 2071-2099 döneminde 876 mm olarak öngörülmüştür. 2000-2099 yılları arasındaki süreçte nemcil formasyon alanında en düşük yağışlar birinci ve ikinci dönemde azalmış, son dönemde yeniden referans dönemi seviyesine yükselmiştir (Şekil 5.3). Nemcil formasyon alanında en yüksek yağış miktarları referans döneminde 1520 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 1498 mm; 1493 mm ve 1497 mm'ye düşmüştür. 2000-2099 yılları arasındaki süreçte en yüksek yağış 27 mm azalmıştır (Şekil 5.3). Nemcil formasyon alanına göre ortalama toplam yağış referans döneminde 1248 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 1230 mm; 1229 mm ve 1237 mm olarak öngörülmüştür. 2000-2099 yılları

arasındaki süreçte, ortalama toplam yağış küçük miktarda azalma dışında önemli bir değişiklik kaydetmemiştir (Şekil 5.3).

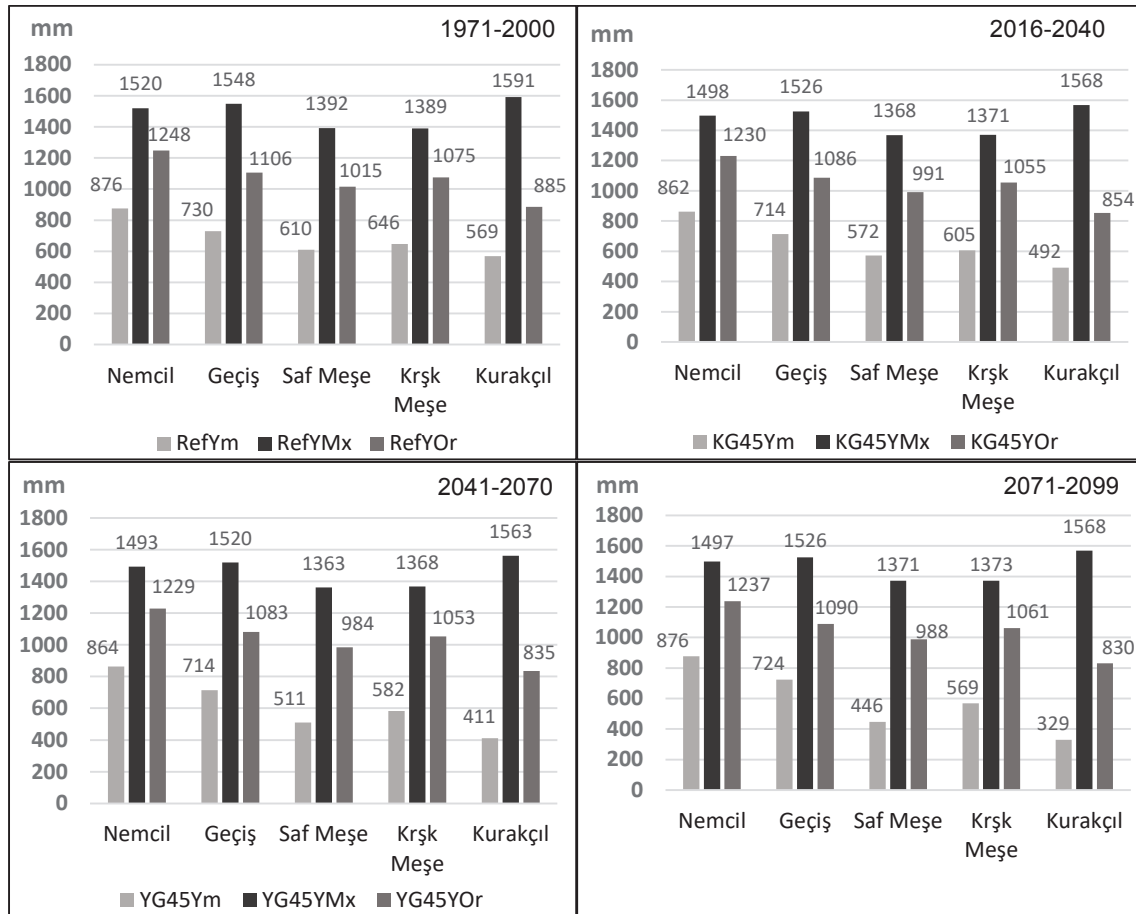
RCP 4.5 senaryosuna göre, geçiş formasyon alanında en düşük yağış referans döneminde 730 mm iken, 2016-2040 döneminde 714 mm; 2041-2070 döneminde 714 mm ve 2971-2099 döneminde 724 mm olarak öngörülmüştür (Şekil 5.3). 2000-2099 yılları arasındaki süreçte geçiş formasyon alanında en düşük yağışta 10 mm'lik yükselme dışında önemli bir değişiklik görülmemektedir. Geçiş formasyonunda en yüksek yağış referans döneminde 1548 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 1526 mm; 1520 mm ve 1526 mm olarak öngörülmüştür. Geçiş formasyonunda 2000-2099 yılları arasındaki süreçte, en yüksek yağışta önemli bir değişiklik bulunmamaktadır (Şekil 5.3). Geçiş formasyonunda ortalama yağış referans döneminde 1106 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 1086 mm; 1083 mm ve 1090 mm olarak öngörülmüştür (Şekil 5.3). 2000-2099 yılları arasındaki süreçte, geçiş formasyonunda, ortalama yağışta önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir.

RCP 4.5 senaryosuna göre, saf meşe formasyonunda referans döneminde en düşük yağış 610 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 572 mm; 511 mm ve 446 mm olarak öngörülmüştür (Şekil 5.3). Saf meşe formasyon alanında, 2000-2099 yılları arasındaki süreçte, en düşük yağış 164 mm azalmıştır. En yüksek yağış referans döneminde 1392 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 1368 mm; 1363 mm ve 1371 mm olarak öngörülmüştür. 2000-2099 yılları arasındaki süreçte önemli ölçüde bir yağış değişikliği görülmemektedir (Şekil 5.3). Saf meşe formasyonunda ortalama yağış, referans döneminde 1015 mm iken, 2016-2040 döneminde, 991 mm; 2041-2070 döneminde, 984 mm ve 2071-2099 döneminde 988 mm olarak öngörülmüştür. 2000-2099 yılları arasındaki süreçte ortalama yağış saf meşe formasyon alanında azalmış, ancak kayda değer bir değişiklik bulunmamaktadır.

RCP 4.5 senaryosuna göre, karışık meşe formasyon alanında en düşük yağış referans döneminde 646 mm iken, 2016-2040 döneminde 605 mm, 2041-2070 döneminde 582 ve 2071-2099 döneminde 569 mm olarak öngörülmüştür. 2000-2099 yılları arasındaki süreçte en düşük yağış 2000-2040 arasında, 41 mm; 2000-2070 arasında, 64 mm ve 2000-2099 arasında 77 mm azalmıştır. En yüksek yağış, karışık meşe formasyon alanında referans dönemde 1389 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 1371 mm; 1368 mm ve 1373 mm olmuştur. Öngörü dönemleri ile referans dönem en yüksek yağışları dönemlerde sırasıyla 18 mm; 21 mm ve 16 mm azalmıştır. Karışık meşe formasyon alanında ortalama yağış referans döneminde 885 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 854 mm; 835 mm ve 830 mm'ye çekilmiştir. Ortalama yağış 2000-2040 yılları arasında 31 mm azalırken; 2000-2070 yılları arasında 50 mm ve 2000-2099 yılları arasında 55 mm azalmıştır (Şekil 5.3).

RCP 4.5 senaryosuna göre, kurakçıl formasyon alanında en düşük yağış referans döneminde 569 mm iken 2016-2040 döneminde 494 mm; 2041-2070 döneminde 411 mm ve 2071-2099 döneminde 329 mm'ye düşmüştür. Bu halde kurakçıl formasyon alanında en düşük yağış 2000-2040 yılları arasında 75 mm, 2000-2070 yılları arasında 158 mm ve 2000-2099 yılları arasında 240 mm azalmıştır (Şekil 5.3). Kurakçıl formasyonda en yüksek yağış referans döneminde 1591 mm iken, 2016-2040 döneminde 1568 mm, 2041-2070 döneminde 1563 mm ve 2071-2099 döneminde 1568 mm'dir. En yüksek yağış, 2000-2040 yılları arasında 23 mm, 2000-2070 yılları arasında 28 mm azalmış; 2000-2099 yılları arasında ise 23 mm artarak referans dönemindeki seviyesine yükselmiştir (Şekil 5.3). Ortalama yağış, kurakçıl formasyon alanında, referans döneminde 885 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 854 mm, 835 mm ve 830 mm seviyelerine çekilmiştir. Bu halde kurakçıl formasyonda ortalama yağış 2000-2040 döneminde 31 mm, 2000-2070 döneminde 50 mm ve 2000-2099 döneminde 55 mm azalmıştır (Şekil 5.3).

Şekil 5. 3: Formasyon Alanlarına Göre Maksimum, Minimum ve Ortalama Yağışlar (RCP 4.5)



Kısaltmalar: Ref: Referans Dönem (1971-2000); İkinci Y: Yağış; m: Minimum; Mx: Maksimum; Or: Ortalama; 45: RCP 4.5 Senaryosu; K:2016-2040 Dönemi; Birinci Y:2041-2070 Dönemi; D:2071-2099 Dönemi

RCP 8.5 senaryosuna göre, Nemcil formasyon alanında en düşük yağış, referans döneminde 876 mm iken, 2016-2040 döneminde 879 mm; 2041-2070 döneminde 878 mm seviyesine çıkmış; 2071-2099 döneminde ise 836 mm seviyesine çekilmiştir. Nemcil formasyonda en düşük yağışta ilk iki dönemde dikkate değer bir değişiklik bulunmamaktadır. Ancak 2000-2099 yılları arasında en düşük yağış seviyesi 40 mm azalmıştır (Şekil 5.4). En yüksek yağış referans döneminde 1520 mm iken, 2016-2040 döneminde 1531 mm; 2041-2070 döneminde 1527 mm ve 2071-2099 döneminde 1468 mm seviyesine düşmüştür. En yüksek yağış miktarı 2000-2099 yılları arasında 52 mm azalmıştır (Şekil 5.4). Nemcil formasyonda ortalama yağış referans döneminde 1248 mm iken, sonraki iki dönemde sırasıyla 1256 mm ve 1254 mm'ye çıkmış, son dönemde 1202 mm seviyelerine çekilmiştir. 2000-2099 yılları arasında nemcil formasyonda ortalama yağış miktarı 46 mm azalmıştır (Şekil 5.4).

RCP 8.5 senaryosuna göre, geçiş formasyon alanında en düşük yağış, referans döneminde 730 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 738 mm, 737 mm ve 689 mm

seviyelerine yükselmiştir (Şekil 5.4). En düşük yağış değeri ilk iki dönem kayda değer olmasa da 2000-2099 yılları arasında 41 mm düşmüştür. Geçiş formasyon alanında en yüksek yağış referans döneminde 1548 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 1560 mm; 1554 mm ve 1494 mm olarak öngörülmüştür. 2000-2099 yılları arasında en yüksek yağış değeri 54 mm düşmüştür (Şekil 5.4). Geçiş formasyon alanında ortalama yağış referans döneminde 1106 mm iken, 2016-2040 döneminde 1114 mm; 2041-2070 döneminde 1110 mm ve 2071-2099 döneminde 1054 mm öngörülmüştür. Ortalama yağış, geçiş formasyon alanında 2000-2099 yılları arasında 52 mm azalmıştır (Şekil 5.4).

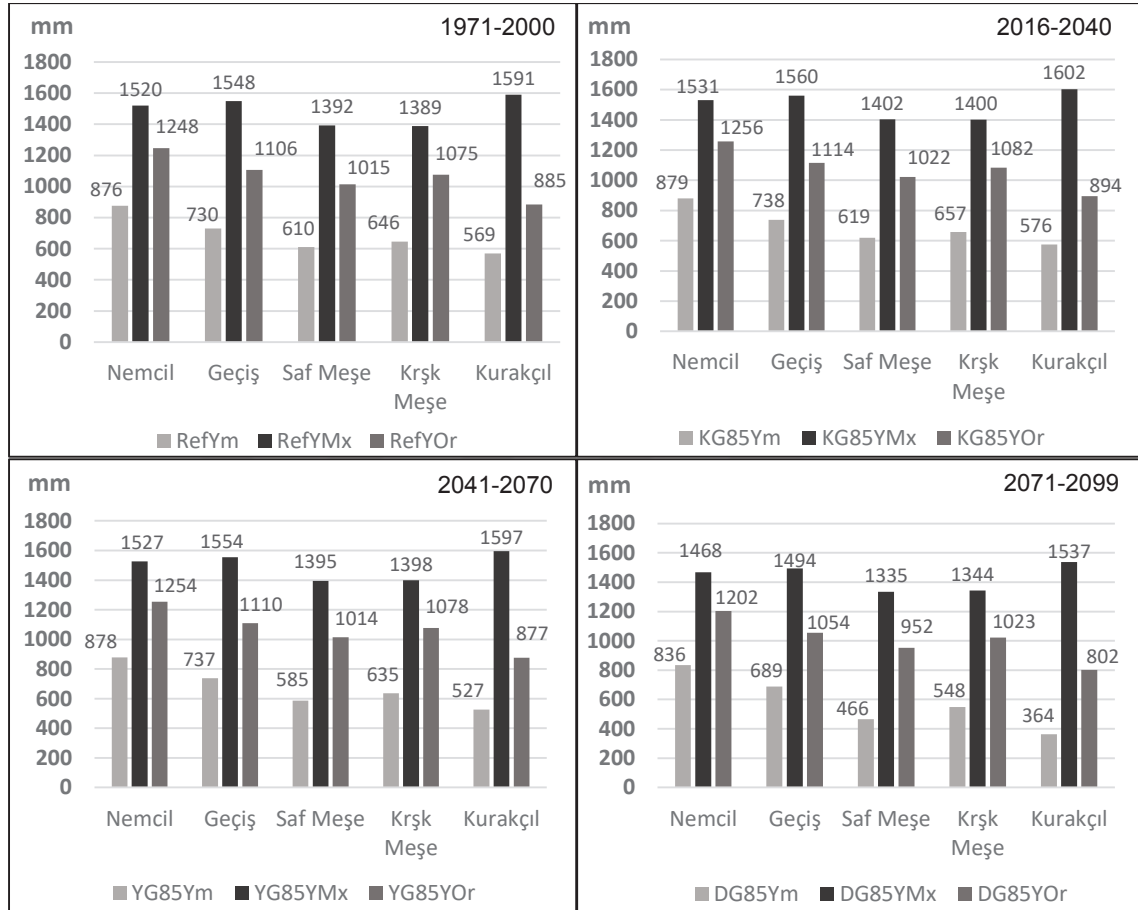
RCP 8.5 senaryosuna göre saf meşe formasyon alanında en düşük yağış, referans döneminde 610 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 619 mm; 737 mm ve 689 mm olarak öngörülmüştür. Referans dönemine göre en düşük yağış 2041-2070 döneminde 127 mm, 2071-2099 döneminde ise 79 mm artmıştır. En yüksek yağış saf meşe formasyon alanında referans döneminde 1392 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 1402 mm, 1395 mm ve 1335 mm olarak öngörülmüştür (Şekil 5.4). En yüksek yağış değerinde kayda değer değişim 2000-2099 yılları arasındaki dönemde 57 mm seviyesinde düşüş ile meydana gelmiştir. Saf meşe formasyonunda ortalama yağış referans döneminde 1015 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 1022 mm, 1014 mm ve 952 mm olarak öngörülmüştür (Şekil 5.4). Ortalama yağışta da kayda değer değişim 2000-2099 yılları arasında 63 mm düşüş ile meydana gelmiştir.

RCP 8.5 senaryosuna göre, karışık meşe formasyonunda referans döneminde en düşük sıcaklık 646 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 657 mm; 635 mm ve 548 mm olarak öngörülmüştür (Şekil 5.4). Karışık meşe formasyonunda en düşük yağış 2000-2099 yılları arasında 98 mm azalmıştır. En yüksek yağış referans döneminde 1389 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla, 1400 mm, 1398 mm ve 1344 mm olarak öngörülmüştür (Şekil 5.4). Karışık meşe formasyonunda en yüksek yağış ilk iki dönemde az miktarda artarken, 2000-2099 yılları arasında 45 mm düştüğü öngörülmüştür. Ortalama yağış referans döneminde 1075 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 1082 mm, 1078 mm ve 1023 mm olarak öngörülmüştür (Şekil 5.4). Ortalama yağış değerinde 2000-2099 yılları arasında 52 mm azalma meydana gelmiştir.

RCP 8.5 senaryosuna göre kurakçıl formasyon alanında referans döneminde en düşük yağış 569 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 576 mm, 527 mm, 364 mm olarak öngörülmüştür (Şekil 5.4). 2000-2070 yılları arasında en düşük yağışta 45 mm seviyesinde azalma, 2000-2099 yılları arasında ise 205 mm azalma olmuştur. Kurakçıl formasyonda en yüksek yağış referans döneminde 1591 mm iken, sonraki dönemlerde sırasıyla 1602 mm, 1597 mm, 1537 mm olarak öngörülmüştür (Şekil 5.4). 2000-2099 yılları arasında en düşük

yağış değeri kurakçıl formasyonda 54 mm azalmıştır. Ortalama yağış referans döneminde 885 mm iken, sonraki dönemlerde 894 mm, 877 mm ve 802 mm olarak öngörülmüştür (Şekil 5.4). Kurakçıl formasyonda ortalama yağış, 2000-2099 yılları arasındaki süreçte, 83 mm seviyesinde azalmıştır.

Şekil 5. 4: Formasyon Alanlarına Göre Maksimum, Minimum ve Ortalama Yağışlar (RCP 8.5)



5.3 Ağaç Formasyon Alanları üzerinde Beklenen İklim Değişimi

Bu bölümde Erinç, De-Martonne ve Emberger iklim sınıflarındaki 1971-2000 (Referans Dönemi), 2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerindeki değişimler önce RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre, ardından ağaç formasyonlarına göre oransal olarak ele alınmaktadır.

5.3.1 Erinç

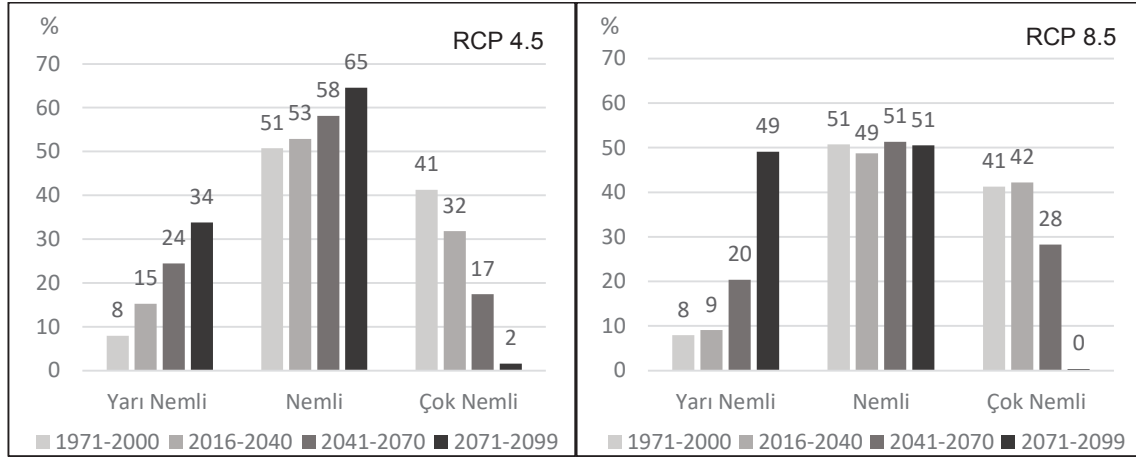
RCP 4.5 senaryosu, Erinç sınıflandırmasına göre, yarı nemli iklim alanı referans döneminde sahanın %8'ini kaplıyorken, 2016-2040 döneminde sahanın %15'ine; 2041-2070 döneminde, %24'üne ve 2071-2099 döneminde, %34 seviyesinde genişlemiştir (Şekil 5.5). Erinç iklim sınıflandırmasında yarı nemli iklim alanı 2000-2099 yılları arasındaki süreçte sürekli genişlemiştir. Araştırma alanında nemli iklim referans döneminde %51 seviyesinde alan kaplıyorken, sonraki dönemlerde sırasıyla %53, %58 ve %65 oranında alan kaplamaktadır. Çok nemli iklim alanında dönemler sürecinde önemli ölçüde daralma gözlenmektedir. Referans döneminde %41 genişliğe sahip çok nemli iklim alanı sırasıyla %32, %17 ve %2 oranında bir alan genişliğine çekilmiştir. Referans döneminde %41 etki alanı bulunan çok nemli iklim alanının 2000-2099 yılları arasındaki süreçte %38 oranındaki etki alanı ortadan kalkmıştır (Şekil 5.5).

RCP 8.5 senaryosuna göre, Erinç iklim sınıflandırmasında yarı nemli iklim alanı referans döneminde sahanın %8'ini kaplıyorken, 2016-2040 döneminde %9; 2041-2070 döneminde %20 ve 2071-2099 döneminde %49 oranında alan kaplamaktadır. Nemli iklimde dönemler içerisinde önemli bir değişiklik olmamıştır. Hemen tüm dönemler nemli iklim araştırma alanının hemen hemen yarısını etkisi altına almaktadır (Şekil 5.5). Çok nemli iklim alanı ise 2040 yılına kadar sahanın hemen hemen yarısında etkili iken 2041-2070 döneminde toplam alanın %28'ine çekilmiş, 2071-2099 döneminde ise araştırma alanında tamamen ortadan kalkmıştır (Şekil 5.5).

İklim sınıfları RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre karşılaştırıldığında, yarı nemli iklim alanı RCP 4.5 senaryosuna göre dönemler sürecinde sürekli ve dengeli bir şekilde artmıştır; ancak RCP 8.5 senaryosuna göre, 2041-2070 ve özellikle 2071-2099 döneminde sırasıyla %20 ve %49'a genişleme ile önemli ölçüde değişiklik yaşanmıştır (Şekil 5.5). Nemli iklim alanında mutedil senaryoda (RCP 4.5) yine dengeli bir alansal genişleme görülürken RCP 8.5 senaryosuna göre nemli iklim alanında dönemler içerisinde önemli bir değişiklik beklenmemektedir (Şekil 5.5). Çok nemli iklim alanında mutedil senaryoya göre dönemler sürecinde toplam alansal olarak kademeli bir azalma söz konusu iken, RCP 8.5 senaryosunda değişim 2016-2040 döneminde başlamış, özellikle 2041-2070 döneminde

meydana gelmiştir. Öyle ki, 2041-2070 döneminde bu senaryoya göre, çok nemli iklim alanı toplam alanın %28'inde etkili iken, 2071-2099 döneminde çok nemli iklim sahada etkisini tamamen kaybetmiştir (Şekil 5.5).

Şekil 5. 5: Senaryolara Göre Nemcil Formasyonda Tüm Dönemler için Değişimler (Erinç)



Her iki senaryoya göre nemcil formasyon alanında, yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanları bulunmaktadır. Erinç iklim sınıflarındaki değişiklikler RCP 4.5 senaryosuna göre, referans dönemi – 2099 yılı aralığında, yarı nemli iklim alanı %324, nemli iklim alanı %27 oranında genişlerken, çok nemli iklim alanı %96 oranında daralmıştır (Tablo 5.1). Dönemler içindeki gelişmelerde ise, yarı nemli iklim alanı referans dönemi ile 2040 yılı arasında %92 oranında genişlerken, sonraki dönemlerde azalan oranlarda genişlemeye devam etmiştir (Şekil 5.6). Nemli iklim alanı son döneme kadar artan oranlarda genişlemiştir. Çok nemli iklim alanı ise dönemler sürecinde artan oranlarda daralmıştır. Öyle ki, ilk dönem sonunda %23'lük değişim, ikinci dönemde %45, üçüncü dönemde %91 seviyesinde artmış, çok nemli iklim alanı önemli ölçüde daralmıştır (Tablo 5.1).

Her iki senaryoya göre nemcil formasyon alanında, yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanları bulunmaktadır. Erinç iklim sınıflarındaki değişiklikler, RCP 8.5 senaryosuna göre, referans dönemi – 2099 yılı aralığında, yarı nemli iklim alanı %516 oranında genişlerken, çok nemli iklim alanı %99 oranında daralmıştır (Tablo 5.2). Dönemler içindeki gelişmelerde ise, yarı nemli iklim alanı referans dönemi ile 2040 yılı arasında %14 oranında genişlerken, sonraki dönemlerde önemli ölçüde artan oranlarda genişlemeye devam etmiş, son dönemde %141, 2000-2099 aralığında ise %516 oranında genişlemiştir (Tablo 5.2). Nemli iklim alanı son döneme kadar artan oranlarda genişlemiştir. Nemli iklim alanında ikinci dönemde %25 oranında daralma, üçüncü dönemde ise %25 oranında bir genişleme dışında önemli bir değişiklik görünmemektedir. Çok nemli iklim alanı ise ikinci ve üçüncü dönemlerde sırasıyla %33 ve %99 oranlarında daralmıştır (Tablo 5.2).

Tablo 5. 1: Senaryolara Göre Nemcil Formasyondaki Erinç İklim Sınıflarındaki Alansal Değişiklikler (RCP 4.5)

| Nemcil- RCP 4.5 | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Erinç İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| K/Çöl-Step | - | - | - | - | - | - | - | - |
| YK/Step | - | - | - | - | - | - | - | - |
| YN/PG Orman | 4 | 7 | 92 | 12 | 60 | 17 | 38 | 324 |
| N/N.Orman | 25 | 26 | 4 | 28 | 10 | 32 | 11 | 27 |
| ÇN/ÇN Orman | 20 | 16 | -23 | 8 | -45 | 1 | -91 | -96 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı; K:Kurak; YK:Yarı Kurak; YN:Yarı Nemli; N:Nemli; ÇN:Çok Nemli; PG:Park Görünümlü

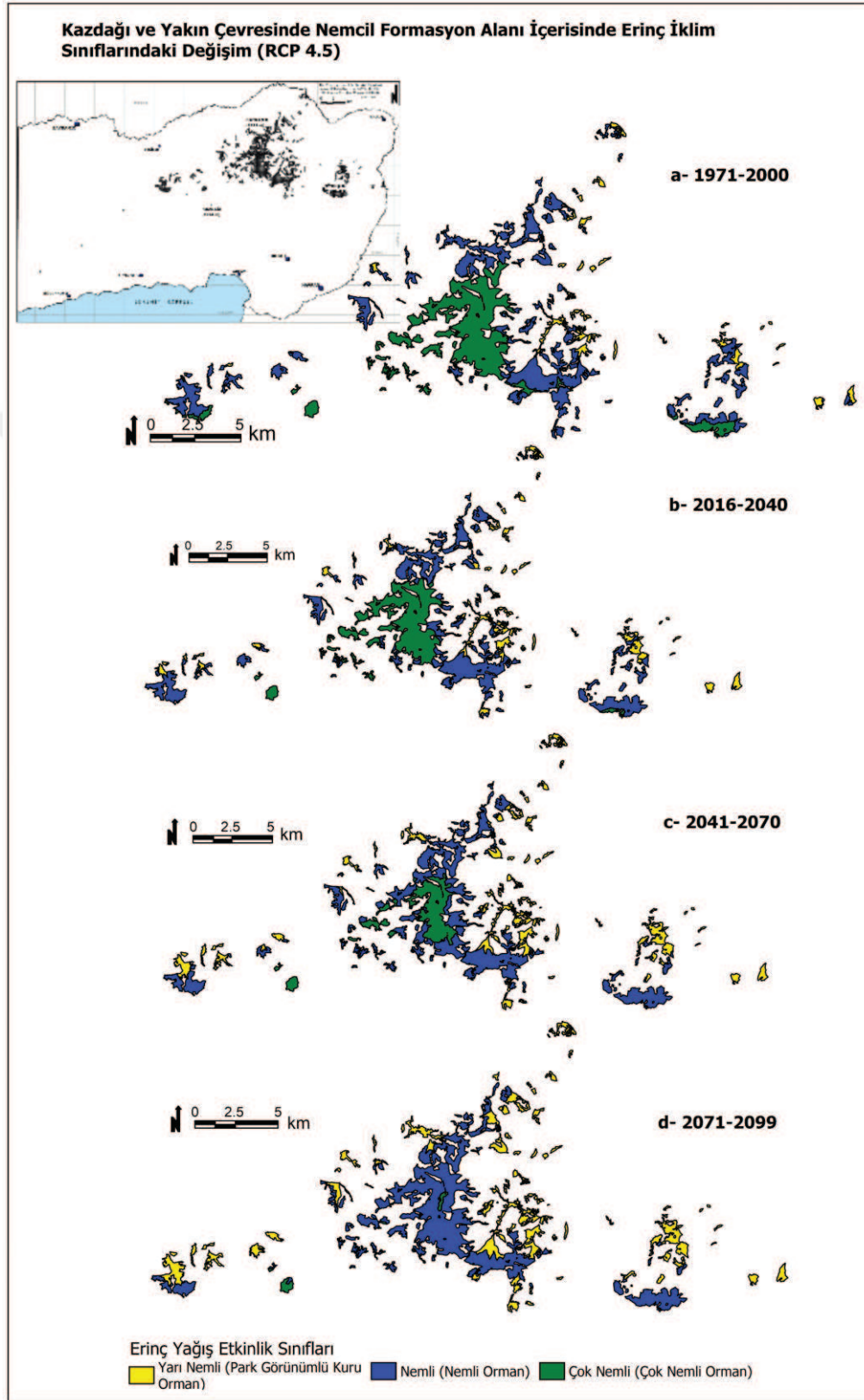
Tablo 5. 2: Senaryolara Göre Nemcil Formasyondaki Erinç İklim Sınıflarındaki Alansal Değişiklikler (RCP 8.5)

| Nemcil- RCP 8.5 | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Erinç İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| K/Çöl-Step | - | - | - | - | - | - | - | - |
| YK/Step | - | - | - | - | - | - | - | - |
| YN/PG Orman | 4 | 4 | 14 | 10 | 125 | 24 | 141 | 516 |
| N/N.Orman | 25 | 24 | -4 | 25 | 5 | 25 | -1 | 0 |
| ÇN/ÇN Orman | 20 | 21 | 2 | 14 | -33 | 0 | -99 | -99 |

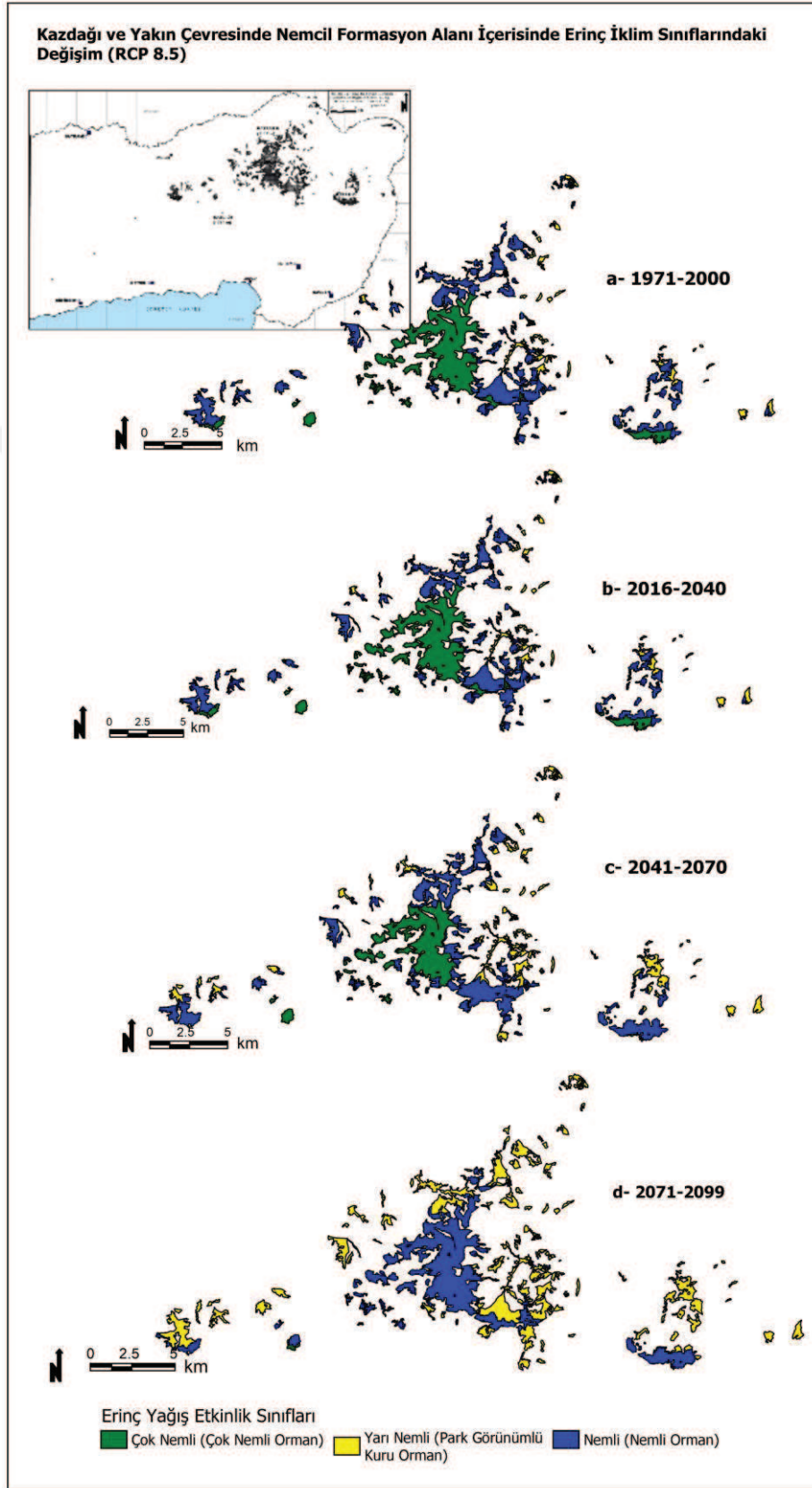
Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı; K:Kurak; YK:Yarı Kurak; YN:Yarı Nemli; N:Nemli; ÇN:Çok Nemli; PG:Park Görünümlü

Nemcil ağaç formasyon alanında RCP 4.5 senaryosuna göre, Erinç iklim tiplerinden çok nemli iklim alanının 2071-2099 dönemine doğru sürekli küçülüp kaybolduğu, yarı nemli iklim alanının ise genişlediği görülmektedir. Buna bağlı olarak nemli orman alanının daralacağı ve park görünümlü kuru orman alanının genişleyeceği öngörülmektedir (Şekil 5.6). RCP 8.5 senaryo sonuçları da önceki senaryo sonuçlarına paralel olmakla birlikte değişimin daha belirgin olduğu görülmektedir (Şekil 5.7).

Şekil 5. 6: Kazdağı ve Yakın Çevresinde Nemcil Formasyon Alanı İçerisinde Eriñç İklim Sınıflarındaki Değişimler (RCP 4.5)



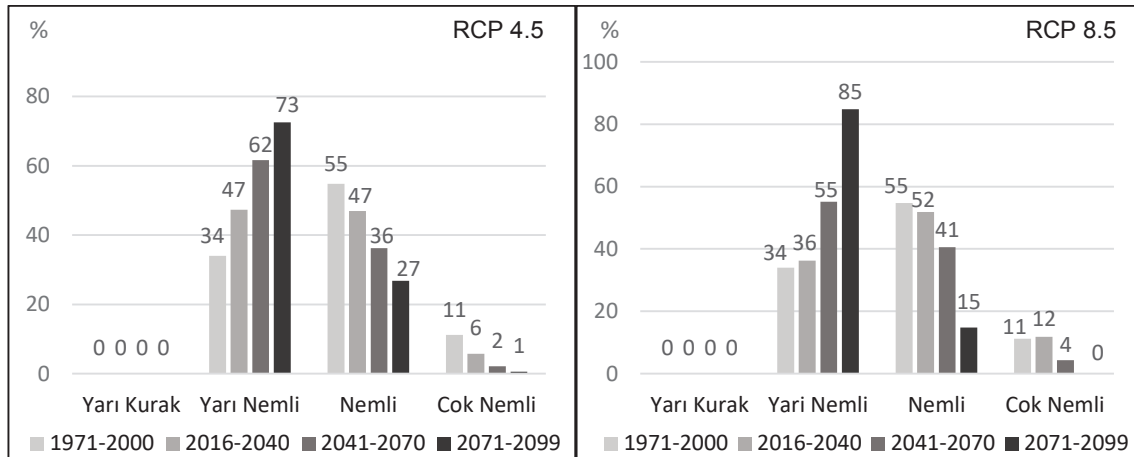
Şekil 5. 7: Kazdağı ve Yakın Çevresinde Nemcil Formasyon Alanı İçerisinde Erinç İklim Sınıflarındaki Değişim (RCP 8.5)



Geçiş formasyonunda Erinç iklim sınıflarında genel olarak, yarı nemli iklim alanında genişleme, nemli ve çok nemli iklim alanında daralma görülmektedir. İklim sınıflarındaki değişimlere bakıldığında, yarı nemli iklim alanında, RCP 4.5 senaryosuna göre dönemler sürecinde oransal olarak sürekli bir artış görülmektedir. Yarı nemli iklim 1971-2000 döneminde toplam alanın %34'ünü oluştururken, sonraki dönemlerde sırasıyla, %47, %62 ve %73'üne genişlemiştir. Nemli iklim alanında yüzyılın sonuna kadar sürekli bir daralma görülmektedir. Referans dönemde araştırma alanının %55'ini kapsayan nemli iklim alanı, sonraki dönemlerde sırasıyla %47, %36 ve %27 seviyelerine çekilmiştir. Çok nemli iklim alanı ise referans döneminde sahanın %11'ini etkisi altında bulundururken 2071-2099 döneminde sahadaki etkisi büyük oranda ortadan kalkmıştır (Şekil 5.8).

RCP 8.5 senaryosuna göre Geçiş formasyonundaki Erinç iklim sınıflarındaki değişimlere bakıldığında, yarı nemli iklim alanı referans dönemi ve birinci dönemde küçük oranda değişmiştir (%34 ve %36) (Şekil 5.8). 2041-2070 döneminde sahanın %55'ini kaplarken 2071-2099 döneminde %85 seviyesine genişlemiştir. Nemli iklim alanında yüzyılın sonuna kadar sürekli daralma gözlenmektedir. Referans döneminde %55 alan kaplayan nemli iklim, 2016-2040 döneminde %52, 2041-2070 döneminde %41 ve 2071-2099 döneminde %15'e çekilmiştir. Çok nemli iklim alanında ise küçük oranda değişiklikler ile 2071-2099 döneminde bu iklim etkisinin ortadan kalktığı görülmektedir (Şekil 5.8).

Şekil 5. 8: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (Erinç)



Geçiş formasyonunda Erinç iklim sınıflarının tüm dönemlerdeki değişim çizelgesine göre her iki senaryo için de sahada yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim etkilidir. RCP 4.5 senaryosuna göre, yarı nemli iklim alanı referans ve 2016-2040 dönemi arasında %39 değişim oranı 111 km²'ye genişlemiştir. Sonraki dönemlerde yarı nemli iklim alanı azalan oranlarda genişlemeye devam etmiştir (Tablo 5.3). Referans döneminde 80 km² alan kaplayan yarı nemli iklim alanı, 2099 yılına gelindiğinde 113 km² alan kaplamaktadır ve bu

süreçte %113 oranında bir artış meydana gelmiştir (Tablo 5.3). Nemli iklim alanı dönemler içerisinde sürekli daralmıştır. Referans döneminde 129 km² alan kaplarken 2099 yılına gelindiğinde 63 km² alan kaplamaktadır. Bu süreç içerisinde nemli iklim alanı %51 oranında küçülmüştür. 2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde sırasıyla %14, %23 ve %26 oranlarında küçülme yönünde değişim öngörülmüştür (Tablo 5.3). Çok nemli iklim alanında dönemler içerisinde sürekli bir daralma öngörülmüştür. Referans döneminde çok nemli iklim 26 km² alanda etkili iken 2071-2099 döneminde hemen tamamen ortadan kalkmıştır. Çok nemli iklim referans dönemi ile 2040 yılları arasında %48, 2041-2070 döneminde %63 ve 2071-2099 döneminde %71 ve 2000-2099 yılları arasında %94 oranında küçülmüştür (Tablo 5.3).

Tablo 5. 3: RCP 4.5 Senaryosu Geçiş Formasyonundaki Tüm Dönemler Erinç İklim Değişimi

| Erinç İklim Tipleri | Geçiş- RCP 4.5 | | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|---------------|------------------|
| | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| K/Çöl-Step | - | - | - | - | - | - | - | - |
| YK/Step | - | - | - | - | - | - | - | - |
| YN/PG Orman | 80 | 111 | 39 | 145 | 30 | 171 | 18 | 113 |
| N/N.Orman | 129 | 110 | -14 | 85 | -23 | 63 | -26 | -51 |
| ÇN/ÇN Orman | 26 | 14 | -48 | 5 | -63 | 1 | -71 | -94 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı; K:Kurak; YK:Yarı Kurak; YN:Yarı Nemli; N:Nemli; ÇN:Çok Nemli; PG:Park Görünümlü

RCP 8.5 senaryosuna göre, yarı nemli iklim alanı yüzyılın sonuna kadar artan oranlarda sürekli genişlemiştir. Referans döneminde 80 km² bir alanda etkili iken 2016-2040 döneminde %7 oranında büyüme ile 85 km² alana genişlemiştir. 2041-2070 döneminde %52 büyüme ile 130 km², 2071-2099 döneminde ise %54 oranında değişim ile 200 km² alan kaplamıştır. Yarı nemli iklim alanı referans dönemi ile 2099 yılı arasında %149 oranında genişleme göstermiştir (Tablo 5.4). Nemli iklim alanı tüm dönemlerde artan oranlarda daralma göstermektedir. Referans döneminde 129 km² etki alanı olan nemli iklim 2016-2040 döneminde %5 değişim oranı ile 122 km² alana genişlemiştir. 2041-2070 döneminde %22 değişim oranı ile 95 km²'ye çekilmiştir. 2071-2099 döneminde %64 değişim oranı ile 35 km² olan nemli iklim, referans dönemi ile 2099 yılı arasında %73 oranında küçülmüştür (Tablo 5.4). Çok nemli iklim alanı 2040 yılına kadar genişlese de 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde önemli oranda daralmıştır. 2016-2040 döneminde %6 oranında genişleme ardından daralma sürecine girmiş, 2041-2070 döneminde %63 oranında daralma ile sahada etkisi neredeyse tamamen ortadan kalkmıştır (Tablo 5.4). Referans dönemi ile 2099 yılı arasındaki süreçte çok nemli iklim alanı %98 oranında küçülmüştür (Tablo 5.4).

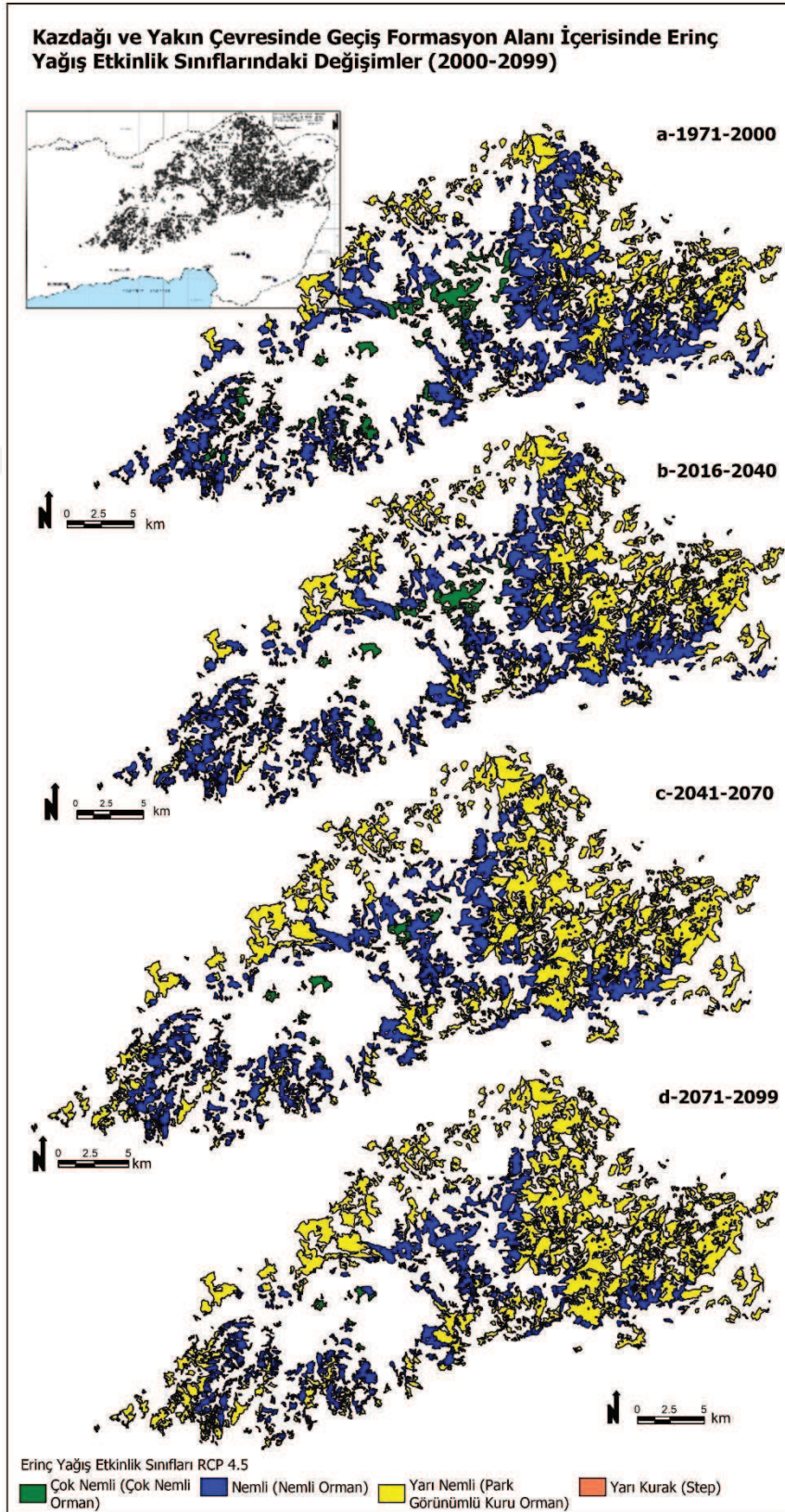
Tablo 5. 4: RCP 8.5 Senaryosu Geçiş Formasyonundaki Tüm Dönemler Erinç İklim Değişimi

| Erinç İklim Tipleri | Geçiş- RCP 8.5 | | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|------------------|
| | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O.% | Ref.-99 D.O.% |
| K/Çöl-Step | - | - | - | - | - | - | - | - |
| YK/Step | - | - | - | - | - | 0 | - | - |
| YN/PG Orman | 80 | 85 | 7 | 130 | 52 | 200 | 54 | 149 |
| N/N.Orman | 129 | 122 | -5 | 95 | -22 | 35 | -64 | -73 |
| ÇN/ÇN Orman | 26 | 28 | 6 | 10 | -63 | 1 | -94 | -98 |

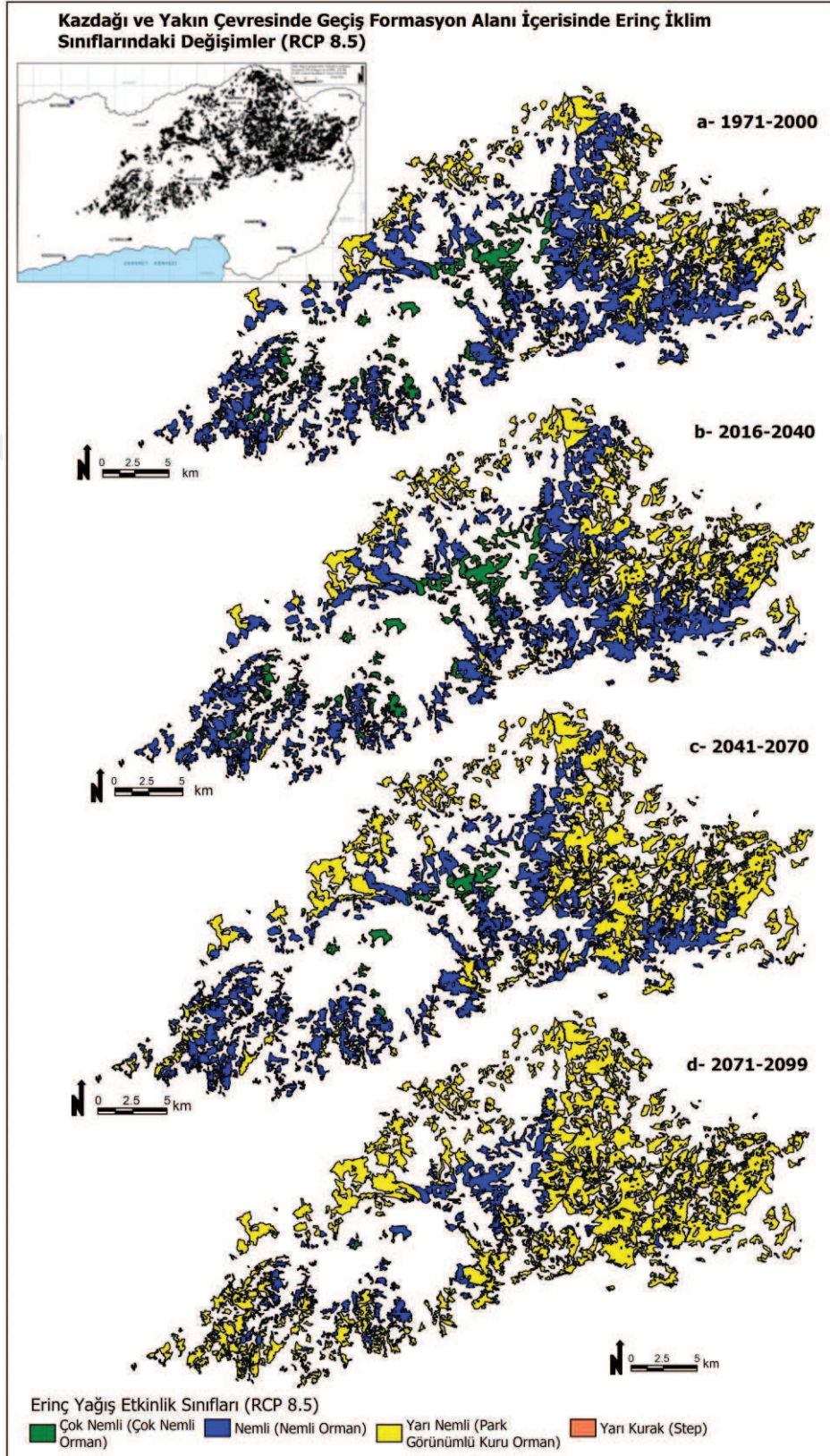
Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı; K:Kurak; YK:Yarı Kurak; YN:Yarı Nemli; N:Nemli; ÇN:Çok Nemli; PG:Park Görünümlü

RCP 4.5 senaryosuna göre Geçiş ağaç formasyon alanı içerisinde Erinç iklim tiplerindeki değişim haritasına göre 2071-2099 dönemine doğru çok nemli iklim alanının ortadan kalkıp yarı nemli iklim alanının genişlediği görülmektedir. İklim değişikliğine bağlı olarak araştırma alanında çok nemli orman alanı küçülürken park görünümlü kuru orman alanı genişlemektedir (Şekil 5.9). RCP 8.5 senaryosuna göre Geçiş ağaç formasyon alanı içerisinde Erinç iklim tiplerindeki değişim haritasına göre ise değişim önceki senaryo sonucu ile paralel olmakla birlikte daha belirgindir (Şekil 5.10).

Şekil 5. 9: Kazdağı ve Yakın Çevresinde Geçiş Formasyon Alanı İçerisinde Eriç İklim Sınıflarındaki Değişimler (RCP 4.5)



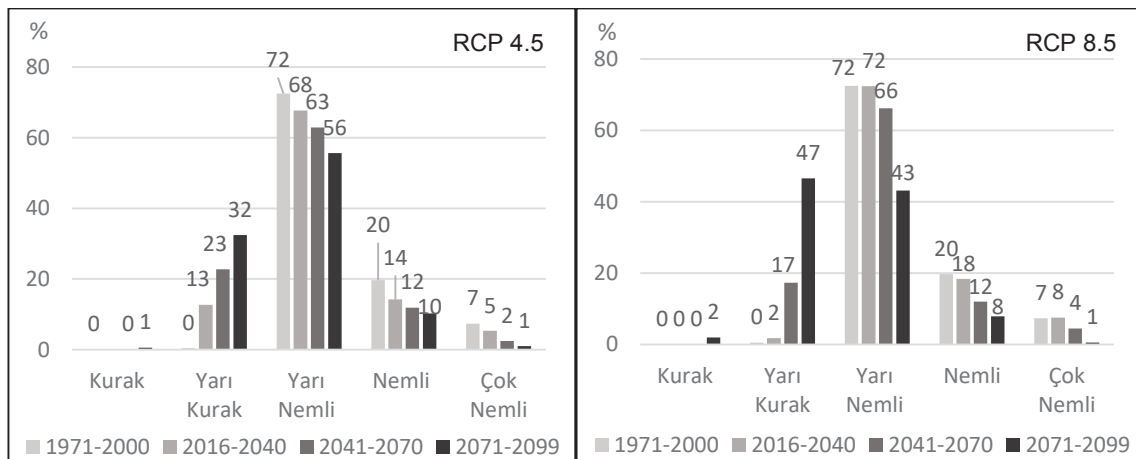
Şekil 5. 10: Kazdağı ve Yakın Çevresinde Geçiş Formasyon Alanı İçerisinde Erinç İklim Sınıflarındaki Değişimler (RCP 8.5)



Kurakçıl formasyon alanında RCP 4.5 senaryosuna göre, kurak iklim alanı sahada ihmal edilebilecek düzeydedir. Yarı kurak iklim alanı referans döneminde sahada bulunmazken, 2016-2040 döneminde %13, 2041-2070 döneminde %23 ve 2071-2099 döneminde %32 oranında genişlemiştir (Şekil 5.11). Yarı nemli iklim alanı dönemler sürecinde sürekli azalmıştır. Referans döneminde toplam alanın %72'sini kaplıyorken, sonraki dönemlerde sırasıyla %68, %63 ve %56 oranında alan kapladığı öngörülmektedir (Şekil 5.11). Nemli iklim alanı tüm dönemlerde sürekli daralmıştır. Referans döneminde sahada %20 oranında alan kaplıyorken, sonraki dönemlerde sırasıyla %14, %12, %10 seviyesine çekilmiştir. Çok nemli iklim alanı da küçülerek 2000-2099 yılları sürecinde %7'den etkisi neredeyse tamamen ortadan kalkmıştır (Şekil 5.11).

Kurakçıl formasyon alanında RCP 8.5 senaryosuna göre, kurak iklim alanı ihmal edilebilecek düzeydedir. Yarı kurak iklim alanı referans dönemi ve 2016-2040 döneminde ihmal edilebilecek düzeydeyken 2041-2070 döneminde %17, 2071-2099 döneminde ise %47 seviyesine genişlemiştir (Şekil 5.11). Yarı nemli iklim alanı referans dönemi ve 2016-2040 döneminde toplam alanın %72'sini kapsıyorken, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde sırasıyla %66 ve %43'e düşmüştür. Nemli iklim alanı ise referans döneminde %20 alan kaplıyorken sonraki dönemlerde daralarak sırasıyla %18, %12 ve %8 seviyelerine çekilmiştir. Çok nemli iklim alanı ilk iki dönemde %7 ve %8 alan kaplıyorken, 2041-2070 döneminde %4, 2071-2099 döneminde ise sahada genişliği %1'e düşmüştür (Şekil 5.11).

Şekil 5. 11: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyonda Tüm Dönemler için Değişimler (Erinç)



RCP 4.5 senaryosuna göre kurakçıl formasyonda kurak iklim alanı yalnızca 2071-2099 döneminde 8 km²'lik bir alanı etkilemektedir (Tablo 5.5). Yarı kurak iklim alanı referans dönemi ile 2016-2040 dönemi arasında %2572 değişim oranı ile 6 km²'den 172 km²'ye genişlemiştir. Daha sonraki dönemlerde oranlar azalsa da genişleme devam etmiştir (Şekil 5.14). Referans dönemi ile 2099 yılı arasındaki süreçte yarı kurak iklim alanı %6720

oranında genişlemiştir (Tablo 5.5). Yarı nemli iklim alanında dönemler arasındaki değişimlerde önemli fark görünmemektedir. Son iki dönemde %7 ve %11 oranlarında daralma ve 2000-2099 yılları arasındaki süreçte %23 daralma öngörülmüştür (Tablo 5.5). Nemli iklim alanında değişim yüzdeleri dönemler içerisinde azalmakla birlikte alansal olarak daralma görülmektedir. Nemli iklim alanı, referans dönem ile 2099 yılı arasında %48 oranında küçülmüştür (Tablo 5.5). Çok nemli iklim alanı tüm dönemlerde daralmıştır. Alansal daralma 2071-2099 döneminde %57 oranında; 2000-2099 döneminde ise %85 oranında öngörülmüştür (Tablo 5.5).

Tablo 5. 5: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyondaki Tüm Dönemler Erinç İklim Değişimi (Erinç – RCP 4.5)

| Kurakçıl- RCP 4.5 | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Erinç İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| K/Çöl-Step | - | - | - | - | - | 8 | - | - |
| YK/Step | 6 | 172 | 2572 | 307 | 79 | 438 | 43 | 6720 |
| YN/PG Orman | 977 | 913 | -7 | 848 | -7 | 750 | -11 | -23 |
| N/N.Orman | 266 | 192 | -28 | 160 | -17 | 138 | -14 | -48 |
| ÇN/ÇN Orman | 99 | 72 | -27 | 34 | -53 | 14 | -57 | -85 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı; K:Kurak; YK:Yarı Kurak; YN:Yarı Nemli; N:Nemli; ÇN:Çok Nemli; PG:Park Görünümlü

RCP 8.5 senaryosuna göre, kurakçıl formasyonda kurak ve yarı kurak iklim alanları genişlerken yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanları daralmaktadır. Dönemler içerisinde değişim oranlarının yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanları için 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde arttığı; yarı kurak iklim alanında ise 2041-2070 döneminde (%904) görülmektedir. Referans dönemi ile 2099 yılları arasında yarı kurak iklim alanının %2536 oranında genişlediği; yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanlarının sırasıyla %104, %113 ve %189 oranlarında daraldığı öngörülmektedir (Tablo 5.6).

Tablo 5. 6: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyondaki Tüm Dönemler Erinç İklim Değişimi (Erinç – RCP 8.5)

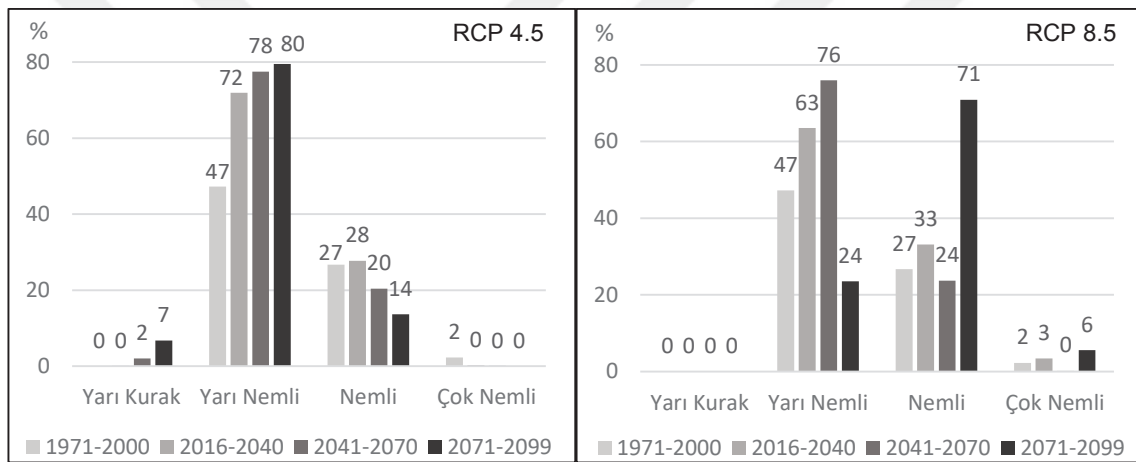
| Kurakçıl- RCP 8.5 | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Erinç İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| K/Çöl-Step | - | - | - | - | - | 26 | - | - |
| YK/Step | 6 | 23 | 261 | 233 | 904 | 627 | 169 | 2536 |
| YN/PG Orman | 977 | 976 | 0 | 893 | -9 | 582 | -35 | -104 |
| N/N.Orman | 266 | 247 | -7 | 162 | -34 | 106 | -35 | -113 |
| ÇN/ÇN Orman | 99 | 102 | 3 | 61 | -40 | 7 | -88 | -189 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı; K:Kurak; YK:Yarı Kurak; YN:Yarı Nemli; N:Nemli; ÇN:Çok Nemli; PG:Park Görünümlü

Saf meşe formasyonunda RCP 4.5 senaryosuna göre Erinç sınıflandırmasında yarı kurak iklim alanı son iki dönemde genişlemeye başlamıştır (Şekil 5.8). Yarı nemli iklim alanı oransal olarak referans döneminde %47 alan kaplıyorken, 2071-2099 döneminde %80

seviyesine genişlemiştir. Nemli iklim alanının toplam alana oranı 2016-2040 dönemine kadar artmış, sonraki dönemlerde %14 seviyesine kadar gerilemiştir. Çok nemli iklim alanının referans döneminde %2 oranındaki etki alanı sonraki dönemlerde tamamen ortadan kalkmıştır (Şekil 5.8). RCP 8.5 senaryosuna göre yarı kurak iklim alanı sahada görülmemektedir. Yarı nemli iklim alanı referans dönemden itibaren (%47) 2041-2070 dönemine kadar %76 oranına kadar genişlemiştir. 2071-2099 döneminde toplam sahanın%24'üne çekilmiştir (Şekil 5.8). Nemli iklim alanı ilk üç dönemde önemli seviyede değişmezken 2071-2099 döneminde araştırma alanının %71'ine genişlemiştir. Çok nemli iklim etkisi 2041-2070 döneminde sahada ortadan kalkmış ancak diğer dönemlerde çok az da olsa etkisi görülmektedir (Şekil 5.8).

Şekil 5. 12: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (Erinç)



Saf meşe formasyonunda Erinç iklim sınıflarının tüm dönemlerdeki değişim çizelgesine göre (RCP 4.5), yarı kurak ve yarı nemli iklim alanlarının genişlediği, nemli ve çok nemli iklim alanlarının daraldığı öngörülmektedir. Sahada kurak iklim etkisi bulunmamaktadır. Yarı kurak iklim alanı 2041-2070 döneminde sahada gelişmeye başlamış, son dönemde 3 km² 'lik bir alana yayılmıştır. Yarı nemli iklim alanında değişim oranı dönemler sürecinde sürekli azalsa da alansal olarak genişleme öngörülmüştür (Tablo 5.7). Nemli iklim alanı dönemler sürecinde %21, %26 ve %33 oranlarında daralmıştır. Nemli iklim alanı 2000-2099 sürecinde %61 oranında küçülmüştür (Tablo 5.7). Çok nemli iklim alanı referans döneminde 1.1 km² alanda etkili iken hemen sonraki dönemlerde ortadan kalkmıştır (Tablo 5.7).

Tablo 5. 7: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Erinç)

| Saf Meşe- RCP 4.5 | | | | | | | | |
|--|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Erinç İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| K/Çöl-Step | - | - | - | - | - | - | - | - |
| YK/Step | - | - | - | 1 | - | 3 | 238 | - |
| YN/PG Orman | 23.1 | 27 | 16 | 29 | 8 | 30 | 3 | 28 |
| N/N.Orman | 13.0 | 10 | -21 | 8 | -26 | 5 | -33 | -61 |
| ÇN/ÇN Orman | 1.1 | 0 | -90 | 0 | -73 | 0 | -100 | -100 |
| Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı; K:Kurak; YK:Yarı Kurak; YN:Yarı Nemli; N:Nemli; ÇN:Çok Nemli; PG:Park Görünümlü | | | | | | | | |

Saf Meşe formasyonunda Erinç iklim sınıflarının tüm dönemlerdeki değişim çizelgesine göre (RCP 8.5), sahada kurak ve yarı kurak iklim alanı bulunmamaktadır. Yarı nemli iklim alanında değişim oranı 2041-2070 dönemine kadar artmış ve alansal olarak genişlemiştir; ancak 2071-2099 döneminde %69 oranında bir değişim ile alansal olarak daralmıştır. Yarı kurak iklim alanı 2000-2099 sürecinde %62 oranında küçülmüştür (Tablo 5.8). Nemli iklim alanında 2041-2070 dönemine kadar daralma yönünde değişim 2071-2099 döneminde %199 değişim oranı ile genişleme sürecine girmiştir. Nemli iklim 2000-2099 sürecinde %102 oranında büyümüştür (Tablo 5.8). Çok nemli iklim alanı sahada çok az alan kaplamakla birlikte 2071-2099 döneminde 2.1 km² alanda etkisi öngörülmektedir. Çok nemli iklim alanı 2000-2099 sürecinde %88 oranında bir alana genişlemiştir (Tablo 5.8).

Tablo 5. 8: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Erinç)

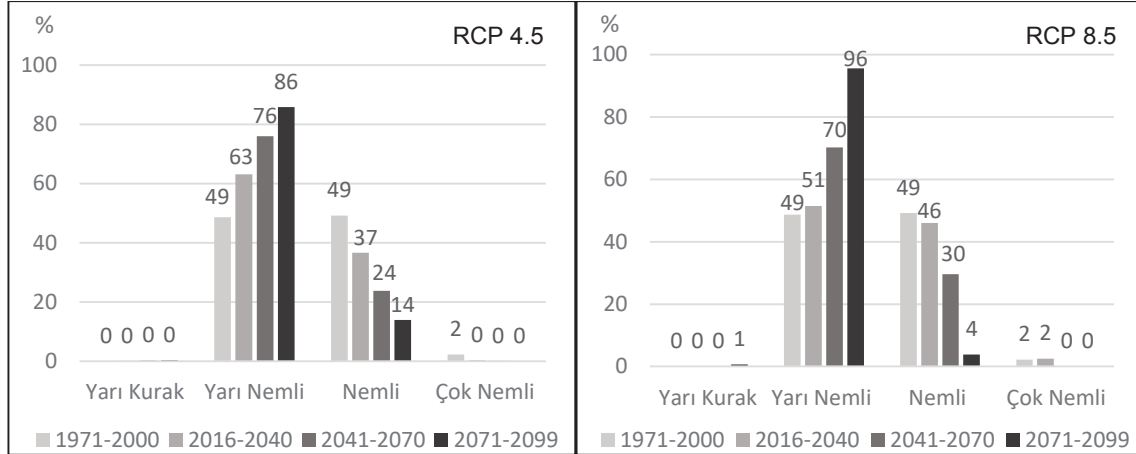
| Saf Meşe- RCP 8.5 | | | | | | | | |
|--|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Erinç İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| K/Çöl-Step | - | - | - | - | - | - | - | - |
| YK/Step | - | - | - | - | - | - | - | - |
| YN/PG Orman | 23.1 | 23.6 | 2 | 28.3 | 20 | 8.8 | -69 | -62 |
| N/N.Orman | 13.0 | 12.3 | -5 | 8.8 | -28 | 26.4 | 199 | 102 |
| ÇN/ÇN Orman | 1.1 | 1.3 | 13 | 0.1 | -94 | 2.1 | 2811 | 88 |
| Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı; K:Kurak; YK:Yarı Kurak; YN:Yarı Nemli; N:Nemli; ÇN:Çok Nemli; PG:Park Görünümlü | | | | | | | | |

Karışık meşe formasyonunda Erinç iklim sınıflarının senaryolara göre değişimi grafiklerinde, RCP 4.5 senaryosuna göre sahada yarı kurak ve çok nemli iklim alanlarının etkisi ve değişim oranları ihmal edilecek düzeydedir (Tablo 5.9). yarı nemli iklim alanında değişim oranı dönemler sürecinde sürekli artmış, nemli iklim alanı ise azalmıştır. Yarı nemli iklim alanı referans döneminde %49 oranında bir alan kaplıyorken, 2071-2099 döneminde %86 oranında bir alana genişlemiştir (Tablo 5.9). Nemli iklim alanı referans döneminde %49 oranında alan kaplıyorken, 2071-2099 döneminde %14 oranında bir alana çekilmiştir (Tablo 5.9).

Karışık meşe formasyonunda Erinç iklim sınıflarının senaryolara göre değişim grafiklerinde, RCP 8.5 senaryosuna göre sahada yarı kurak ve çok nemli iklim alanları ve değişim oranları ihmal edilebilecek düzeydedir. Yarı nemli iklim alanı referans döneminde

%49 oranında alan kaplıyorken, 2071-2099 döneminde kapladığı alan toplam alanın %96'sına genişlemiştir. Nemli iklim alanı referans döneminde %49 oranında bir alan kaplıyorken dönemler sürecinde daralarak 2071-2099 döneminde önemli oranda düşmüş ve %4'e çekilmiştir (Şekil 5.13).

Şekil 5. 13: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (Erinç)



Karışık meşe formasyonunda RCP 4.5 senaryosuna göre, Erinç iklim sınıflarının tüm dönemlerindeki değişim çizelgesinde, kurak iklim alanının sahada hiçbir dönemde etkisinin olmadığı görülmektedir (Tablo 5.9). Yarı Kurak iklim alanı 2071-2099 döneminde %73 oranında genişlese de sahadaki etki alanı tüm dönemlerde ihmal edilebilecek düzeyde küçüktür (Tablo 5.9). Yarı Nemli iklim alanı tüm dönemlerde değişim oranı azalsa da alan kazanmıştır. Referans döneminde 36.3 km² alan kaplarken, 2071-2099 döneminde %73 oranı ile 64 km² alana genişlemiştir. Yarı nemli iklim alanı 2000-2099 sürecinde sahadaki %76 oranında genişlemiştir (Tablo 5.9). Nemli iklim alanı tüm dönemlerde artan oranda alan kaybetmiştir. 2071-2099 döneminde %42 değişim oranı ile 10.4 km² alana çekilmiştir. Nemli iklim alanı 2000-2099 sürecinde %72 oranında küçülmüştür (Tablo 5.9). Çok nemli iklim alanı referans döneminde 1.6 km²'lik bir etki alanına sahipken, 2016-2040 döneminde %88 oranında daralmış sonraki dönemlerde de sahadaki etkisi ortadan kalkmıştır (Tablo 5.9).

Tablo 5. 9: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Erinç-RCP 4.5)

| Karışık Meşe- RCP 4.5 | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Erinç İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| K/Çöl-Step | - | - | - | - | - | - | - | - |
| YK/Step | - | 0.0 | - | 0.1 | - | 0.2 | 73 | - |
| YN/PG Orman | 36.3 | 47.1 | 30 | 56.7 | 20 | 64.0 | 13 | 76 |
| N/N.Orman | 36.6 | 27.3 | -26 | 17.7 | -35 | 10.4 | -42 | -72 |
| ÇN/ÇN Orman | 1.6 | 0.2 | -88 | 0.0 | -87 | - | - | - |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı; K:Kurak; YK:Yarı Kurak; YN:Yarı Nemli; N:Nemli; ÇN:Çok Nemli; PG:Park Görünümlü

Karışık meşe formasyonunda RCP 8.5 senaryosuna göre, Erinç iklim sınıflarının tüm dönemlerdeki değişim çizelgesinde kurak iklim alanının sahada etkili olmadığı görülmektedir. Yarı kurak iklim alanı ise son iki dönemde sahada etkili olmaya başlasa da alansal olarak ihmal edilecek düzeydedir (Tablo 5.10). Yarı nemli iklim alanı tüm dönemlerde genişlemiştir. 2000-2099 sürecinde yarı nemli iklim alanı %96 oranında büyümüştür. Nemli iklim alanında artan değişim oranlarında daralma gözlenmektedir (Tablo 5.10). 2041-2070 döneminde %36 oranında küçülmüşken, 2071-2099 döneminde bu oran %87'ye yükselmiştir. 2000-2099 sürecinde nemli iklim alanı %92 küçülmüştür (Tablo 5.10). Çok nemli iklim alanı referans dönemi ve ilk dönemde küçük bir alanda etkili iken, sonraki dönemlerde etkisi ortadan kalkmıştır (Tablo 5.10).

Tablo 5. 10: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Erinç-RCP 8.5)

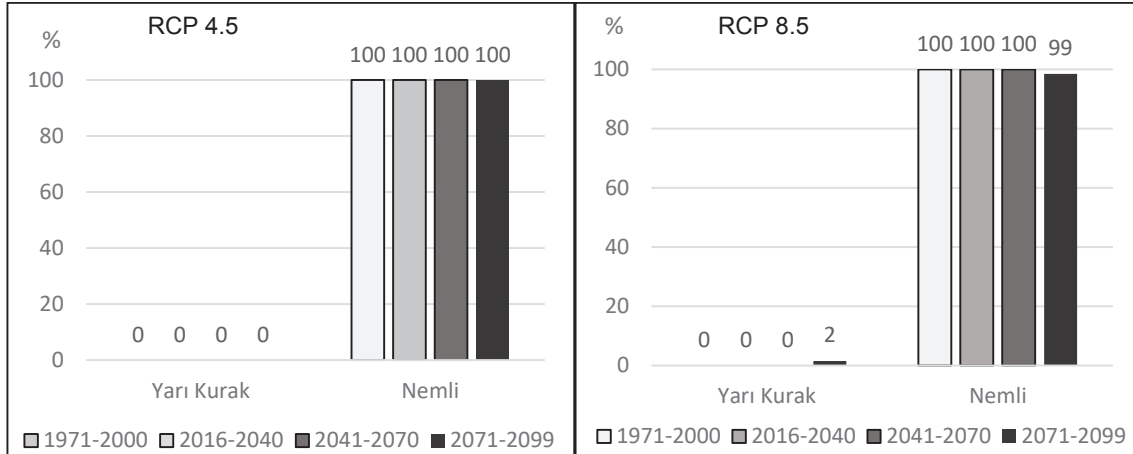
| Karışık Meşe- RCP 8.5 | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Erinç İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| K/Çöl-Step | - | - | - | - | - | - | - | - |
| YK/Step | 0 | - | - | 0.1 | - | 0.5 | 730 | - |
| YN/PG Orman | 36.3 | 38.4 | 6 | 52.4 | 37 | 71.2 | 36 | 96 |
| N/N.Orman | 36.6 | 34.3 | -6 | 22.1 | -36 | 2.9 | -87 | -92 |
| ÇN/ÇN Orman | 1.6 | 1.9 | 14 | 0.1 | -96 | - | - | - |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı; K:Kurak; YK:Yarı Kurak; YN:Yarı Nemli; N:Nemli; ÇN:Çok Nemli; PG:Park Görünümlü

5.3.2 De-Martonne

De-Martonne iklim sınıflandırması ve RCP 4.5 senaryosuna göre, nemcil formasyon alanında yarı kurak iklim alanı bulunmamaktadır. RCP 8.5 senaryosuna göre ise 2071-2099 döneminde %2 oranında bir alan kaplamıştır (Şekil 5.14). Nemli iklim alanının her iki senaryo için de nemcil formasyon alanının neredeyse tamamını kapladığı öngörülmektedir (Şekil 5.14).

Şekil 5. 14: Senaryolara Göre Nemcil Formasyonda Tüm Dönemler için Değişimler (De-Martonne)



Nemcil formasyonda RCP 4.5 senaryosuna göre 48 km² ile tüm dönemlerde nemli iklim etkilidir (Tablo 5.11).

Tablo 5. 11: Senaryolara Göre Nemcil Formasyonda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 4.5)

| Nemcil- RCP 4.5 | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| De-Martonne İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Kurak | 0.0 | 0.0 | - | 0.0 | - | 0.0 | - | - |
| Az Kurak | 0.0 | 0.0 | - | 0.0 | - | 0.0 | - | - |
| Yarı Kurak | 0.0 | 0.0 | - | 0.0 | - | 0.0 | - | - |
| Nemli İklim | 48.8 | 48.8 | - | 48.8 | - | 48.8 | - | - |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Nemcil formasyonda RCP 8.5 senaryosuna göre 2071-2099 döneminde yarı kurak iklim 0.7 km² genişlerken, nemli iklim yaklaşık %1 oranında daralmıştır (Tablo 5.12).

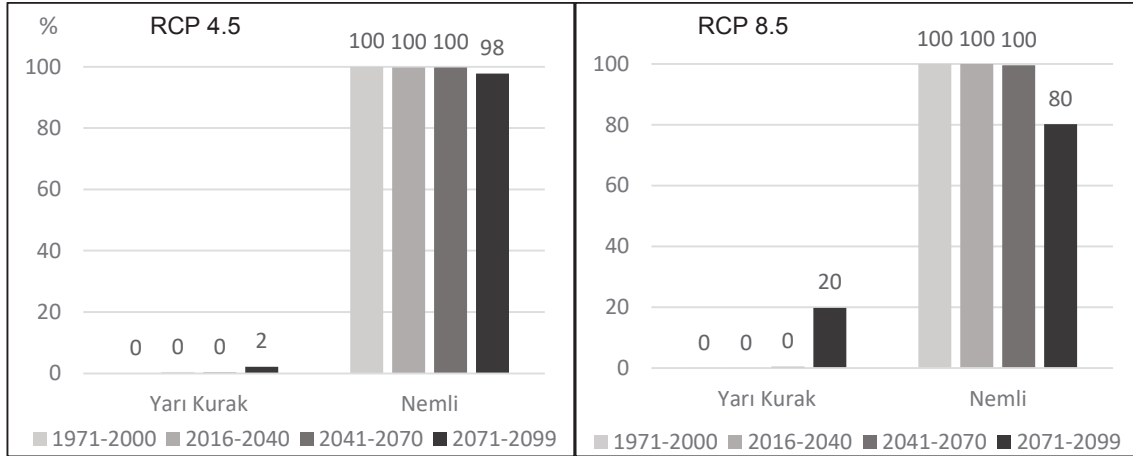
Tablo 5. 12: Senaryolara Göre Nemcil Formasyonda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 8.5)

| Nemcil- RCP 8.5 | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| De-Martonne İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Az Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Yarı Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0.7 | 149 | 149 |
| Nemli İklim | 48.8 | 48.8 | 0 | 48.8 | 0 | 48.1 | -1 | -1 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Geçiş formasyonunda RCP 4.5 senaryosuna göre, alanın hemen tümünde nemli iklim etkilidir (Şekil 5.15). Yarı kurak iklim alanı 2071-2099 döneminde %2 seviyesinde genişlemiştir. RCP 8.5 senaryosuna göre ise, yine bu formasyon alanında nemli iklim hakimken yarı kurak iklim alanında 2071-2099 döneminde %20 oranında bir alansal genişleme öngörülmüş, nemli iklim alanı da aynı dönemlerde %80 seviyesine çekilmiştir (Şekil 5.15).

Şekil 5. 15: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (De-Martonne)



Geçiş formasyon alanında RCP 4.5 senaryosuna göre, 2041-2070 döneminin sonuna kadar nemli iklim hakimdir. Ancak 2071-2099 döneminde nemli iklim alanı küçük oranda daralmış, yarı kurak iklim alanı ise 5.2 km² 'ye genişlemiştir. Nemli iklim alanı bu formasyon alanı içerisinde 2000-2099 sürecinde %2 küçülmüştür (Tablo 5.13).

Tablo 5. 13: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 4.5)

| Geçiş- RCP 4.5 | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| DE-Martonne İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Az Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Yarı Kurak | 0.0 | 0 | - | 0.7 | 135 | 5.2 | 648 | 2769274 |
| Nemli İklim | 235.5 | 235.5 | 0 | 234.8 | 0 | 230.3 | -2 | -2 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Geçiş formasyon alanında RCP 8.5 senaryosuna göre, 2016-2040 döneminin sonuna kadar nemli iklim alanı etkiliyken, 2041-2070 dönemiyle birlikte, nemli iklim alanı daralarak 2071-2099 döneminde 188.9 km²'ye çekilmiş, yarı kurak iklim alanı ise 46.6 km²'lik alana genişlemiştir (Tablo 5.14).

Tablo 5. 14: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 8.5)

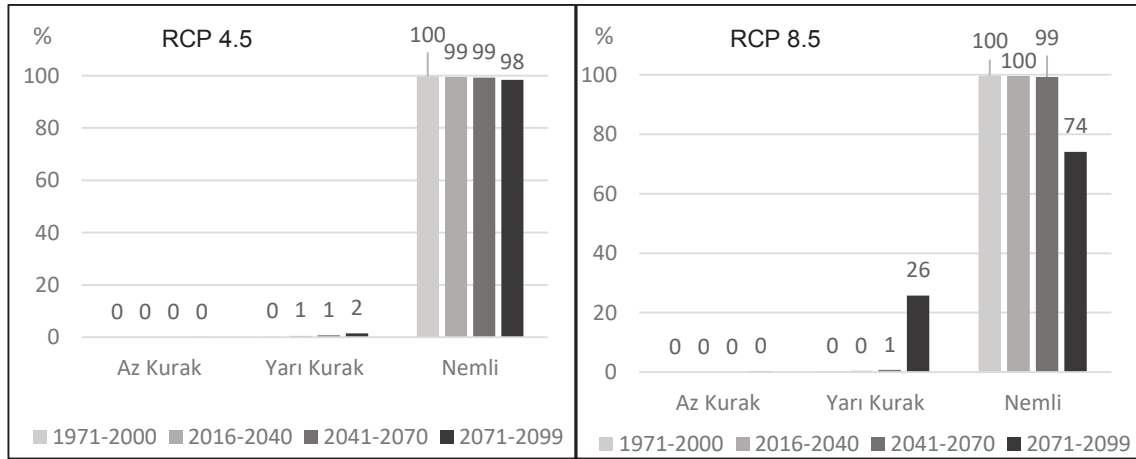
| Geçiş- RCP 8.5 | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| De-Martonne İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Az Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Yarı Kurak | 0 | 0 | 0 | 0.9 | - | 46.6 | 4871 | 58829487 |
| Nemli İklim | 235.5 | 235.5 | 0 | 234.5 | 0 | 188.9 | -19 | -20 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Karışık meşe formasyon alanında De-Martonne iklim sınıflarının alanlarında her iki senaryoya göre öngörülen değişiklikler incelendiğinde, RCP 4.5 senaryosuna göre,

dönemlerin hemen tümünde nemli iklimin etkili olduğu, yarı kurak iklimin de etkili olmaya başladığı ancak bunun tüm dönemlerde ihmal edilebilecek seviyede olduğu görülmektedir. RCP 8.5 senaryosuna göre ise nemli iklim alanı 2071-2099 döneminde toplam alanın %74'üne çekilirken, yarı kurak iklim alanı aynı dönemde toplam alanın %26'sı oranında genişlemiştir (Şekil 5.16).

Şekil 5. 16: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (De-Martonne)



Karışık meşe formasyonunda De-Martonne iklim sınıflarındaki alansal değişim oranları incelendiğinde, RCP 4.5 senaryosuna göre, sahada, kurak iklim etkisi 2071-2099 döneminde gelişmeye başlamıştır. Az kurak iklim etkisi ihmal edilecek düzeydedir. Yarı kurak iklim alanı 2000-2099 sürecinde 2 km² genişlemiştir (Tablo 5.15). Nemli iklim alanında dönemler sürecinde ihmal edilebilecek oranlarda değişiklikler görülmektedir. 2000-2099 sürecinde, nemli iklimin %1 oranında daraldığı öngörülmüştür (Tablo 5.15).

Tablo 5. 15: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 4.5)

| De-Martonne İklim Tipleri | Karışık Meşe- RCP 4.5 | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|-------------|---------------|
| | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O.% | Ref.-99 D.O.% |
| Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0.9 | 1900 | 1900 |
| Az Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0.0 | - | - |
| Yarı Kurak | 0.2 | 0.4 | 77 | 0.5 | 32 | 1.2 | 111 | 394 |
| Nemli İklim | 74.3 | 74.1 | -0.2 | 74.0 | -0.2 | 73.4 | -1 | -1 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Karışık meşe formasyonunda RCP 8.5 senaryosuna göre, yarı kurak iklim alanı tüm dönemlerde genişlemiş, 2071-2099 döneminde 19.2 km² alana genişlemiştir. Nemli iklim alanı ise 2071-2099 döneminde 55.2 km²'ye çekilerek %25 oranında daralmıştır. Karışık meşe formasyonunda nemli iklim alanı 2000-2099 sürecinde %26 oranında küçülmüştür (Tablo 5.16).

Tablo 5. 16: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 8.5)

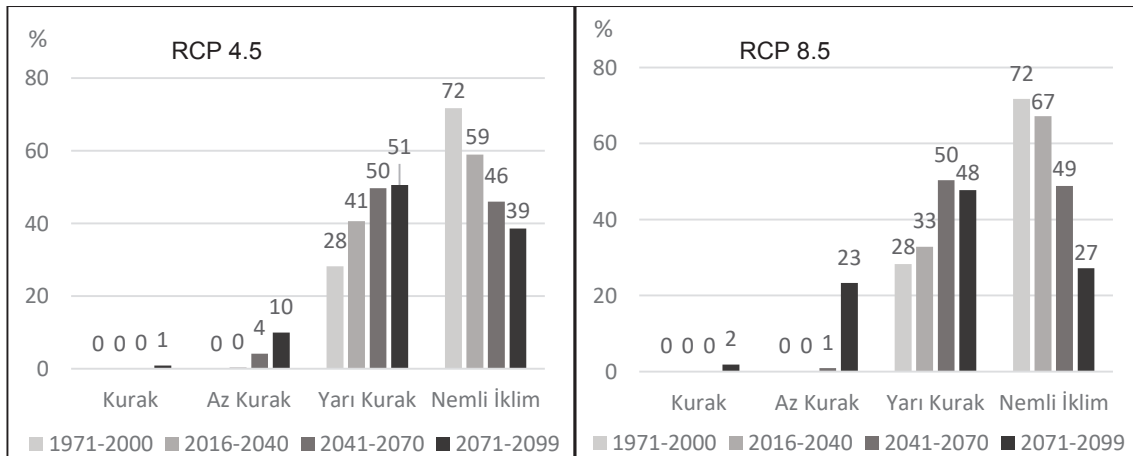
| De-Martonne İklim Tipleri | Karışık Meşe- RCP 8.5 | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|-------------|---------------|
| | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O.% | Ref.-99 D.O.% |
| Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Az Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0.2 | - | - |
| Yarı Kurak | 0.2 | 0.3 | 27 | 0.5 | 78 | 19.2 | 3514 | 8083 |
| Nemli İklim | 74.3 | 74.3 | 0 | 74.0 | -0.3 | 55.2 | -25 | -26 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Kurakçıl formasyonda RCP 4.5 senaryosuna göre, yarı kurak ve nemli iklim alanı sahada önemli oranlarda etkilidir (Şekil 5.17). Kurak iklim alanı ise 2071-2099 döneminde etkili olmaya başlamıştır. Az kurak iklim alanı 2041-2070 döneminde %4 alan kaplıyorken, 2071-2099 döneminde bu oran %10'a yükselmiştir. Yarı kurak iklim alanı dönemler sürecinde sürekli genişlemiştir (Şekil 5.17). Referans döneminde %28 oranında alan kaplıyorken, sonraki dönemlerde genişleyerek %41, %50 ve %51 seviyelerine genişlemiştir (Şekil 5.17). Nemli iklim alanı ise dönemler sürecinde sürekli küçülmüştür. Referans döneminde %72 alan kaplıyorken, sonraki dönemlerde %59, %46 ve 2071-2099 döneminde %39'a çekilmiştir.

Kurakçıl formasyonda RCP 8.5 senaryo sonuçlarına göre, sahada etkili olan iklim sınıfları yarı kurak ve nemli iklim'dir (Şekil 5.17). Kurak ve yarı kurak iklim alanları ilk üç dönemde ihmal edilebilir düzeydedir. Ancak 2071-2099 döneminde az kurak iklim alanının toplam alan içindeki oranı %1'den %23'e çıkmıştır (Şekil 5.17). Yarı kurak iklim alanı kurakçıl formasyon alanı içinde 2041-2070 dönemine kadar sürekli artarak %28'den %50'ye çıkmıştır. Ancak 2071-2099 döneminde daralma sürecine girmiştir (Şekil 5.17). Nemli iklim alanı tüm dönemler sürecinde sürekli daralmıştır. Referans döneminde toplam alanın %72'si oranında alan kaplıyorken, 2016-2040 döneminde %67, 2041-2070 döneminde %49 ve 2071-2099 döneminde %27'ye çekilerek alan kaybetmiştir (Şekil 5.17).

Şekil 5. 17: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyonda Tüm Dönemler için Değişimler (De-Martonne)



Kurakçıl formasyon alanında RCP 4.5 senaryosuna göre, kurak iklim alanının küçük bir alanda etkili olacağı beklenmektedir (Tablo 5.17). Az kurak iklim alanının 2041-2070 döneminde %941 değişim oranı ile 4.2 km²; 2071-2099 döneminde ise 10 km²'lik bir sahada etkili olacağı öngörülmüştür. Yarı kurak iklim alanının dönemler sürecinde değişim oranı daralırken alansal olarak sürekli genişlemiştir (Tablo 5.17). Yarı kurak iklim alanı ilk iki dönemde %44 değişim oranı ile 40.7 km² alan kaplıyorken, 2071-2099 döneminde 50.6 km² alana genişlemiştir. 2000-2099 döneminde yarı kurak iklim alanı %79 oranında büyümüştür (Tablo 5.17). Nemli iklim alanı dönemler sürecinde sırasıyla %18, %22 ve %16 oranında alan kaybetmiştir. Nemli iklim alanı 2000-2099 sürecinde %46 oranında küçülmüştür (Tablo 5.17).

Tablo 5. 17: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyonunda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne)

| Kurakçıl- RCP 4.5 | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| De-Martonne İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Kurak | 0 | 0 | - | 0.1 | 60 | 0.9 | 1147 | 1900 |
| Az Kurak | 0 | 0.4 | - | 4.2 | 941 | 10.0 | 139 | 22702 |
| Yarı Kurak | 28.3 | 40.7 | 44 | 49.7 | 22 | 50.6 | 2 | 79 |
| Nemli İklim | 71.7 | 58.9 | -18 | 46.0 | -22 | 38.6 | -16 | -46 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Kurakçıl formasyon alanında RCP 8.5 senaryosuna göre, kurak iklim alanı 2071-2099 döneminde etkili olmaya başlamıştır. Az kurak iklim alanı 2041-2070 döneminde 1 km² alan kaplıyorken, 2071-2099 döneminde 23 km²'lik alana genişlemiştir. Yarı kurak iklim alanı ilk dönem %16 değişim oranı ile genişlemiş, 2041-2070 döneminde %53 değişim oranı ile 28 km²'den 50 km²'ye genişlemiş; ancak 2071-2099 döneminde %5 değişim oranı ile daralarak 48 km² alana daralmıştır. 2000-2099 sürecinde yarı kurak iklim alanı %69 oranında büyümüştür (Tablo 5.18). Tüm dönemler sürecinde nemli iklim alanı %6, %27 ve %44 değişim oranları ile kurakçıl formasyon alanında sürekli daralmıştır. Referans döneminde 72 km² olan nemli iklim alanı 2071-2099 döneminde 27 km²'ye çekilmiştir. 2000-2099 sürecinde, kurakçıl formasyon alanı içindeki nemli iklim alanı %62 oranında küçülmüştür (Tablo 5.18).

Tablo 5. 18: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne)

| Kurakçıl- RCP 8.5 | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| De-Martonne İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 2 | 4048 | 4048 |
| Az Kurak | 0 | 0 | - | 1 | - | 23 | 2566 | 52985 |
| Yarı Kurak | 28 | 33 | 16 | 50 | 53 | 48 | -5 | 69 |
| Nemli İklim | 72 | 67 | -6 | 49 | -27 | 27 | -44 | -62 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

%98 değişim oranında bir daralma ile 0.2 km² 'ye çekilerek etkisinin tamamen ortadan kalktığı öngörülmüştür (Tablo 5.19). Saf meşe formasyon alanında etkili olan yarı kurak iklim alanı 2000-2099 sürecinde %87 oranında küçülmüştür (Tablo 5.19). Nemli iklim alanı, tüm dönemlerde artan oranlarda değişiklik göstermektedir. 2016-2040 dönemi sonunda nemli iklim alanı %7 oranında, 2041-2070 döneminde %18 oranında ve 2071-2099 döneminde %55 oranında daralmıştır. Saf meşe formasyon alanı içerisinde referans döneminde 35.8 km² alan kaplayan nemli iklim, 2071-2099 döneminde 12.4 km²'ye çekilmiştir. 2000-2099 sürecinde saf meşe formasyon alanı içerisindeki nemli iklim alanı %65 oranında küçülmüştür (Tablo 5.19).

Tablo 5. 19: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 4.5)

| De-Martonne İklim Tipleri | Saf Meşe- RCP 4.5 | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0.0 | - | - |
| Az Kurak | 0 | 0 | - | 0.1 | - | 24.7 | 41695 | - |
| Yarı Kurak | 1.4 | 3.8 | 173 | 9.7 | 157 | 0.2 | -98 | -87 |
| Nemli İklim | 35.8 | 33.4 | -7 | 27.4 | -18 | 12.4 | -55 | -65 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

RCP 8.5 senaryosuna göre, saf meşe formasyon alanında az kurak iklim'in, kapladığı 1.1 km² alan ile 2071-2099 döneminde etkili olmaya başladığı öngörülmektedir (Tablo 5.20). Yarı kurak iklim alanının değişim oranı, 2041-2070 dönemine kadar artmış, son dönemde azalmıştır. Referans döneminde 1.4 km² alan kaplayan yarı kurak iklim alanının 2071-2099 dönemine gelindiğinde 18.9 km² alan kapladığı öngörülmüştür. 2000-2099 sürecinde yarı kurak iklim alanı, saf meşe formasyon alanı içerisinde %1257 oranında genişlemiştir (Tablo 5.20). Artan oranda bir değişim ile nemli iklim alanı yüzyılın sonuna doğru önemli oranda daralmıştır. Saf meşe formasyonu içerisinde nemli iklim alanı, 2071-2099 döneminde %38 oranında; 2000-2099 sürecinde ise %52 oranında küçülmüştür (Tablo 5.20).

Tablo 5. 20: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (De-Martonne-RCP 8.5)

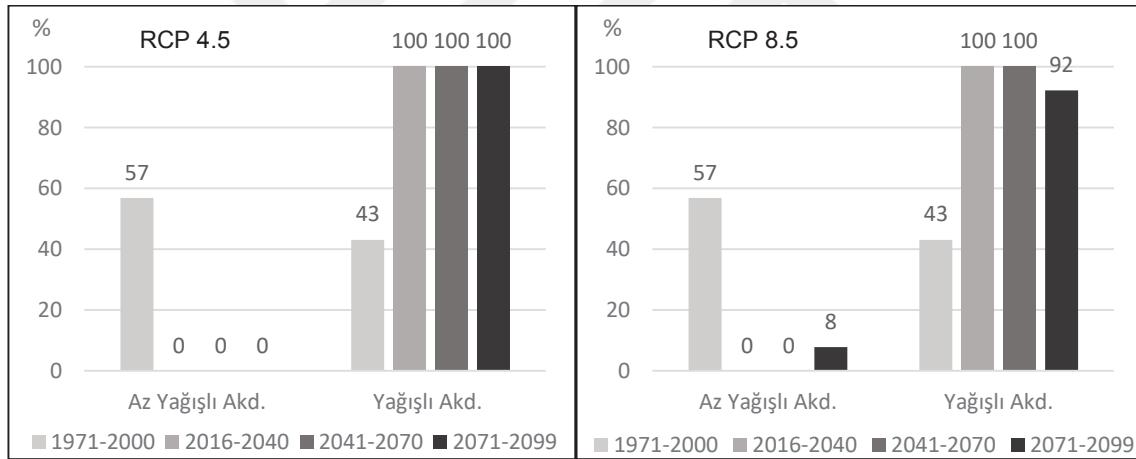
| De-Martonne İklim Tipleri | Saf Meşe- RCP 8.5 | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Kurak | 0 | 0 | - | 0 | - | 0.0 | - | - |
| Az Kurak | 0.0 | 0 | - | 0.0 | - | 1.1 | - | - |
| Yarı Kurak | 1.4 | 2.2 | 61 | 9.7 | 335 | 18.9 | 96 | 1267 |
| Nemli İklim | 35.8 | 35.0 | -2 | 27.6 | -21 | 17.2 | -38 | -52 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

5.3.3 Emberger

Emberger iklim sınıflandırmasına göre nemcil formasyon alanı içerisinde her iki senaryoya göre de yağışlı iklim alanı hakimdir (Şekil 5.19). RCP 4.5 senaryosuna göre, nemcil formasyon alanı içerisinde, az yağışlı Akdeniz iklimi, referans döneminde %57 alan kaplıyorken, sonraki dönemlerde az yağışlı Akdeniz ikliminin etkisi tamamen ortadan kalkmıştır (Şekil 5.19). Yağışlı Akdeniz iklimi ise referans döneminde nemcil formasyon alanı içerisinde %43 alan kaplıyorken, 2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde kapladığı alan genişleyerek oranı %100'e yükselmiştir. RCP 8.5 senaryosuna göre, az yağışlı Akdeniz iklimi referans döneminde %57 alan kaplıyorken, 2071-2099 döneminde kapladığı alan, nemcil formasyon alanı içerisinde %8'e düşmüştür. Yağışlı Akdeniz iklimi ise referans döneminde %43 oranında alan kaplıyorken, ikinci ve üçüncü dönemlerde %100'e yükselmiş; ancak, 2071-2099 döneminde nemcil formasyon içerisinde kapladığı alan %92'ye düşmüştür (Şekil 5.19).

Şekil 5. 19: Senaryolara Göre Nemcil Formasyonda Tüm Dönemler için Değişimler (Emberger)



Nemcil formasyon alanında RCP 4.5 senaryosuna göre, referans dönemi ile 2016-2040 dönemi sonunda az yağışlı Akdeniz iklim alanının %100 değişim oranı ile 57 km²'lik etki alanı ortadan kalkmıştır (Tablo 5.21). Yağışlı Akdeniz iklimi ise referans döneminde nemcil formasyon alanı içerisinde 43 km²'lik bir alan kaplıyorken, 2016-2040 döneminde 100 km²'ye genişlemiş ve diğer dönemlerde herhangi bir değişiklik öngörülmemiştir. 2000-2099 sürecinde nemcil formasyon alanı içerisindeki yağışlı Akdeniz iklim alanı %132 oranında genişlemiştir (Tablo 5.21).

Tablo 5. 21: Senaryolara Göre Nemcil Formasyonda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 4.5)

| Nemcil- RCP 4.5 | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Emberger İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Az Yağışlı Akdeniz | 57 | 0 | -100 | - | - | - | - | - |
| Yağışlı Akdeniz | 43 | 100 | 132 | 100 | 0 | 100 | 0 | 132 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Nemcil formasyon alanı içerisinde, az yağışlı Akdeniz iklim alanı, RCP 8.5 senaryosuna göre, referans döneminde 57 km² alan kaplıyorken, 2016-2040 döneminde ortadan kalkmıştır. 2071-2099 döneminde bu formasyon alanı içerisinde 8 km²'lik alan ile yeniden etki gösterdiği öngörülmüştür (Tablo 5.22). 2000-2099 sürecinde nemcil formasyon alanı içerisindeki az yağışlı Akdeniz iklim alanı %86 oranında küçülmüştür. Yağışlı Akdeniz iklim alanı 2000-2040 sürecinde %132 değişim oranı ile 43 km²'lik bir alandan 100 km²'lik bir alana genişlemiştir. 2041-2070 döneminde alansal değişim gözlenmezken 2071-2099 döneminde yağışlı Akdeniz iklim alanı %8 oranında küçülmüştür. Bununla birlikte, 2000-2099 sürecinde yağışlı Akdeniz iklim alanı %114 oranında genişlemiştir (Tablo 5.22).

Tablo 5. 22: Senaryolara Göre Nemcil Formasyon Alanında Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 8.5)

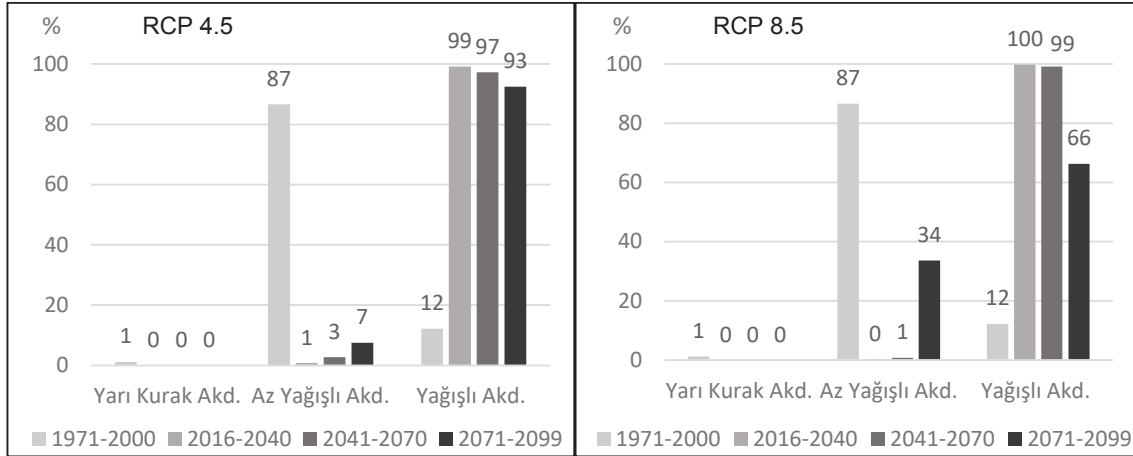
| Nemcil- RCP 8.5 | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Emberger İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Az Yağışlı Akdeniz | 57 | 0 | -100 | 0 | - | 8 | - | -86 |
| Yağışlı Akdeniz | 43 | 100 | 132 | 100 | 0 | 92 | -8 | 114 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Geçiş formasyon alanında RCP 4.5 senaryosuna göre yarı kurak Akdeniz iklimi referans döneminde %1 oranında bir alan kaplıyorken, sonraki dönemlerde etkisi ortadan kalkmıştır. Az yağışlı Akdeniz iklimi referans döneminde toplam geçiş formasyon alanının %87'sini kaplıyorken, 2016-2040 döneminde %1, 2041-2070 döneminde %3 ve 2071-2099 döneminde %7 oranında bir alana çekilmiştir (Şekil 5.20). Yağışlı Akdeniz iklimi referans döneminde %12 oranında bir alan kaplıyorken, sonraki dönemlerde sırasıyla, toplam Geçiş formasyon alanının %99, %97 ve %93'ü seviyelerine genişledikleri görülmektedir.

Geçiş formasyon alanında RCP 8.5 senaryosuna göre yarı kurak Akdeniz iklimi referans döneminde %1 oranında alan kaplıyorken, sonraki dönemlerde etkisi ortadan kalkmıştır. Az yağışlı Akdeniz iklimi referans döneminde %87 oranında alan kaplıyorken sonraki iki dönemde etkisi ortadan kalkmış, ancak 2071-2099 döneminde toplam Geçiş formasyon alanının %34'ünü yeniden etkisi altına aldığı öngörülmüştür (Şekil 5.20). Yağışlı Akdeniz iklim alanı, referans döneminde Geçiş formasyonunun %12'sini kaplıyorken, 2016-2040 döneminde alana tamamen etkisi altına almıştır. 2041-2070 döneminde %99 ve 2071-2099 döneminde etkisi azalarak genişliği toplam alanın %66'sına düşmüştür (Şekil 5.20).

Şekil 5. 20: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (Emberger)



Geçiş formasyon alanında RCP 4.5 senaryosuna göre, yarı kurak Akdeniz iklimi referans döneminde 1.2 km² alan kaplıyorken 2016-2040 döneminde etkisi tamamen ortadan kalkmıştır. Az yağışlı Akdeniz iklimi, referans döneminde %86.6 oranında alan kaplıyorken, 2016-2040 döneminde %99 değişim oranı ile 0.8 km² alana çekilmiştir. Az yağışlı Akdeniz iklimi, 2041-2070 döneminde %254 değişim oranı ile geçiş formasyon alanında yeniden genişleyerek 2.8 km² alana sahip olmuştur. 2071-2099 döneminde ise %170 değişim oranı ile 7.5 km² alana genişlemiştir. 2000-2099 sürecinde az yağışlı Akdeniz iklim alanı %91 oranında küçülmüştür (Tablo 5.23). Yağışlı Akdeniz iklim alanı referans dönemi ile 2016-2040 dönemi arasında %713 değişim oranı ile 12.2 km²'den 99.2 km²'ye genişlemiştir. Sonraki dönemlerde küçük oranlarda değişim görülmektedir. 2000-2099 sürecinde yağışlı Akdeniz iklimi %658 oranında büyümüştür (Tablo 5.23).

Tablo 5. 23: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger –RCP 4.5)

| Emberger İklim Tipleri | Geçiş- RCP 4.5 | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Yarı Kurak Akdeniz | 1.2 | 0 | -100 | 0 | - | 0 | - | -100 |
| Az Yağışlı Akdeniz | 86.6 | 0.8 | -99 | 2.8 | 254 | 7.5 | 170 | -91 |
| Yağışlı Akdeniz | 12.2 | 99.2 | 713 | 97.2 | -2 | 92.5 | -5 | 658 |

Açıklama: Ref. Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

RCP 8.5 senaryosuna göre, Geçil formasyon alanında yarı kurak Akdeniz iklim etkisi ikinci dönemden itibaren ortadan kalkmıştır (Tablo 5.24). Az yağışlı Akdeniz iklim alanı referans döneminde %100 oranında bir değişim ile 0.2 km²'ye daralmıştır. Sonraki dönemde çok küçük oranda bir alansal genişleme görülmektedir. 2071-2099 döneminde ise 33.7 km²'lik alana genişlemiştir. 2000-2099 sürecinde az yağışlı Akdeniz iklim alanı %61 oranında küçülmüştür (Tablo 5.24). Yağışlı Akdeniz iklim alanı referans döneminde %12.2 oranında bir alana sahipken, 2016-2040 döneminde %717 değişim oranı ile 99.8 km²'ye genişlemiştir. Sonraki dönemlerde daralma sürecine girmiş 2071-2099 döneminde %33

daralma ile geçiş formasyonunda 66.3 km² alana çekilmiştir. 2000-2099 sürecinde yağışlı Akdeniz iklim alanı Geçiş formasyon alanı içerisinde %443 oranında büyümüştür (Tablo 5.24).

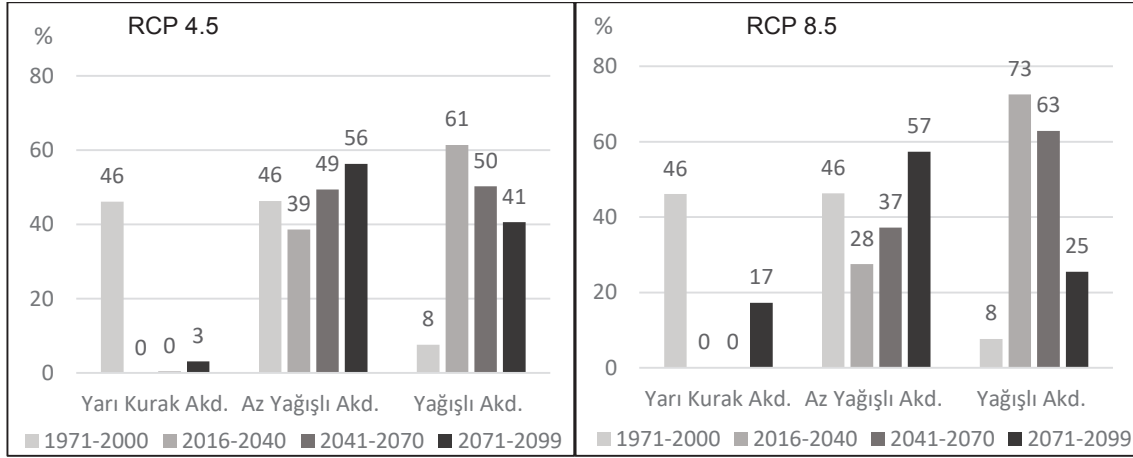
Tablo 5. 24: Senaryolara Göre Geçiş Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 8.5)

| Emberger İklim Tipleri | Geçiş- RCP 8.5 | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|-------------|---------------|
| | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O.% | Ref.-99 D.O.% |
| Yarı Kurak Akdeniz | 1.2 | 0 | -100 | 0 | - | 0 | - | -100 |
| Az Yağışlı Akdeniz | 86.6 | 0.2 | -100 | 0.8 | 240 | 33.7 | 4046 | -61 |
| Yağışlı Akdeniz | 12.2 | 99.8 | 717 | 99.2 | -1 | 66.3 | -33 | 443 |

Açıklama: Ref. Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Kurakçıl formasyon alanında baskın iklim sınıfları, her iki senaryo içinde ve tüm dönemler için Az Yağışlı Akdeniz ve Yağışlı Akdeniz iklimi'dir. RCP 4.5 senaryosuna göre Yarı Kurak Akdeniz iklimi Kurakçıl formasyon alanı içerisinde, Referans Döneminde, %46 oranında alan kaplıyorken sonraki iki dönemde ortadan kalkmış, 2071-2099 döneminde %3 oranında yeniden alanda genişlemeye başlamıştır (Şekil 5.21). RCP 8.5 senaryosuna göre, ilk üç dönemdeki hareketler aynı olmakla birlikte 2071-2099 döneminde genişleme daha yüksek oranda (%17) öngörülmüştür. Az yağışlı Akdeniz iklim alanı RCP 4.5 senaryosuna göre referans döneminde kurakçıl formasyon alanının %46'sını kaplıyorken, ikinci dönem %39 oranına çekilmiş, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde genişleyerek kurakçıl formasyon alanının sırasıyla %49 ve %56 seviyelerine genişlemiştir. Az yağışlı Akdeniz iklim alanı RCP 8.5 senaryosuna göre diğer senaryo sonuçlarına benzemekle birlikte 2016-2040 ve 2041-2070 dönemlerinde nispeten az genişleme oranı (%28 ve %37) sunmuştur (Şekil 5.21). Yağışlı Akdeniz iklim alanı RCP 4.5 senaryosuna göre referans döneminde kurakçıl formasyon içerisinde %8 oranında alan kaplıyorken, 2016-2040 döneminde önemli ölçüde genişlemiş (%61) ve sonraki dönemlerde daralma sürecine girmiştir. Yağışlı Akdeniz iklim alanı kurakçıl formasyon alanının 2041-2070 döneminde %50'sine, 2071-2099 döneminde ise %41'ine çekilmiştir (Şekil 5.21). Yağışlı akdeniz iklim alanındaki değişimler RCP 8.5 senaryosuna göre diğer senaryo sonuçlarına benzese de ikinci ve üçüncü dönemdeki alansal öngörülleri daha yüksek olup (%73 ve %63) ve 2071-2099 döneminde daha büyük daralma oranı (%25) sunmuştur (Şekil 5.21).

Şekil 5. 21: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyon Alanında Tüm Dönemler için Değişimler (Emberger)



RCP 4.5 senaryosuna göre kurakçıl formasyon alanında yarı kurak Akdeniz iklimi referans döneminde 46.1 km² alan kaplıyorken, 2016-2040 döneminde %100 değişim oranı ile ortadan kalkmıştır. 2071-2099 döneminde kurakçıl formasyon alanında yeniden etkisi başlamış ve 3.2 km² alana yayılmıştır (Tablo 5.25). 2000-2099 sürecinde yarı kurak Akdeniz iklimi kurakçıl formasyon alanında %93 oranında küçülmüştür (Tablo 5.25). Az yağışlı Akdeniz iklim alanı ilk iki dönem sonucunda %17 daralmış, ardından %28 ve %14 değişim oranlarıyla genişleme sürecine girmiştir. 2000-2099 sürecinde az yağışlı Akdeniz iklim alanı, kurakçıl formasyon alanında %22 büyümüştür (Tablo 5.25). Yağışlı Akdeniz iklimi alanı %703 değişim oranıyla, referans döneminde 7.6 km² iken, 2016-2040 döneminde 61.4 km²'ye genişlemiştir (Tablo 5.25). 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde ise sırasıyla %18 ve %19 oranlarında daralmıştır (Tablo 5.25). yağışlı Akdeniz iklim alanı 2000-2099 sürecinde %431 oranında genişlemiştir (Tablo 5.25).

Tablo 5. 25: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyondaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger)

| Emberger İklim Tipleri | Kurakçıl- RCP 4.5 | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|-------------|---------------|
| | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O.% | Ref.-99 D.O.% |
| Yarı Kurak Akdeniz | 46.1 | 0.0 | -100 | 0.4 | - | 3.2 | 668 | -93 |
| Az Yağışlı Akdeniz | 46.3 | 38.6 | -17 | 49.4 | 28 | 56.3 | 14 | 22 |
| Yağışlı Akdeniz | 7.6 | 61.4 | 703 | 50.3 | -18 | 40.6 | -19 | 431 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

RCP 8.5 senaryosuna göre, yarı kurak Akdeniz ikliminin etkisi 2016-2040 döneminde kurakçıl formasyon alanında ortadan kalkmıştır (Tablo 5.26). 2000-2099 sürecinde ise yarı kurak Akdeniz iklim alanı %63 oranında daralmıştır. Az yağışlı Akdeniz iklim alanı ilk iki dönemde %41 oranında daralmış, sonraki dönemlerde ise sırasıyla %35 ve %54 oranlarında genişleyerek 2071-2099 döneminde 57.4 km² alana ulaşmıştır (Tablo 5.26). 2000-2099 sürecinde az yağışlı Akdeniz iklim alanı kurakçıl formasyon alanında %24

oranında büyümüştür (Tablo 5.26). Yağışlı Akdeniz iklim alanı 2016-2040 döneminde %849 oranda genişleyerek 7.6 km²'den 72.5 km²'ye yayılmıştır. Ancak 2041-2070 döneminde %13 ve 2071-2099 döneminde %60 oranlarında daralma öngörülmüştür (Tablo 5.26). Yağışlı Akdeniz iklim alanı, kurakçıl formasyon alanı içerisinde, 2000-2099 sürecinde %233 oranında büyümüştür (Tablo 5.26).

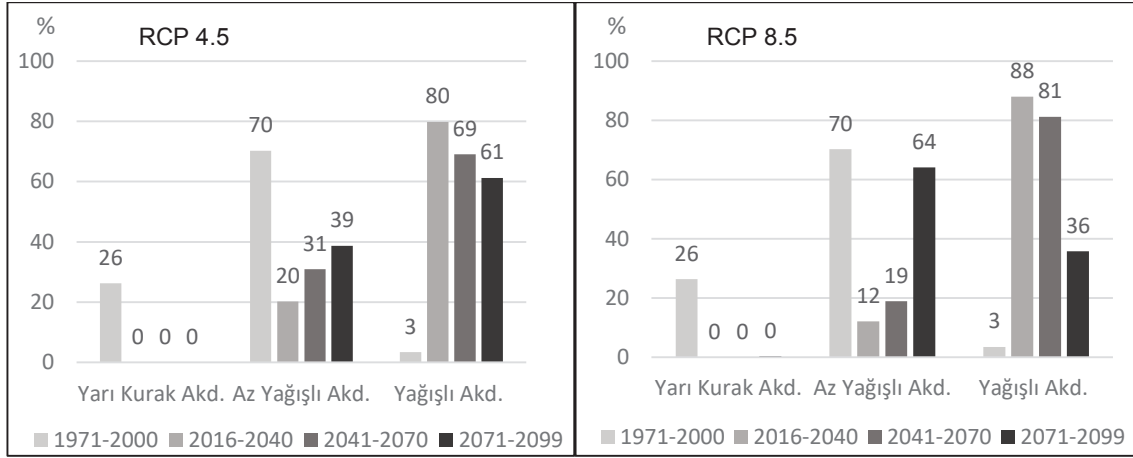
Tablo 5. 26: Senaryolara Göre Kurakçıl Formasyonda Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger)

| Emberger İklim Tipleri | Kurakçıl- RCP 8.5 | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Yarı Kurak Akdeniz | 46.1 | 0.0 | -100 | 0.0 | - | 17.2 | - | -63 |
| Az Yağışlı Akdeniz | 46.3 | 27.5 | -41 | 37.2 | 35 | 57.4 | 54 | 24 |
| Yağışlı Akdeniz | 7.6 | 72.5 | 849 | 62.8 | -13 | 25.4 | -60 | 233 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Saf meşe formasyonunda Emberger iklim sınıflandırmasına göre, her iki senaryo için de az yağışlı Akdeniz ve yağışlı Akdeniz iklim etkisi hakimdir. Yarı kurak Akdeniz iklim alanı her iki senaryo için de aynı sonuçları vermiştir. Referans döneminde saf meşe formasyon alanının %26'sını kaplayan yarı kurak Akdeniz iklimi etkisi sonraki dönemlerde ortadan kalkmıştır (Şekil 5.22). Az yağışlı Akdeniz iklimi saf meşe formasyon alanı içerisinde referans döneminde %70 oranında alan kaplıyorken, RCP 4.5 senaryosuna göre, 2016-2040 döneminde genişleyerek toplam alanın %20'sini, 2041-2070 döneminde %31'ini ve 2071-2099 döneminde %39'unu oluşturmuştur (Şekil 5.18). Az yağışlı Akdeniz iklimi RCP 8.5 senaryosuna göre nispeten farklı sonuç vermiştir. Öyle ki, ikinci ve üçüncü dönemde daha dar bir alanda (%12 ve %19) etki gösterdiği öngörülen az yağışlı Akdeniz iklim alanının, 2071-2099 döneminde toplam alanın %64'ünü kapsadığı öngörülmüştür (Şekil 5.22). Yağışlı Akdeniz iklim alanında her iki senaryo sonucuna göre 2016-2040 döneminde büyük oranda genişleme ve sonraki dönemlerde sürekli bir daralma meydana gelmiştir (Şekil 5.18). RCP 4.5 senaryosuna göre son üç dönemde yağışlı Akdeniz iklim alanı, saf meşe formasyon alanı içerisinde yüzyılın sonuna doğru daralarak %80, %69 ve %61 alan kaplamıştır (Şekil 5.22). RCP 8.5 senaryosuna göre ise, son üç dönemde %88, %81 ve %36 seviyesinde alan kaplamıştır (Şekil 5.22).

Şekil 5. 22: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (Emberger)



Saf meşe formasyon alanı içerisinde yarı kurak Akdeniz iklim alanı RCP 4.5 senaryosuna göre, referans döneminde 26.3 km² alan kaplıyorken sonraki dönemlerde tamamen ortadan kalkmıştır (Tablo 5.27). Az yağışlı Akdeniz iklim alanı referans döneminde 70.2 km² bir alan kaplıyorken, 2016-2040 döneminde %71 oranında daralma ile 20.2 km²'lik bir alana çekilmiştir. Az yağışlı Akdeniz ikliminin bu ilk iki dönemdeki daralma hareketinden sonra diğer dönemlerde sırasıyla %54 ve %25 oranlarında alansal genişleme öngörülmüştür. 2000-2099 sürecinde az yağışlı Akdeniz iklim alanı saf meşe formasyon alanı içerisinde %45 oranında küçülmüştür (Tablo 5.27). Yağışlı Akdeniz iklim alanında 2016-2040 döneminde %2205 seviyesinde bir genişleme ile 3.5 km²'den 79.8 km² seviyesine bir alan artışı gözlenmektedir. Ancak diğer dönemlerde ise sırasıyla %14 ve %11 oranlarında bir alansal daralma meydana geldiği öngörülmüştür (Tablo 5.27).

Tablo 5. 27: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 4.5)

| Saf Meşe- RCP 4.5 | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Emberger İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Yarı Kurak Akdeniz | 26.3 | 0 | -100 | 0 | - | 0.1 | - | -100 |
| Az Yağışlı Akdeniz | 70.2 | 20.2 | -71 | 31.0 | 54 | 38.7 | 25 | -45 |
| Yağışlı Akdeniz | 3.5 | 79.8 | 2205 | 69.0 | -14 | 61.2 | -11 | 1668 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

RCP 8.5 senaryosuna göre saf meşe formasyon alanı içerisinde, yarı kurak Akdeniz iklim alanının etkisi referans döneminden sonra ortadan kalktığı, ancak 2071-2099 döneminde çok küçük bir alanda yeniden etki gösterdiği görülmektedir (Tablo 5.28). Az yağışlı Akdeniz iklim alanı 2016-2040 döneminde %83 oranında daralmış; ancak daha sonraki dönemlerde %56 ve %240 değişim oranı ile yeniden genişlemiş; 2071-2099 döneminde 64 km² alan kapladığı öngörülmüştür (Tablo 5.28). 2000-2099 sürecinde ise saf meşe formasyon alanı içerisindeki alanı %9 oranında küçülmüştür (Tablo 5.28). Yağışlı

Akdeniz iklim alanı, önceki iklim alanlarındaki değişimden farklı olarak ilk dönemde alansal genişleme kaydederken, sonraki dönemlerde daralmıştır. 2016-2040 döneminde %2439 oranında değişim ile 3.5 km² alandan 87.9 km² alana yayılmıştır. 2041-2070 döneminde %8 oranında 2071-2099 döneminde ise %56 oranında daralarak aynı dönemde 35.7 km² alana genişlemiştir (Tablo 5.28). Yağışlı Akdeniz iklim alanı 2000-2099 sürecinde saf meşe formasyon alanı içerisinde %930 oranında büyümüştür (Tablo 5.28).

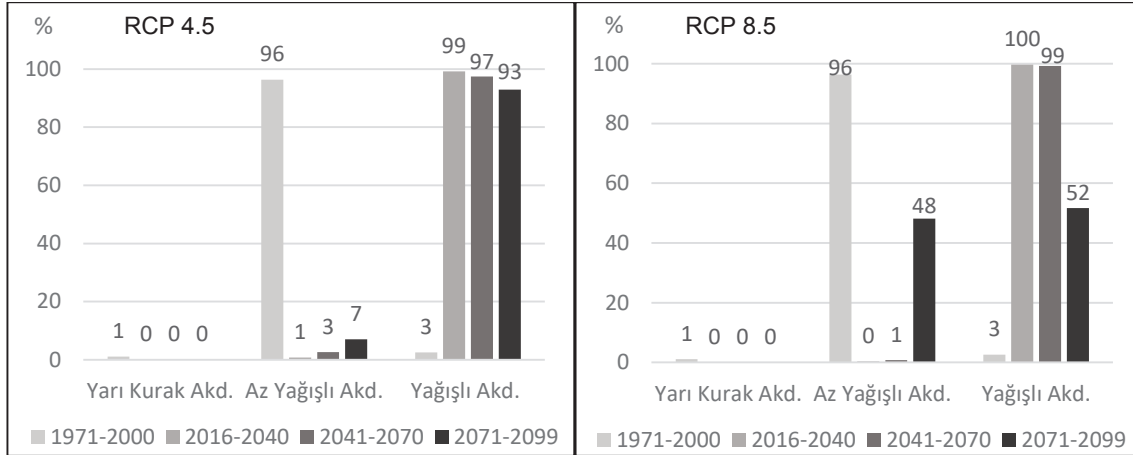
Tablo 5. 28: Senaryolara Göre Saf Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 8.5)

| Saf Meşe- RCP 8.5 | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Emberger İklim Tipleri | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | Ref.-99 D.O.% |
| Yarı Kurak Akdeniz | 26.3 | 0 | -100 | 0 | - | 0.3 | - | -99 |
| Az Yağışlı Akdeniz | 70.2 | 12.1 | -83 | 18.9 | 56 | 64.0 | 240 | -9 |
| Yağışlı Akdeniz | 3.5 | 87.9 | 2439 | 81.1 | -8 | 35.7 | -56 | 930 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Karışık meşe formasyonunda her iki senaryoya göre yağışlı Akdeniz iklimi hakimdir (Şekil 5.23). Referans döneminde bu iklim sınıfı %3 oranında bir alana sahipken, RCP 4.5 senaryosuna göre, 2016-2040 döneminde sahanın neredeyse tamamını (%99) kaplamış, sonraki dönemlerde nispeten azalma olsa da yine yüksek seviyede (%97, %93) olduğu öngörülmüştür (Şekil 5.23). RCP 8.5 senaryosuna göre ise 2016-2040 döneminde karışık meşe formasyon alanının tümünü etkisi altına alan yağışlı Akdeniz iklim alanı 2041-2070 döneminde %99, 2071-2099 döneminde ise %52'ye çekilmiştir (Şekil 5.23). Az yağışlı Akdeniz iklim alanı referans döneminde karışık meşe formasyon alanının %96'sını etkisi altında bulundurduğu görülür (Şekil 5.23). Ancak sonraki dönemlerde, RCP 4.5 senaryosuna göre %1, %3 ve %7 oranında bir alana daralmış, RCP 8.5 senaryosuna göre ise ikinci dönemde etkisi yok iken, üçüncü dönemde %1'e ve 2071-2099 döneminde ise %48'e yükselmiştir (Şekil 5.23). Yarı kurak Akdeniz iklimi her iki senaryoya göre karışık meşe formasyonunda referans döneminde küçük bir oranda da olsa etkiliyken diğer dönemlerde etkisi tamamen ortadan kalkmıştır (Şekil 5.23).

Şekil 5. 23: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonunda Tüm Dönemler için Değişimler (Emberger)



Karışık meşe formasyon alanında, yarı kurak Akdeniz iklim alanı referans döneminde 1 km² genişliğinde etkili iken sonraki dönemlerde ortadan kalkmıştır. Az yağışlı Akdeniz iklimi referans döneminde 96 km² alan kaplıyorken, en büyük değişim RCP 4.5 senaryosuna göre %99 oranında alansal daralma ile 2016-2040 döneminde meydana gelmiştir (Tablo 5.29). Sonraki dönemlerde çok küçük oranlarda genişlemeler meydana gelmiş, 2000-2099 sürecinde az yağışlı Akdeniz iklimi karışık meşe formasyon alanı içerisinde %93 oranında küçülmüştür. Yağışlı Akdeniz iklim alanında diğerlerine göre değişimin tersi bir durum görülmektedir. Referans döneminde 3 km² alana sahip yağışlı Akdeniz iklimi, 2016-2040 döneminde 99 km² alana genişlemiştir; sonraki dönemlerde ise bu iklim alanında küçük oranlarda daralmalar meydana gelmiştir. 2000-2099 sürecinde ise 3 km² alandan 93 km²'lik bir alana genişlemiştir (Tablo 5.29).

Tablo 5. 29: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 4.5)

| Emberger İklim Tipleri | Karışık Meşe- RCP 4.5 | | | | | | | Ref.-99 D.O.% |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|---------------|
| | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O% | |
| Yarı Kurak Akdeniz | 1 | 0 | -100 | 0 | - | 0 | - | -100 |
| Az Yağışlı Akdeniz | 96 | 1 | -99 | 3 | 247 | 7 | 171 | -93 |
| Yağışlı Akdeniz | 3 | 99 | 3801 | 97 | -2 | 93 | -5 | 3552 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

Karışık meşe formasyon alanı içerisinde, yarı kurak Akdeniz iklim alanının etkisi yalnızca referans döneminde ve ihmal edilebilecek düzeydedir. Az yağışlı Akdeniz iklim alanı referans döneminde 96 km² alan kaplıyorken RCP 8.5 senaryosuna göre, 2016-2040 döneminde alanda etkisi ortadan kalkmıştır. 2041-2070 döneminde 1 km² alan kazanmış ve 2071-2099 döneminde 48 km²'lik bir alana genişlemiştir. 2000-2099 sürecinde az yağışlı Akdeniz iklim alanı %50 oranında küçülmüştür. Karışık meşe formasyon alanı içerisinde yağışlı Akdeniz iklimi, referans döneminde 3 km² alan kaplıyorken 2016-2040 döneminde

100 km²'lik bir alana genişlemiştir. 2041-2070 döneminde çok küçük oranda daralmış ancak 2071-2099 döneminde %48 oranında daralmıştır (Şekil 5.62). Karışık Meşe formasyon alanı içerisindeki yağışlı Akdeniz iklim alanı 2000-2099 sürecinde %1933 büyümüştür (Tablo 5.30).

Tablo 5. 30: Senaryolara Göre Karışık Meşe Formasyonundaki Tüm Dönemler için İklim Değişimi (Emberger-RCP 8.5)

| Emberger İklim Tipleri | Karışık Meşe- RCP 8.5 | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|-------------|---------------|
| | Ref. Alan (km ²) | 16-40 Alan (km ²) | Ref.-40 D.O.% | 41-70 Alan (km ²) | 41-70 D.O. % | 71- 99 Alan (km ²) | 71-99 D.O.% | Ref.-99 D.O.% |
| Yarı Kurak Akdeniz | 1 | 0 | -100 | - | - | - | - | - |
| Az Yağışlı Akdeniz | 96 | 0 | -100 | 1 | 113 | 48 | 6506 | -50 |
| Yağışlı Akdeniz | 3 | 100 | 3817 | 99 | 0 | 52 | -48 | 1933 |

Açıklama: Ref: Referans Dönem (1971-2000); D.O. Değişim Oranı.

TARTIŞMA

İklim değışikliği, çağımızın önemli bir çevresel sorunudur. İklim değışikliğinin en açık göstergeleri sıcaklık ve yağışlardaki normalin üzerinde meydana gelen değışimler ve bu değışimlerin doğal ve beşeri ortama dolaylı olarak etkileridir.

İklimde öngörülen değışikliklerin çeşitli ölçeklerde biyotik etkileri tetikleyeceği, biyo-iklimsel kaymalara, mevcut habitatlarda ve tür çeşitliliğinde kayıp ve azalmalara neden olacağı beklenmektedir. Günümüzde bu sorunla ilgili araştırmalar yoğunlaşmış olsa da iklim değışikliğinin baskın ağaç türlerine doğrudan etkileri iyi anlaşılabilmiş değildir. Ekosistemlerin tepkileri orman tipine ve coğrafi lokasyona göre değışmektedir. Çalışma alanındaki ekosistemlerin önemli bir unsuru olan ağaçların iklim değışikliği baskısına tepkisi ve bunun ne anlama geldiğini ortaya koymak tezin temel amacıdır.

Bu tez araştırması ile bölgesel iklim model çıktılarının Kazdağı ve yakın çevresine uygulanarak yörenin ikliminde meydana gelmesi öngörülen değışimi elde etmek ve belirlenen vejetasyon alanlarındaki daralma ve genişleme değışikliklerini tespit etmek hedeflenmiştir. Böylece belirlenen vejetasyon alanları içerisinde meydana gelen iklimsel değışme ile ağaç formasyonlarının nasıl etkileneceği anlaşılacak istenmiştir.

Bu hedefler doğrultusunda, 2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde iklim tiplerindeki öngörülen dağılış ve değışiklikler tespit edilmiş,

İklim değışikliğine göre, belirlenen Ağaç formasyon alanlarındaki iklim sınıflarındaki değışimler tespit edilmiştir.

Bu tezde elde edilen sonuçlar Kazdağı orman varlığının korunması, sürdürülebilirliği ve iklim değışikliğine yönelik planlamalara bilimsel bir katkı sunması açısından önem arz eder. Tezin ayrıca, Kazdağı'ndaki diğer bitki formasyonları üzerine yapılacak çalışmalar için de örnek teşkil edecek bir niteliğe sahip olduğu düşünülmektedir.

İklim Değışikliği

Araştırma alanda 1971-2000 referans döneminde en geniş alan kaplayan yıllık ortalama sıcaklıklar 10-13°C ve ağırlıklı olarak 13-16°C iken, RCP 4.5 senaryosuna göre, 2016-2040 döneminde 10-13°C sıcaklıklar geniş ölçüde daralmış, 13-16°C ve 16-19°C sıcaklık dilimi genişlemiştir (Şekil 4.2; 4.4). 2041-2070 dönemine gelindiğinde sahada en geniş alan kaplayan yıllık ortalama sıcaklıkların net bir şekilde 16-19°C dilimine kaydığı görülmektedir (Şekil 4.6). 2071-2099 döneminde ise 13-16°C sıcaklıklar sahada etkisini önemli ölçüde yitirirken, 16-19°C diliminin baskın ve 19-22°C sıcaklık diliminin sahada etkisini arttırdığı görülür (Şekil 4.8). Böylece RCP 4.5 senaryosuna göre araştırma alanında

en geniş alan kaplayan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin referans dönemi ile 2071-2099 dönemi arasında 10°C - 16°C'den 16°C - 22°C arasına yükseldiği söylenebilir.

GFDL-ESM2M/RegCM4 bölgesel iklim modeline dayalı bir iklim değişikliği araştırmasında RCP 4.5 sonuçlarına göre, aynı projeksiyon dönemlerinde sırasıyla 0.5 – 1.5°C; 1.5 - 2.5°C ve Türkiye'nin genelinde 3°C üzeri sıcaklık artışları beklenmektedir. RCP 4.5 sonuçlarına göre ortalama sıcaklık eğilimi 1.5°C olarak öngörülmüştür (Akçakaya vd. 2015: 96-100; Gürkan vd. 2014: 83-86). Diğer bir iklim öngörü çalışmasında, Türkiye geneli sıcaklıklarda 2050'ye kadar 2-3°C; ikinci 50 yıllık dilimde ise sıcaklıklarda 5°C artış öngörüsü elde edilmiştir (URL11: 24.11.2017). Ulusal çapta, iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisinin HadGEM2-ES; MPI-ESM-MR; CNRM-CM5.1 küresel/bölgesel model çıktıları ile incelendiği bir başka çalışmada ise 2091-2100 dönemi için RCP 4.5 sonuçlarına ve yukarıdaki model sırasına göre sıcaklıklarda 3.4°C; 2°C; 2.5°C artışlar elde edilmiştir (IDSKE, 2016: 6-30).

Akçakaya ve arkadaşlarının (2015) 2020-2050 dönemi için uyguladıkları mevsimlik sıcaklık değişikliği araştırmalarında, RCP 4.5 sonuçlarına göre kış için 0.5-1°C; sonbahar için 1-1.5°C; yaz için 1.5-2.5°C ve ilkbahar için 1.5-2°C; artışlar elde etmişlerdir. RCP 8.5 sonuçlarının yaz ve ilkbahar sıcaklık artış değerlerinin RCP 4.5 senaryosu aynı dönem değerlerinden nispeten yüksek olduğu belirtilmiştir. Turp ve arkadaşları tarafından (2014:5-14) yazın 2020-2050 arasında Türkiye'nin güney kısmında sıcaklıkların 1971-2000 referans dönemine kıyasla 2-2.5°C daha fazla olacağı elde edilmiştir (Turp vd. 2014: 5-14). HadGEM modeline göre elde edilen mevsimlik sıcaklık değişikliklerinde ise RCP 4.5 bulgularına göre 2013-2040 döneminde Marmara ve Karadeniz bölgesinde yaz mevsiminde 2-3°C; 2041-2070 periyodunda, ilkbahar ve sonbahar mevsiminde 2-3°C ve yaz mevsiminde 4°C artışlar olacağı öngörülmüştür (Demircan vd. 2014b). Ayrıca bu çalışmada, 2071-2099 aralığında kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla 2°C ve 3°C, yaz mevsiminde Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölgesi kıyı kesimlerinde sıcaklık artışlarının 5°C olacağı öngörülmektedir. Akçakaya vd. (2015: 95-100) Türkiye havzalarındaki sıcaklık artış ve eğilim projeksiyonu çalışmalarında RCP 4.5 sonuçlarına göre 2016-2040 döneminde 0.5-1°C; 2041-2070 döneminde 1.5-2°C ve 2071-2099 döneminde 1.5-2°C arasında sıcaklık artışları elde etmişlerdir. Türkiye havzalarında iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi projesi kapsamında değerlendirilen sıcaklık değişikliği bulgularına göre Marmara ve Kuzey Ege havzalarında 2070-2100 aralığında sıcaklık artışları en az 1.5°C, en fazla 4.6°C öngörülmüştür (OSİB- IDSKE, 2016: 28-30). Demircan vd. (2014: 15-16) Türkiye havzalarına yönelik yaptıkları çalışmanın sonucunda RCP 4.5 senaryosuna göre Kuzey Ege ve Marmara havzalarında 2013-2020 döneminde 1.1-1.5°C; 2021-2030 döneminde 1.6-

2°C; 2031-2040 döneminde 2.1-2.5°C ve 2041-2050 döneminde 1.6-2°C arasında artacağı öngörülmüştür.

Araştırma alanında referans döneminde en geniş alan kaplayan yıllık ortalama sıcaklıklar 10°C-16°C aralığında iken, RCP 8.5 senaryo sonuçlarına göre, 2016-2040 döneminde ağırlıklı olarak 13°C-19°C dilimine kaymıştır (Şekil 4.2; 4.11). 2041-2070 döneminde sahada 10°C-13°C sıcaklık aralığı etkisini önemli ölçüde kaybetmiş, 13°C-16°C ve 19°C-22°C sıcaklıklar etki alanlarını önemli ölçüde genişletmiştir (Şekil 4.13). 2071-2099 döneminde araştırma alanında etkili olan yıllık ortalama sıcaklık değerleri büyük oranda 16°C-25°C dilimine kaymıştır (Şekil 4.15). Böylece RCP 8.5 senaryosuna göre referans dönemi ile 2071-2099 dönemi arasında 10°C-16°C'den, 16°C-25°C arasına yükseldiği söylenebilir.

Araştırma sonuçlarını Türkiye'deki aynı senaryo ile elde edilmiş benzer çalışma sonuçlarına göre değerlendirirsek, Ege bölgesinde RCP 8.5 sonuçlarına göre 2013-2040 ve 2041-2070 dönemlerinde sırasıyla 1-1.5°C; 2°C, 2071-2099 döneminde ise 5°C üzerinde sıcaklık artışları öngörülmüş olup, sıcaklık artış eğilimi dönemlerin tamamı için 0.6-5.1°C arası değer olarak elde edilmiştir (Akçakaya vd 2015: 96-100). Demircan vd. (2014b) çalışmalarındaki RCP 8.5 sonuçlarına göre ise sıcaklıklarda ilk dönemde (2013-2040), ilkbahar ve yaz mevsiminde 3°C artış elde edilmiştir. İkinci dönemde (2041-2070) döneminde kış mevsiminde 2-3°C, ilkbahar ve sonbahar mevsiminde 3-4°C artış, yaz mevsiminde 5°C artış öngörülmüştür. Son dönemde ise (2071-2099), kış mevsiminde Mersin-Trabzon batısında 3-4°C, bu çizginin doğusunda 4-5°C, ilkbahar ve sonbaharda özellikle GD Anadolu bölgesinde 6°C, yaz mevsiminde ise Türkiye çapında sıcaklıklarda 6°C artış öngörülmektedir (Demircan vd., 2014b: 6-9). Demir ve arkadaşlarının (2013 s.4) HadGEM modeline göre elde ettikleri sıcaklık değişimlerine göre, 2013-2040 periyodunda yaz mevsiminde Türkiye'nin KB ve GD kesimlerinde 2-3°C artış, kış mevsiminde 1-1.5°C arası bir artış; 2041-2070 periyodunda bütün mevsimler için sıcaklıklarda 1°C artış, yaz mevsiminde 2-3°C, ilkbahar mevsiminde Çanakkale'de 2-3°C, Ege kıyılarında 4-5°C seviyelerinde artışlar beklenmektedir. HadGEM2-ES; MPI-ESM-MR; CNRM-CM5.1 modelleri ve RCP 8.5 sonuçlarına göre 2091-2100 döneminde sırasıyla 5.9°C; 4.5°C; 4.3°C sıcaklık artışları elde edilmiştir (İDSKE, 2016: 6-30). Demircan vd. (2014: 15-16) Türkiye havzalarına yönelik yaptıkları çalışmada, Kuzey Ege ve Marmara havzalarında RCP 8.5 bulgularına göre sıcaklık artışlarının ilk üç dönemde (2013-2020; 2021-2030; 2031-2040) 2.1-2.5°C arasında ve 2041-2050 döneminde, 2.5-3°C arasında olacağı öngörüsü elde etmişlerdir. Akçakaya vd. (2015: 95-100) çalışmalarında, RCP 8.5 sonuçlarına göre, ilk dönem 1-1.5°C; ikinci dönem 2-2.5°C ve üçüncü dönemde 3.5°C üzerinde sıcaklık artışları

elde etmişlerdir. Gürkan ve arkadaşlarının çalışmalarında (2014: 83-86) Türkiye’de en yüksek sıcaklık artışlarının 4-4,5°C arasında, Fırat ve Dicle havzasında olacağı öngörülmüştür.

Araştırma alanında referans döneminde 400-600 mm arası yağışların etkisi sahada çok azken RCP 4.5 senaryosuna göre, 2071-2099 döneminde önemli ölçüde genişlediği görülmektedir. Düşük basamaktaki yağış aralıklarının genişlemesi sahada yağışların azaldığının ve kuraklaşmaya doğru gidişin göstergesidir. RCP 4.5 senaryosuna göre en düşük ve en yüksek yağış basamakları haricindeki, ara yağış basamaklarında az miktar değişim dışında, önemli bir değişiklik olmadığı gözlenmektedir. Referans döneminden 2071-2099 dönemine doğru gelişen süreçte en yüksek yağış basamağının sahada etkisi ortadan kalkarken, en düşük yağış basamağının etkisi genişlemiş, referans döneminde sahada mevcut olmayan düşük yağış basamağı doğmuştur.

RCP 4.5 senaryosuna göre yapılan benzer çalışmaların sonuçlarına göre, Türkiye geneli yağış ortalamasında 2016-2099 döneminde azalma, Marmara ve Kuzey Ege’de tüm dönemler için (2040, 2070 ve 2099) artışlar öngörülmüştür (Akçakaya vd. 2015: 73-74). 2013-2020 döneminde ortalama toplam yağışların genel olarak referans dönemi normallerinin 50-100 mm üzerinde olacağı, Marmara ve Ege bölgelerinin yüksek kesimlerindeki yağışlarda ise 300 mm’ye varan artışlar olacağı öngörülmüştür (Demircan vd. 2014: 16-17). 2031-2040 arasında Marmara ve Ege bölgelerinin özellikle kıyı kesiminde 300 mm’ye varan artışlar olacağı öngörülmüştür (Demircan vd. 2014: 18). Kuzey Ege Havzasında 2015-2100 yılları arasında toplam yağış miktarlarında tüm model sonuçlarına göre artışların havzanın kuzey kesiminde yoğunlaştığı öngörülmüştür (OSİB, 2016b: 29-35). Marmara Havzasının nemlileştiği, tüm modellerde bu senaryoya göre yağışlarda belirgin bir artış eğilimi ve artışların kuzey kesimlerde belirgin olduğu öngörülmüştür (OSİB, 2016a: 32).

RCP 8.5 senaryosuna göre tez araştırmasının öne çıkan sonuçlarına göre, 400-600 mm yağış alanının 2041-2070 dönemi itibariyle önemli ölçüde genişlediği 800 mm ve üzeri yağış alanlarının ise 2041-2070 dönemi itibariyle daraldığı görülmektedir. Referans periyodundan 2016-2040 dönemine kadar 800 mm seviyesine kadar yağışlarda azalma daha yüksek yağış basamaklarında artış, 2041-2070 dönemi itibariyle tam tersi bir durum göze çarpmaktadır. Düşük yağış basamaklarında genişleme ve daha yüksek yağış basamaklarında daralmada en göze çarpan değişimin 2071-2099 döneminde olduğu görülmektedir. Tezin RCP 8.5 senaryo sonuçlarına göre sahada yağışlarda genel bir azalma öngörülmektedir.

RCP 8.5 senaryosuna göre yapılan benzer çalışmalar değerlendirildiğinde, Türkiye genel yağış ortalamasında 2013-2040 döneminde artış, 2041-2070 ile 2071-2099 aralıklarında azalmalar bulunmuştur (Akçakaya vd. 2015: 73-74). 2013-2020'de Akdeniz iklim alanlarında özellikle yüksek kesimlerde 300 mm artışlar öngörülmüştür (Demircan vd. 2014: 18). Marmara havzasının güneyinde yağışlarda azalmanın belirgin olduğu belirtilmiştir (OSİB, 2016b: 29-35). 2071-2099 döneminde yurttaki yağışlarda ciddi azalma öngörülmüştür (Gürkan vd. 2016: 8-9).

Akdeniz'in geçmiş iklim koşullarında kuzey-güney, doğu-batı zıtlıklarının araştırıldığı çalışmada Odile vd. (2017), erken-orta Holosen döneminde Akdeniz'in güneyi, orta kesimi ve doğu kesiminin bugünkü koşullara göre nemli, 45° ve yüksek kuzey enlemlerin nispeten kurak; geç Holosen'de ise tersine bir durumun olduğu belirtilmiştir. Akdeniz'de erken-orta Holosen dönemindeki yaz mevsimlerinde doğu ve batı arasında net bir iklimsel zıtlık olduğunu; yaz mevsimindeki yağışların en fazla Yunanistan'da ve doğu Akdeniz'de, en az İtalya ve batı Akdeniz'de olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle Akdeniz'in doğu ve güneyinde erken-orta Holosen ile geç Holosen arasında günümüze göre nemli, kış mevsiminde ise nispeten kurak ortama ulaşıldığı belirtilmiştir.

Ebro, Evrotas, Adige ve Sava havzalarında (Avrupa) yağışların %30 oranında azaldığı (Gampe vd. 2016), öte yandan Hazar denizinin güneydoğusunda en yüksek yağış azalmasının 2071-2100 döneminde ve 100 mm olduğu (Babaeiana vd. 2015) tespit edilmiştir. Akdeniz ve çevresinde 2071-2099 aralığında toplam yağışların mevsimlerin tümünde azaldığı (Altınsoy vd. 2011); ancak özellikle yaz mevsiminde toplam yağışların tüm bölgede azaldığı belirtilmiştir. Batı ve kuzey Akdeniz'de 2071-2099 dönemi geçiş mevsimlerinde de yağışlarda azalma; kış mevsiminde artma öngörülmüştür (Hertig ve Jacobeit, 2008). Avrupa, Hazar ve Akdeniz çevresindeki duruma benzer şekilde, genel olarak güney ve batı Türkiye'de yağış miktarları azalmakta, Türkiye'nin kuzeyinde ise normalden nispeten yüksek yağışlar beklendiği bilinmektedir. Nitekim Türkiye'nin batı ve güney kesiminde yağışların %30 seviyesinde azalması öngörülmektedir (Şen vd. URL11; TİD6B, 2016). 2013-2050 yılları arasındaki süreçte, Türkiye'de yıllık toplam yağışlara ait zaman serisinde azalan bir eğilim tespit edilmiştir (Efe vd. 2015:799). CNRM-CM5.1 modeline göre, Marmara havzasında en büyük yağış azalmasının 2015-2030 yılları arasında, en fazla yağış artışının ise 2090'lı yıllarda olacağı beklenmektedir (Gürkan vd. 2016).

OSİB Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Türkiye havzalarında iklim değişikliği etkileri projesi HadGEM, MPI-ESM-MR ve CNRM-CM5.1 model çıktılarına dayanmaktadır. Bu proje içerisinde Kazdağı ve yakın çevresini ilgilendiren havzalar Kuzey

Ege ve Marmara havzalarıdır. Kuzey Ege Havzası'na ait RCP 4.5 sonuçları bu araştırmada uygulanan GFDL-ESM2M küresel modeli- RCP 8.5 senaryo bulguları ile uyuşmaktadır. Projede elde edilen RCP 8.5 senaryo sonuçlarına göre, HadGEM küresel modeli için ilk dönemde yağışlarda en yüksek azalma, CNRM küresel modeli için ise havzada kuzey kesimlerin yağışlarında artış ve güney kesimlere doğru yağışlarda azalma beklendiği ifade edilmiştir. Bu sonuçlar ile bu araştırmanın RCP 4.5 senaryo bulguları örtüşmektedir (OSİB 2016: 31-35).

OSİB-IDSKE Projesinin Marmara havzası yağışlarında RCP 4.5 senaryosu ve CNRM-CM5.1 modeline göre yağışlardaki azalmaların Marmara havzası güneyi ve güneybatı kesiminde öngörüldüğü belirtilmiştir (OSİB, 2016: 32-38). Bu sonuçlar bu araştırmanın yağışların azalacağı öngörüsünü desteklediği gibi, yağışlardaki azalmanın havzanın güney ve güneybatı kesimlerinde meydana geleceği öngörüsü de bu araştırmada üretilen yağış ve iklim değişikliği haritalarına yansımıştır. Bununla birlikte HadGEM model sonuçlarına göre ise havzanın güneyinin nispeten az yağış aldığı ve yağışlardaki artışların RCP 8.5 senaryosunda nispeten yüksek öngörüldüğü belirtilmektedir. Bu sonuçlar bu araştırmanın RCP 8.5 bulguları ile uyuşmaktadır. 2070 yılı itibariyle yağışlarda %10'dan fazla artışlar öngörülmüştür. Bu sonuç bu araştırmanın RCP 4.5 senaryo bulguları ile uyuşmaktadır (OSİB 2016: 132).

Sıcaklıkların küresel olarak artması ile birlikte yüksek enlemlerde ve ekvator çevresindeki pasifikte 2100 yılına kadar yıllık ortalama yağışların artması; orta enlemde ve subtropikal kurak iklim alanlarında ortalama yağışların azalması beklenmektedir (IPCC SYR 2014: 67).

Sıcaklıklardaki küresel artış ile birlikte Azor yüksekliğinin kuzeye kayması Türkiye üzerinde etkili Atlantik kökenli rüzgâr sistemlerinin de bir miktar kuzeye kaymasına sebebiyet vereceği için Türkiye güneyinde yağışların azalacağı beklenmektedir. Yukarıda verilen çalışmaların tümü ve IPCC AR4'de sunulan modellerin tümü de bu sonuç ile görüş birliği içindedir (Şen URL11, IPCC CLIM OBS, 2011: 105) Kış yağışlarında Türkiye güneyinde azalma, kuzeyinde artma beklenmesi bu fırtınaların yörüngelerindeki kuzey yönlü kaymadan kaynaklı olacağı belirtilmektedir. Bununla birlikte yazın, Türkiye'nin yalnızca kuzey kesimlerinin aldığı yağışın, yüksek basınç alanının kuzeye kayması ile yağış getiren rüzgârların zayıflamasında ve bu kesimlerde yağışların azalmasında etkili olacağı belirtilmektedir (Şen URL11). Öte yandan, Akdeniz, Ege, Marmara, batı Karadeniz bölgelerinin kıyı kesimlerindeki hem nemli hem de kurak dönemlerdeki yağış rejimlerini geniş ölçekli basınç sistemleri ile üst atmosfer koşullarının etkilediği bildirilmiştir (Tatlı vd. 2004). Ancak Karadeniz bölgesindeki yağış yoğunluğu ve ihtimalinde ise geniş ölçekli

basınç sistemleri yanında topografya ve yağmur gölgeleri gibi yerel özelliklerin de etkili olduğu, iç kısımlarda ise yerel koşulların geniş ölçekli koşullardan nispeten etkili olduğu belirtilmiştir (Tatlı vd. 2004). Türkiye’de Akdeniz ikliminin kuzeye kayması beklentisiyle, özellikle Marmara, Ege, Akdeniz kıyı kesimlerinde nüfusun fazla olmasının da etkisi ile bu bölgeler için yağışların daha çok azalacağı öngörülmektedir. Ayrıca yaz koşullarının Türkiye kuzeyine doğru genişlemesi nedeniyle kuzey kesimde su kaynaklarının etkileneceği belirtilmektedir (Şen URL11:4). Araştırma alanına yönelik olarak bölgenin kuraklaşma sürecinde olduğunu doğrulayan bir diğer çalışma Tatlı (2017) tarafından yapılmıştır. Türkiye çapında Köppen ve Holdridge iklim alt sınıflarındaki değişikliği ortaya koyan çalışmada kuzeybatı Anadolu’da her iki iklim-vegetasyon sınıfına ve öngörü dönemlerine göre önemli değişimler elde edilmiştir. Buna göre, 2006-2035 ve 2036-2060 dönemi için Köppen analizine göre, Kazdağını çevreleyen kuzeybatı Anadolu Serin-Kurak iklim-Step vegetasyonu; Holdridge analizine göre, ılık-ılıman iklim ve bozuk step öngörüsü elde edilmiştir. 2061-2080 ve 2081-2100 dönemleri için ise bölgede alt Holdridge alt sınıfları değişmezken Köppen alt sınıfının kurak-ılık iklim ve step vegetasyonu olarak değiştiği öngörülmüştür. Araştırmada ayrıca RCP 4.5 senaryosu orta seviyede iyimser bir senaryo olarak, Türkiye için en iyi senaryo olarak önerilmiştir (Tatlı 2017).

İklim değişikliği ile özellikler kentlerde sıcaklıkların artışı, fırtınalar ve aşırı yağışlar nedeniyle insanlar, mallar, ekonomi ve ekosistemler için risklerin artacağı öngörülmüyor. Bu risklerden özellikle açık alanlardaki yaşam, altyapı ve hizmet yetersizliği yaşayan bölgelerin etkileneceği belirtilmektedir (IPCC SYR 2014: 69).

Ortalama hava sıcaklıklarındaki 1-2°C artışın, şiddetli yağışlarda birkaç kat artış olduğu belirtilmiştir (TİKD6B. 2016: 23). 1981-2010 yılları arasındaki Türkiye yağış ortalaması 2013’te 564 mm seviyesinde ölçülmüş ve %13 azaldığı tespit edilmiş, 2014 yılında maksimum yağışın Marmara bölgesinde %28 artış ile kaydedildiği belirtilmiştir (TİKD6B. 2016: 61). İklim değişikliğinin yağışları azaltıcı etkisinin Türkiye genelinde kuraklaşmaya gidişatın göstergesi olduğu bildirilmiştir (Efe 2015: 799).

Avrupa’da Ebro, Evrotas, Adige ve Sava havzalarında sıcaklıkların 1-3°C artması, yağışın %30 seviyesinde azalması sonucu havzalarda yüzey akışının ve buharlaşmanın artmasının su kıtlığına sebebiyet vereceği (Gampe vd. 2016). Türkeş ve Deniz (2011) de Türkiye’de hava sıcaklıklarındaki önemli artışlarla birlikte, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde buharlaşmanın ve su kaybının artmasının bölgesel su kaynaklarını tehdit edeceğini belirtmişlerdir.

Yukarıda sonuçları paylaşılan benzer çalışmalarda gibi Kazdağı ve yakın çevresinin yağışlarında içinde bulunduğumuz yüzyılın sonuna kadar azalmalar öngörülmüştür. GFDL-

ESM2M küresel modelinden RegCM4.3.4 bölgesel iklim modeline ait RCP 4.5 senaryo değerlerine göre yıllık ortalama toplam yağışların %5-%22 oranında, RCP 8.5 senaryo değerlerine göre ise %18-%40 arasında azalacağı öngörülmüştür.

RCP 4.5 sonuçlarına göre 2016-2040 döneminde, RCP 8.5 sonuçlarına göre ise 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde daha düşük yağış değerlerine sahip alanlarda yağış alanlarının genişlemesinin, deniz seviyesine nispeten yakın bu kesimlerde kuraklığın tehdit edici boyutlara ulaşabileceğinin göstergesidir. Bu kesimlerin özellikle tarım alanlarının ve yerleşmelerin yayıldığı alanlar olması yörede gelişmesi olası kuraklığın sosyo-ekonomik yapıyı olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir.

Kazdağı ve yakın çevresine uygulanan üç iklim indisi sonuçları (Erinç, Emberger ve De-Martonne) iklim değişiklikleri ana hatlarıyla şöyledir: Erinç sınıflandırmasına göre yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanları dönemler içerisinde sürekli küçülmüştür. 2000-2099 yılları arasında Erinç sınıflandırmasına göre, çok nemli iklim alanları %86 oranında; nemli iklim alanları %47 oranında; yarı nemli iklim alanları ise %12 oranında küçülmüştür. Yarı kurak iklim alanları ise %7348 büyümüştür. Emberger iklim sınıflandırmasına göre, yağışlı Akdeniz iklim alanı referans dönem ile 2016-2040 dönemi arasında %659 genişlemiş sonraki dönemlerde daralmıştır. Yarı kurak ve Az yağışlı Akdeniz iklim alanları ilk dönemde önemli ölçüde küçülmüş, sonraki dönemlerde ise genişlemiştir. Referans dönem ile 2099 yılları arasında yağışlı Akdeniz iklimi %463 oranında büyümüş, az yağışlı Akdeniz ve yarı kurak Akdeniz iklim alanı ise sırasıyla %11 ve %93 oranlarında küçülmüştür. De-Martonne sınıflandırmasına göre, Nemli iklim alanları tüm dönemlerde küçülmüştür. %35 oranında küçülmüş, kurak, az kurak ve yarı kurak iklim alanları ise sürekli genişlemiştir. Bu araştırmanın temel sonucu olarak Kazdağı ve yakın çevresinde nemli iklim alanlarının küçüldüğü kurak iklim alanlarının genişlediği ve sahada genel bir kuraklaşma meydana geleceği öngörülmektedir.

Literatürde ulaşılan çevre bölgeler için yapılan benzer çalışmalarda da iklim zonlarında nemli iklimden kurak iklime doğru kayma görülmektedir. Gholami vd. (2017) İran'da De-Martonne indisinin de dahil edildiği indis grubu ve dendrokronolojik yöntemlerle son 4 yüz yılda yıllık yağışın önemli ölçüde azaldığını ve yarı kurak iklimin kurak iklime kaydığını bildirmişlerdir. İklim sınıflarındaki alansal kaymalara yönelik De-Martonne indisinin değerlendirildiği diğer bir çalışmada (Rahimi, 2013) seçilen referans döneminde (1970-2005) İran'ın %21.4'ü ekstra kurak-soğuk iklim etkisi altında iken 2050 ve 2080 yıllarına gelindiğinde sırasıyla ekstra kurak-ılıman iklimin ülkenin %21'ini, ekstra kurak-ılık iklimin ise %38'ini kapladığı öngörülmüştür. Buna göre İran'da daha sıcak ve kurak zonlara kaymalar yaşanacağı, iklim değişikliğinin İran'da gelecekte beklenen şiddetli kuraklık

üzerinde önemli bir etkiye sahip olacağı belirtilmiştir. Zarghami vd. (2011) İran, Doğu Azerbaycan için De-Martonne indisine dayalı olarak elde ettikleri iklim değişikliği öngörülerini sonuçları desteklemektedir. Buna göre, 2020, 2055 ve 2090 yıllarında bu sahada yarı kurak iklimden kurak iklime doğru kayma tespit etmişlerdir. İçerisinde Türkiye'nin de dahil edildiği Güneydoğu Avrupa üzerindeki kuraklaşma araştırmasında (Cheval, 2017) güneydoğu Avrupa'nın ısıyor, yağış miktarlarının sahanın kuzey kesimlerinde artıp güney kesimlerinde azalıyor olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, 1961-2050 arası dönemde genel kuraklık mekânsal dağılışının sahanın denizel etki altında olan kesimlerinde değişmediğini; fakat Pannonian gibi iç ova kesimlerinde kurak iklime doğru kayma öngörüldüğü belirtilmiştir. İran'ın kuzeybatısında yapılan bir iklim değişikliği-kuraklık araştırmasının sonucu da önceki çalışmaların sonuçlarını desteklemekte (Jam vd. 2017); kuraklığın bu sahada gelecek dönemlerde daha yoğun, daha uzun ve frekansı yüksek şekilde meydana gelebileceği belirtilmektedir.

İklim Değişikliği ve Ağaç Formasyon Alanları İlişkisi

Araştırma alanının Nemcil, Geçiş, Saf Meşe, Karışık Meşe ve Kurakçıl formasyon alanlarında RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryosuna göre, Erinç, De-Martonne ve Emberger iklim sınıflarının dağılış alanlarındaki değişimin göze çarpan sonuçları, benzer çalışma sonuçlarıyla bu bölümde değerlendirilmektedir.

Erinç sınıflandırmasına göre, araştırma alanında, nemcil formasyon alanı içerisinde, yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim etkisi bulunmaktadır. RCP 4.5 senaryosuna göre, yarı nemli ve nemli iklim etkisi nemcil formasyon alanı içerisinde etkisini dönemler içerisinde arttırırken, çok nemli iklim alanının etkisi 2071-2099 dönemi sonunda sahadan neredeyse tamamen ortadan kalkmıştır. 2071-2099 döneminde araştırma alanında nemcil formasyon içerisinde nemli ve yarı nemli iklim hakim olmaktadır. RCP 8.5 senaryosuna göre ise, ilk üç dönemde RCP 4.5 senaryo sonuçlarından nispeten farklı gelişim seyri görünse de 2071-2099 döneminde nemcil formasyon içerisinde çok nemli iklimin etkisinin neredeyse tamamen ortadan kalkmış olması ve nemli ve yarı nemli iklimin alana hakim olması yönüyle her iki senaryoda benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Bu halde, nemcil formasyon alanında Erinç sınıflandırmasına göre bir kuraklaşma süreci görülmektedir. Geçiş formasyon alanında her iki senaryoya göre de nemli ve çok nemli iklim alanları dönemler sürecinde önemli ölçüde daralırken, yarı nemli iklim alanı genişlemiştir. Yalnızca son dönemde yarı kurak iklim alanı sahada görülse de ihmal edilebilecek düzeydedir. Erinç sınıflandırmasına göre, geçiş formasyon alanında da bir kuraklaşma açık şekilde görülmektedir. Saf meşe formasyon alanında RCP 4.5 senaryosuna göre yarı kurak ve yarı nemli iklim alanı genişlerken, nemli

ve çok nemli iklim alanı daralmış, çok nemli iklim alanı son üç dönemde ortadan kalkmıştır. RCP 8.5 senaryosuna göre ise, yarı nemli ve nemli iklim alanları 2071-2099 döneminde diğer senaryonun tersi bir sonuç vermiştir. Buna göre son dönemde saf meşe alanında yarı nemli iklim çok az alan kaplıyorken nemli iklim alanı göze çarpan şekilde genişlemiştir. Karışık meşe formasyon alanında, her iki senaryoda da yarı nemli iklim alanı artarken nemli iklim alanı azalmıştır. Yarı kurak ve çok nemli iklim hareketi de kısmen görünse de ihmal edilebilecek düzeydedir. Kurakçıl formasyon alanında, yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanları daralırken, yarı kurak iklim alanı genişlemiştir. Kurak iklim alanı son dönemde sahada etkisini göstermeye başlasa da ihmal edilebilecek düzeydedir.

Erinç sınıflandırmasına göre araştırma alanında belirlenen formasyon alanlarının tümünde kuraklaşma sürecinin net bir göstergesi olarak, nemli iklim etkisinden yarı nemli iklim etkisine doğru bir kayma sonucu elde edilmiştir.

De-Martonne sınıflandırmasına göre Geçiş formasyon alanında yalnızca RCP 8.5 senaryosuna göre son dönemde yarı kurak iklim önemli ölçüde genişlemiş, nemli iklim alanı kaybetmiştir. Bunun haricinde dönemler sürecinde her iki senaryo için de son dönemde elde edilen iklim değişikliği baskısı ihmal edilebilecek düzeydedir. Saf meşe formasyon alanında nemli iklim her iki senaryoya göre de dönemler sürecinde daralmış, yarı kurak iklim alanı genişlemiştir. Saf meşe alanında RCP 4.5 senaryosuna göre 2071-2099 döneminde az kurak iklim alanının önemli ölçüde genişlemesi bu dönemde kuraklaşma etkisinin yüksek olacağını göstermektedir. Karışık meşe formasyon alanında RCP 4.5 senaryosu sonuçlarına göre nemli iklim alanı dönemler sürecinde hafif şekilde daralmıştır. Ancak RCP 8.5 senaryosuna göre, 2071-2099 döneminde nemli iklim karışık meşe formasyonu içerisinde önemli ölçüde daralmış, buna karşılık yarı kurak iklim alanı genişlemiştir. Bu sonuca göre, karışık meşe formasyonunda son dönemde kuraklaşma etkisi artmıştır. Kurakçıl formasyon alanı içerisinde ise, her iki senaryoya göre de nemli iklim alanı daralırken, yarı kurak iklim alanı genişlemiştir. RCP 4.5 senaryosuna göre 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde kurakçıl formasyon alanı içerisinde az kurak iklim doğmuş ve genişlemiştir. RCP 8.5 senaryosuna göre az kurak iklim 2071-2099 döneminde önemli ölçüde genişlemiştir. Kurak iklim, kurakçıl formasyon alanı içerisinde son dönemde etkisini gösterse de ihmal edilecek düzeydedir.

Emberger sınıflandırmasına göre, nemcil formasyon alanını yağışlı Akdeniz iklim alanı her iki senaryoya göre de benzer şekilde 2016-2040, 2041-2070, 2071-2099 dönemlerinde hemen tamamen kaplamaktadır. Az yağışlı Akdeniz iklim alanı formasyon alanı içerisinde RCP 4.5 senaryosuna göre, son üç dönemde görülmezken, RCP 8.5 senaryosuna göre, 2071-2099 döneminde nispeten genişlemiştir. Geçiş formasyon

alanında RCP 4.5 senaryosuna göre az yağışlı ve yağışlı Akdeniz iklim alanlarının ilk dönemleri ile son üç dönem arasında tam zıtlık görülmektedir. Son üç dönemde az yağışlı Akdeniz iklim alanı geçiş formasyon alanında genişlerken, yağışlı Akdeniz iklimi daralmıştır. Referans normallerinde ise geçiş formasyon alanında az yağışlı Akdeniz iklimi hakimdir. Saf meşe formasyon alanında da benzer sonuç görülmektedir. Referans döneminde saf meşe formasyon alanında az yağışlı Akdeniz iklim alanı hakimken, 2016-2040 döneminde formasyon alanında yağışın önemli ölçüde artması ile, yağışlı Akdeniz iklim alanı hâkim olmaktadır. Dönemler sürecinde az yağışlı Akdeniz iklim alanı genişlerken, yağışlı Akdeniz iklim alanı daralmıştır. RCP 8.5 senaryosuna göre saf meşe formasyon alanında nispeten değişik sonuç elde edilmiştir. Referans dönem ve 2071-2099 döneminde az yağışlı iklim alanı hâkim iken, 2016-2040 ve 2041-2070 döneminde saf meşe formasyon alanında yağışlı Akdeniz iklim alanları hakim olmuştur. Yarı kurak Akdeniz iklim alanı referans döneminde saf meşe formasyon alanında önemli genişlikte iken, öngörü dönemlerinde tamamen ortadan kalkmıştır. Karışık meşe formasyon alanında yağışlı Akdeniz iklimi RCP 4.5 senaryosuna göre son üç dönemde az oranda azalsa da karışık meşe alanının hemen tamamında etkilidir. RCP 8.5 senaryosuna göre ise, yağışlı Akdeniz iklim alanında son dönemde önemli ölçüde daralma az yağışlı Akdeniz iklim alanında önemli ölçüde genişleme öngörülmüştür. Kurakçıl formasyon alanında ise her iki senaryo sonuçları benzer olmakla birlikte, yarı kurak Akdeniz iklimi RCP 8.5 senaryosuna göre son dönemde daha geniş alan kaplarken, aynı dönemde yağışlı Akdeniz iklim alanının sahada daraldığı görülmektedir. Öngörü dönemlerinde (2016-2040, 2041-2070 ve 2071-2099) kurakçıl formasyon alanında, az yağışlı Akdeniz iklimi, kuraklaşma sürecinin göstergesi olarak genişlerken, yağışlı Akdeniz iklimi daralmıştır.

Türkiye çevresi ve uluslararası literatürde ulaşılan benzer çalışmalardaki sonuçlar da tez araştırmasının sonuçlarını destekler niteliktedir. Zeydanlı vd. (2010), Seyhan havzasında 2050 yılı itibarıyla, kızılçam meşcerelerinin %56.2'sinin; karaçam meşcerelerinin %68.5'inin; göknar meşcerelerinin %85.7'sinin ve sedir meşcerelerinin %93.1'inin bu türler için uygun olmayacağını tespit etmişlerdir. Beton (2011) iklim değişikliğinin özel habitat türleri için, Nesli tükenme, generalist türler için, yaşam alanı genişlemesi ve Avrupa-Sibiryaya fitocoğrafya bölgesinde dağlık yaşama uyum sağlamış türler için, yaşam alanı daralması şeklinde etkileri olduğunu öngörmüştür. Türkiye'deki yüzey iklim değişkenleriyle ilgili Holdridge yaşam zonları için bir sınıflandırma öneren Tatlı ve Dalfes (2016) daha alçak enlemlere doğru yaşam alanlarının kayma eğiliminin uzun süreli meteorolojik normallerin değiştiğinin bir göstergesi olduğu bunun bir sonucu olarak vejetasyon türünün değiştiği tespit edilmiştir. Labourdette vd. (2012) İklim değişikliğinin Akdeniz ağaç komünitelerinde yukarı yönlü bir göç, soğuğa adapte olmuş ağaç ve ılıman

komünitelerde azalma etkisi olduğunu, en büyük değişikliğin ise nispeten alçak kesimlerdeki Akdeniz türlerinin yaşam alanlarında genişleme olduğunu tespit etmişlerdir. Kienast vd. (1996) çalışmalarında sıcaklık artışlarıyla İsviçre orman alanlarının %5'lik kesiminin tehlikede olduğunu elde etmişler, bu kısımda bulunan türlerin ortadan kalkması sonucu alan parçalanmaları olacağı öngörülmüştür. Halofsky vd. (2013) çalışmalarında türlerin kalıtsal niteliklerinin iklim değişikliğinin vejetasyon üzerindeki etkilerini azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Boulangeat vd. (2014) iklim ve arazi örtüsü değişikliğine karşı vejetasyon yapısı ve değişimini araştırdıkları çalışmada 2020, 2050 ve 2080 yıllarında vejetasyon yayılış aralığında yukarı yönlü hafif bir kayma elde etmişlerdir. Cannone (2014) iklimdeki ısınma yönlü değişime karşı bitki türlerinin ve komünitelerin ekolojik tepkilerini araştırdığı çalışmasında dayanıklı türlerin üçte birinin azaldığını ve bu durumun bu türler için bir yok olma işareti olabileceğini; bu yüzden bitki komünitelerinin varlığının doğal türlerin değişen ortama karşı dayanıklılığına ve uygun ekolojik aralıkları doldurma yeteneklerine bağlı olduğunu belirtmiştir. Lin vd. (2014) tarafından, Tayvan'da iklim değişikliği nedeniyle dağlık ve alpin habitat türlerinde yukarı yönlü bir kayma tespit edilmiştir. Koo vd. (2017) Kore yarımadasında *Silver mognoia*'nın gelecekteki öngörülen dağılışının net bir şekilde değiştiği belirtilmiştir. Hamann ve Wang (2006) günümüzde önemli sub-boreal ve dağlık iklim alanlarının hızla ortadan kalkmakta olduğunu vurgulamışlardır.

SONUÇ

- Yıllık ortalama sıcaklıklarda RCP 4.5 senaryosuna göre 4-5 °C artış öngörülmüştür. RCP 8.5 senaryosuna göre ise 7-8°C civarında bir sıcaklık artışı öngörülmüştür.
- Yıllık ortalama yağışlarda her iki senaryoya göre en düşük yağış basamak alanı genişlediği ve daha düşük yeni basamak ortaya çıktığı bulunmuştur. En yüksek yağış basamak alanı küçülmüş, hatta ortadan kalkmıştır.
- RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları arasında en önemli fark 600-800 basamağında yağışların ilk dönemde artmış olması ve diğer yağış basamaklarında son dönemlerde yağışların artmasıdır.
- RCP 8.5 senaryosunda ilk dönemde yağış basamak alanlarında genişleme, sonraki dönemlerde ise küçülme görülmektedir. Yine, 600-800 basamağında diğer senaryodaki sonucun tam tersi bir durum elde edilmiştir; ilk dönemde bu basamak daralmış sonraki iki dönem genişlemiştir.
- Yağışlardaki azalma benzer çalışmalardaki beklentilerden yüksek elde edilmiştir.
- Erinç sınıflandırmasına göre yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanları dönemler içerisinde sürekli küçülmüştür. 2000-2099 yılları arasında çok nemli iklim alanları %86 oranında; nemli iklim alanları %47 oranında; yarı nemli iklim alanları ise %12 oranında küçülmüştür. Yarı kurak iklim alanları ise %7348 büyümüştür.
- Emberger iklim sınıflandırmasına göre, yağışlı Akdeniz iklim alanı referans dönem ile 2016-2040 dönemi arasında %659 genişlemiş, sonraki dönemlerde daralmıştır. Yarı kurak ve az yağışlı Akdeniz iklim alanları ilk dönemde önemli ölçüde küçülmüş, sonraki dönemlerde ise genişlemiştir. Referans dönem ile 2099 yılları arasında yağışlı Akdeniz iklimi %463 oranında büyümüş, az yağışlı Akdeniz ve yarı kurak Akdeniz iklim alanı ise sırasıyla %11 ve %93 oranlarında küçülmüştür.
- De-Martonne sınıflandırmasına göre, nemli iklim alanları tüm dönemlerde küçülmüştür. Kurak, az kurak ve yarı kurak iklim alanları ise sürekli genişlemiştir.

Erinç

- Geçiş formasyon alanında her iki senaryoya göre de nemli ve çok nemli iklim alanları dönemler içinde önemli ölçüde daralırken, yarı nemli iklim alanı genişlemiştir.
- Saf Meşe formasyonunda nemli iklim alanı önemli ölçüde genişlemiştir.
- Karışık meşe formasyonunda her iki senaryoda da yarı nemli iklim alanı genişlerken, nemli iklim alanı daralmıştır.

- Kurakçıl formasyonda, yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim alanları daralırken yarı kurak iklim alanı genişlemiştir.

De-Martonne

- Geçiş formasyon alanında her iki senaryo için de son dönemdeki iklim değişikliği baskısı ihmal edilecek düzeydedir. Yalnızca RCP 8.5 senaryosunda son dönemde yarı kurak iklim alanı önemli ölçüde genişlemiş, nemli iklim alanı küçülmüştür.
- Saf meşe alanında RCP 4.5 senaryosuna göre 2071-2099 döneminde az kurak iklim alanının önemli ölçüde genişlemesi bu dönemde kuraklaşma etkisinin yüksek olacağını göstermektedir.
- Karışık meşe formasyon alanında, RCP 8.5 senaryosuna göre, 2071-2099 döneminde nemli iklim karışık meşe formasyonu içerisinde önemli ölçüde daralmış, buna karşılık yarı kurak iklim alanı genişlemiştir.
- Kurakçıl formasyon alanı içerisinde ise, her iki senaryoya göre de nemli iklim alanı daralırken, yarı kurak iklim alanı genişlemiştir. RCP 4.5 senaryosuna göre 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde kurakçıl formasyon alanı içerisinde az kurak iklim doğmuş ve genişlemiştir. RCP 8.5 senaryosuna göre az kurak iklim 2071-2099 döneminde önemli ölçüde genişlemiştir.

Emberger

- Nemcil formasyon alanında az yağışlı Akdeniz iklim alanı RCP 4.5 senaryosuna göre son üç dönemde görülmezken RCP 8.5 senaryosuna göre son dönemde nispeten genişlemiştir.
- Geçiş formasyon alanında son üç dönemde az yağışlı Akdeniz iklim alanı genişlemiş, yağışlı Akdeniz iklim alanı daralmıştır.
- Saf meşe formasyon alanında dönemler sürecinde, az yağışlı Akdeniz iklimi genişlerken, yağışlı Akdeniz iklim alanı daralmıştır. RCP 8.5 senaryosuna göre, yarı kurak Akdeniz iklim alanı öngörü dönemlerinde tamamen ortadan kalkmıştır.
- Karışık meşe formasyonunda RCP 8.5 senaryosuna göre, yağışlı Akdeniz iklim alanında son dönemde önemli ölçüde daralma, az yağışlı Akdeniz iklim alanında önemli ölçüde genişleme elde edilmiştir.
- Kurakçıl formasyon alanında, tüm öngörü dönemlerinde az yağışlı Akdeniz iklimi, kuraklaşma sürecinin bir göstergesi olarak genişlerken, yağışlı Akdeniz iklim alanı daralmıştır.

Bu tez araştırmasında iklim değişikliğinin Kazdağı ve yakın çevresinde belirlenen ağaç formasyon alanlarındaki iklim sınıflarının dağılışını kuraklaşma yönünde değiştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçların Kazdağı orman varlığının korunması, sürdürülebilirliği ve iklim değişikliğine yönelik planlamalara bilimsel katkı sunması açısından önem arz ettiği ve Kazdağı'ndaki diğer bitki formasyonları üzerine yapılacak sonraki çalışmalar için örnek teşkil edeceği dşnlmektedir.

Araştırma alanında en az 30 yıllık ölçülmüş meteorolojik veriye sahip istasyon sayısının yetersiz oluşu, sahanın yüksek oranda dağlık alana sahip olması ve bu durumun istasyon kurulumunu zorlaştırması, tez araştırmasının en önemli kısıtlarını oluşturmuştur. Günümüzde araştırma alanında nispeten alçak kesimlerdeki istasyonlarda ölçüm nitelikleri arttırılmış olsa da iklim değerlendirmesi yapılabilmesi için ölçümler henüz yetersizdir. Araştırma alanının yüksek oranda dağlık olması kısa mesafelerde topografya ve iklim koşullarının değişmesine neden olmakta bu durum kısa mesafelerde yüksek değişkenliklerin modeller yardımıyla kestirilmesinde gerçeğe yakınlık oranını düşürmektedir. Bilimsel, teknolojik ve teknik altyapı imknlarının gelişmesine paralel olarak bu kısıtların zaman içerisinde açılması ile yerel ölçekte gerçeğe daha yakın model uygulamalarının elde edilmesi mümkündür.

KAYNAKÇA

- Akçakaya, Alper; Sümer, Utku; Demircan, Mesut; Demir, Ömer; Atay, Hakkı; Eskioğlu, Osman; Gürkan, Hüdaverdi; Yazıcı, Başak; Kocatürk, A; Şensoy, Serhat; Bölük, Erdoğan; Arabacı, Hüseyin; Açar, Yılmaz; Ekici, Mithat; Yağan, Serpil; Çukurçayır, F. (2015) *Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği*. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Akman, Yıldırım. *İklim ve Biyoiklim*, Palme Yayın Dağıtım, 1. Basım, Ankara, 1990
- Akman, Yıldırım. *Türkiye Orman Vegetasyonu*, Ankara, 1995
- Altan, Gökhan; Türkeş, Murat “Çanakkale Yöresinde Oluşan Orman Yangınlarının Hidroklimatolojik Karakteristikleri ve İklim Değişimleriyle İlişkisi” *Ege Coğrafya Dergisi*, 20, 2011, 1-25.
- Altınsoy Hamza; Öztürk, Tuğba; Türkeş, Murat; Kurnaz M.Levent. “Küresel İklim Model Kullanılarak Akdeniz Havzası'nın Gelecek Hava Sıcaklığı ve Yağış Değişikliklerinin Kestirilmesi”, *Türk Coğrafya Kurumu, Uluslararası katılımlı Ulusal Coğrafya Kongresi Bildiri Dokümanı*, 7-10, Sep. 2011.
- Ardel, Ahmet; Kurter, Acun, Dönmez, Yusuf. *Klimatoloji Tatbikatı*. İstanbul Üniversitesi Yayınları No:1123 Taş Matbaası, İstanbul, 1969.
- Atalay, İbrahim. *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası*, Meta Basım Matbaacılık, Bornova, 2011.
- Atalay, İbrahim. “Kuvaterner'deki İklim Değişmelerinin Türkiye Doğal Ortamı Üzerindeki Etkileri” *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V*, 02-03 Haziran 2005, 121-128, İstanbul 2005.
- Atalay, İbrahim. *Türkiye Vegetasyon Coğrafyası*, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova- İzmir, 1994
- Avcı, Meral. Türkiye'nin Bitki Çeşitliliği ve Coğrafi Açından Değerlendirilmesi, (Editor) Akkemik, U. (2014). Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalılırları I. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. 621-626, 2014
- Avcı, Meral. “Çeşitlilik ve Endemizm Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü” *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi* 13, 2005, 27-55.
- Avcı, Meral. “Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Anadolu Diagonali'ne Coğrafi Bir Yaklaşım”, *Türk Coğrafya Dergisi* 28, 1993.
- Aydınöz, Duran. “Türkiye'de Gerçek Sıcaklıkların Dağılışı ile Bitki Örtüsü Arasındaki İlişkiler” *Kastamonu Eğitim Dergisi* 15:1, 2007, 353-372.
- Babaeiana, I., Modiriana, R., Karimian, M., Zarghamib, M. “Simulation of climate change in Iran during 2071-2100 using PRECIS regional climate modelling system”, *Desert* 20/2, 2015, 123-134.

- Bahadır, Muhammet. "Türkiye'de İklim Değişikliği'nin İklim Bölgelerine Yansımada Kuzey-Güney Yönlü Sıcaklık ve Yağış Değişim Öngörülerini" *Türk Dünyası Araştırmaları Vakfı, Akademik Bakış Dergisi* (26), 2011, 1-18.
- Bahadır, Muhammet; Emet, Kenan. "Türkiye'de Ana İklim Tiplerini Karakterize eden Belli Başlı Ağaç Türlerinin CBS ile Analizi", *TÜBAV Bilim Dergisi* 3(1), 2010, 94-105.
- Berberoğlu, Süha; Çilek, Ahmet; Dönmez, Cenk; Erdoğan, M.Akif; Ersoy, Merve; Akın, Anıl; Şatır, Onur. "İklim Değişikliğinin Türkiye'de Çevresel Risk Dağılımına Etkisinin Konumsal Modeller Yardımıyla Tahmini". 5. *Uzaktan Algılama CBS Sempozyumu* (UZAL-CBS, 2014) 14-17 Ekim 2014, İstanbul.
- Beton, Damla. "Effects of Climate Change on Biodiversity: A Case Study on Four Plant Species Using Distribution Models" 2011, Middle East Technical University, Ankara
- Bilgin, 1969. *Biga Yarımadası Güneybatı Kısmının Jeomorfolojisi*, İstanbul, 1969
- Boulangeat, Isabelle; Georges, Damien; Dentant, Cedric; Bonet, Richard; Es, Jeremie Van; Abdulhak, Sylvain; Zimmermann, Niklaus E; Thuiller, Wilfried. "Anticipating the Spatio-Temporal Response of Plant Diversity and Vegetation Structure to Climate and Land Use Change in a Protected Area" *Ecography* 37, 2014, 1230-1239.
- Canlı, Kerem. "Küresel Isınmanın Orman Ekosistemine Etkisi" Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 1(2), 2010, 86-96.
- Cannone, Nicoletta; Pignatti, Sandro. "Ecological Responses of Plant Species and Communities to Climate Warming: Upward Shift or Range Filling Processes?" *Climatic Change* 123, 2014, 201-214.
- Cheval, Sorin; Dumitrescu, Alexandru; Victor Birsan, Marius "Variability of the aridity in the South-Eastern Europe over 1961-2050" *Catena* 151, 2017, 74-86.
- Cürebal, İsa; Efe, Recep; Sönmez, Süleyman; Soykan, Abdullah. "Kazdağları Ekosistemi ve Ekolojisi", *Kazdağları Ulusal Çalıştayı Bildiriler Kitabı*, Balıkesir 2-3 Haziran 2012.
- Çağlar, Yücel. "Dendroloji (Ağaçbilim) ve Orman Ekolojisi "Okulu" Ders Notları. Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği Yayın No:13, Ankara, 2003.
- Çepel, Necmettin. "Küresel Isınma ve İklim Değişikliği", *Sivil Toplum Dergisi*, 5(20), 2007, 35-48
- Demir, Ömer; Atay, Hakkı; Eskioğlu Osman; Tuvan Arzu; Demircan, Mesut; Akçakaya, Alper. "RCP4.5 senaryosuna göre Türkiye'de sıcaklık ve yağış projeksiyonları" III. *Türkiye İklim Değişikliği Kongresi'nde* sunulmuştur. İstanbul 2013.
- Demircan, Mesut; Demir, Ömer; Atay, Hakkı; Eskioğlu, Osman; Yazıcı, Başak; Gürkan, Hüdaverdi; Tuvan, Arzu; Akçakaya, Alper. "Yeni Senaryolara Göre Türkiye Akarsu Havzalarında İklim Değişikliği Projeksiyonları" *TÜCAUM – VIII. Coğrafya Sempozyumu*, 23-24 Ekim 2014, 109-118, Ankara 2014.
- Deng, Ziwang; Liu, Jinliang; Qiu, Xin; Zhou, Xiaolian; Zhu, Huaiping. "Downscaling RCP 8.5 Daily Temperatures and Precipitation in Ontario using Localized Ensemble Optimal Interpolation (EnOI) and Bias Correction" *Clim Dyn.* 2017.

- Efe, Bahtiyar; Toros, Hüseyin; Deniz, Ali. "Türkiye Geneli Yağış ve Sıcaklık Verilerinde Eğilimler ve Salınımlar" *7th Atmospheric Sciences Symposium*, 28-30 April 2015, 791-800, İstanbul 2015.
- Efe, Recep; Sönmez, Süleyman. "Ekolojik ve Floristik Özelliklerine Göre Türkiye Orman Vejetasyonunun Bölgesel Dağılımı" *TUCAUM IV.Coğrafya Sempozyumu*, 25-26 Mayıs 2006,81-90, Ankara, 2006.
- Efe, Recep. "Marmara Denizi güneyinde Karabiga—Tahirova arasındaki kıyı kesiminin çevresel jeomorfolojisi", *Türk Coğrafya Dergisi* 28, 1993, 293-306.
- Erinç, Sırrı. *Klimatoloji ve Metodları*. İstanbul: Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 1984.
- Gazol, Antonio; Camarero, J.Julio; Gutierrez, Emilia; Popa, Ionel; Hayles, Laia Andreu-Hayles; Motta, Renzo; Nola, Paola; Ribas, Montserrat; Barreda, Gabriel Sangüesa; Urbinati, Carlo; Carrer, Marco. "Distinct Effects of Climate Warming on Populations of Silver Fir (*Abies alba*) across Europe", *Journal of Biogeography*, 2015, 1150-1162.
- Gemici, Yusuf; Seçmen, Özcan; Ekim, T; Leblebici, Erkuter "Türkiye'de Endemizm ve İzmir Yöresinin Endemikleri" *Ege Coğrafya Dergisi* 6, 1992, 61-83.
- Gholami, V; Jolandan, M.A; Torkaman, J. "Evaluation of climate change in northern Iran during the last four centuries by using dendroclimatology" *Nat Hazards* 85, 2017, 1835-1850.
- Göksu, Gökay. "İklim Koşulları ile Bitki Örtüsü Arasındaki İlişkilerin Uzaktan Algılama Yöntemleri ile İncelenmesi" Yüksek Lisans Tezi, 2016, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Günel, Nurten. *Türkiye'de Başlıca Ağaç Türlerinin Coğrafi Yayılışları, Ekolojik ve Floristik Özellikleri*, Çantay Kitabevi, İstanbul, 1997.
- Güngördü, Mutlu. "Güney Marmara Bölümü (Batı Kesimi) Bitki Örtüsünün Coğrafi Dağılışı" İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, *Coğrafya Dergisi*, 1996, 55-112.
- Gürkan, Hüdaverdi; Arabacı, Hüseyin; Demircan, Mesut; Eskioğlu, Osman; Şensoy, Serhat; Yazıcı, Başak. "GFDL-ESM2M Modeli Temelinde RCP 4.5 ve RCP 8.5 Senaryolarına göre Türkiye için Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları" *Coğrafi Bilimler Dergisi* 14(2), 2016, 77-88.
- Gürkan, Hüdaverdi; Demir, Ömer; Atay, Hakkı; Eskioğlu, Osman; Yazıcı, Başak; Demircan, Mesut; Kocatürk, Arzu; Akçakaya, Alper. "MPI-ESM-MR Modelinin RCP 4.5 ve RCP 8.5 Senaryolarına Göre Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları" *VII. Atmospheric Science Symposium*, 28-30 April 2015, 636-645, İstanbul 2015.
- Halofsky, Jessica E; Hemstrom, Miles A; Conklin, David R; Halofsky, Joshua S; Kerns, Becky K; Bachelet, Dominique. "Assessing Potential Climate Change Effects on Vegetation using A Linked Model Approach" *Ecological Modelling* 266, 2013, 131-143.
- Hamann, Andreas; Wang, Tongli. "Potential Effects of Climate Change on Ecosystem and Tree Species Distribution in British Columbia", *Ecology* 8/11, 2006, 2773-2786.

- Hepbilgin, Berna; Koç, Telat. "HadGEM2-ES/RegCM4.3.4 Küresel/Bölgesel Model Verilerine Göre Kaz Dağı ve Yakın Çevresinin Yağışlarında Olası Değişiklikler (2000-2099)" *Türk Coğrafya Dergisi* 69, 2017a, 27-34
- Hepbilgin, Berna; Koç, Telat. "Bölgesel İklim Verilerine Göre Kazdağı ve Yakın Çevresinde Olası Sıcaklık Değişiklikleri (2000-2099)". *Marmara Coğrafya Dergisi* 36, 2017b, 271-284.
- IPCC, Climate Change 2014 Synthesis Report, 2014.
- İzıbrak, Reşat. *Bitki Coğrafyası*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara 1976.
- Jam, A.Salehpour; Reihan, M.Karimpour; Saravi, M.Mohseni; Bazrafshan, J; Sigaroudi, S.Khalighi. "Investigation of climate change effect on drought characteristics in the future period using the HadCM3 model (Case study: Khoy station, Northwest of Iran)" *Desert* 22:1, 2017, 43-50.
- Koo, A.Kyung; Park, U. Seon; Kong, S. Woo; Hong, Seungbum; Jang, Inyoung; Seo, Changwan. "Potential Climate Change Effects on Tree Distributions in the Korean Peninsula: Understanding Model & Climate uncertainties" *Ecological Modelling* 353, 2017, 17-27.
- Kienast, Felix; Brzeziecki, Bogdan; Wildi, Otto. "Long-Term Adaptation Potential of Central European Mountain Forests to Climate Change: a GIS-Assisted Sensitivity Assessment" *Forest Ecology and Management* 80, 1996, 133-153
- Moles, Angela T; Perkins, Sarah E; Laffan, Shawn W; Flores-Moreno, Habacuc; Awasthy, Monica; Tindall, Marianne L; Sack, Lawren; Pitman, Andy; Kattge, Jens; Aarssen, LonnieW; Anand, Madhur; Bahn, Michael; Blonder, Benjamin; Cavender-Bares, Jeannine; Cornelissen, J. Hans C; Cornwell, Will K; D_ıaz, Sandra; Dickie, John B; Freschet, Gr_egoire T; G. Griffiths, Joshua; Gutierrez, Alvaro G; Hemmings, Frank A; Hickler, Thomas; Hitchcock, Timothy D.Keighery, Matthew; Kleyer, Michael; Kurokawa, Hiroko; Leishman, Michelle R.; Liu, Kenwin; Niinemets, €Ulo; Onipchenko, Vladimir; Onoda, Yusuke; Penuelas, Josep; Pillar, Val_erio D.; B.Reich, Peter; Shiodera, Satomi; Siefert, Andrew; Sosinski Jr, Enio E.; Soudzilovskaia, Nadejda A; Swaine, Emily K.; Swenson, Nathan G.; van Bodegom, PeterM.; Warman, Laura; Weiher, Evan; J.Wright, Ian; Zhang, Hongxiang; Zobel, Martin; P. Bonser, Stephen. "Which is better predictor of plant traits: temperature or precipitation?" *Journal of Vegetation Science*, 2014, 1-14.
- Kaya, Baştürk; Aladağ, Kaya. "Konya Şartlarında Yağış, Sıcaklık ve Bitki Örtüsü İlişkisi" Selçuk Üniversitesi *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 22, 2009, 266-278.
- Kayhan, Mahmut. "Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye" *I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı, TİKDEK*, 11-13 Nisan 2007, 134-153, İstanbul 2007.
- Kırış, Rüstem; Toprak, Salih. "İklim Değişikliğinde Ormanların Rolü" *TÜCAUM V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu*, 16-17 Ekim 2008, 379-384, Ankara 2008.
- Kısakürek, Şule; Doygun, Hakan; Gözcü, Merve. "Kahramanmaraş – Ahir Dağı Bitki Örtüsünün Biyoiklim Katları Doğrultusunda İncelenmesi", *II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 22-24 Ekim 2014, Isparta, 2014.
- Kocataş, Ahmet. *Ekoloji-Çevre Biyolojisi*. Dora Yayıncılık, Bursa 2014.

- Koç, Telat; Arslan, Emel. "Kaz Dağı ve Yakın Çevresinde Orman Örtüsünün Dağılışı (Yatay/Dikey) Özellikleri". Profesör Doktor Asaf Koçman'a Armağan, Öner E, Ed., Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 2013, 185-202.
- Koç, Telat. *Kuzeybatı Anadolu'da İklim ve Ortam, Sinoptik, İstatistik ve Uygulama Boyutlarıyla*. Çantay Kitabevi, İstanbul, 2001.
- Koçman, Asaf; Koç, Telat; Sezer, Lütfi İhsan. Kazdağı ve Çevresinin İklim Özellikleri, TÜBİTAK Proje No: 104Y046, II. Bölüm, 2007
- Labourdette, Diego Ruiz; Bravo, David Nogues; Ollero, Helios Sainz; Schmitz, Maria F and Pineda, Francisco D. "Forest Composition in Mediterranean Mountains is projected to shift along the entire elevational gradient under Climate Change" *Journal of Biogeography* 39, 2012, 162-176.
- Lin, Wei Chih; Lin, Yu-Pin; Lien, Wan-Yu; Wang, Yung-Chieh; Tao Lin, Cheng; Chiou, Chyi-Rong; Anthony, Johnathan; Crossman, Neville D. "Expansion of Protected Areas under Climate Change: An Example of Mountainous Tree Species in Taiwan" *Forests* 5, 2014, 2882-2904.
- Olsson, Taru; Kamarainen, Matti; Santos, Darwin; Seitola, Teija; Tuomenvirta, Heikki; Haavisto, Riina; Casimiro, Waldo-Lavado. "Downscaling Climate Projections for the Peruvian Coastal Chancay- Huaral Basin to Support River Discharge Modeling with WEAP" *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 2017:13, 26-42
- Ölgen, M.Kirami. "Türkiye'de Yıllık ve Mevsimsel Yağış Değişkenliğinin Alansal Dağılımı" *Ege Coğrafya Dergisi* 19/1, 2010, 85-95.
- Önol, Barış; Ünal, Yurdanur S; Dalfes, H. Nüzhet. "İklim Değişimi Senaryosunun Türkiye Üzerindeki Etkilerinin Modellenmesi", *İtüdergisi/d* 8(5), 2009, 169-177
- Özdemir, Hüseyin. "Havza Morfometrisi ve Taşkınlar" *Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistemik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları* 6, 2011, 507-526
- Özel, Nihal; Gemici, Yusuf, "Kazdağları'nda Flora ve Vegetasyon", *1.Ulusal Kazdağları Sempozyumu, Çağrılı Bildiri*, 2001, 26-39.
- Özel, Nihal. "Kazdağları Orman Vegetasyonu Üzerine Fitososyolojik ve Fitoekolojik Araştırmalar", *Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten Serisi*, Yayın No:11, 1998, İzmir.
- Öztürk Tuğba; Türkeş, Murat; Kurnaz, M.Levent. "RegCM4.3.5 İklim Modeli Benzetimleri Kullanılarak Türkiye'nin Gelecek Hava Sıcaklığı ve Yağış Klimatolojilerindeki Değişikliklerin Çözümlemesi", *Ege Coğrafya Dergisi*, 20/1, 2011, 17-27.
- Pamukçuoğlu, Adil. *Kazdağları'nın Bitki Coğrafyası Üzerine İncelemeler*. Atatürk Üniv. Yay. No: 342, Ankara 1976.
- Pravalia, Remus; Sirodoev, Igor; Peptenatu, Daniel. "Detecting climate change effects on forest ecosystems in Southwestern Romania using Landsat TM NDVI data" *J. Geogr. Sci.* 24(5), 2014, 815-832.

- Pudmenzky, Christa; King, Rachel; Butler, Harry. "Broad Scale Mapping of Vegetation Cover across Australia from Rainfall and Temperature Data", *Journal of Arid Environments* 120, 2015, 55-62.
- Ragunathan, Nima; François, Louis; Huynen, Marie-Claude; Oliviera, Leonardo C; Hambuckers, Alain. "Modelling the Distribution of Key Tree Species used by Lion Tamarins in Brazilian Atlantic Forest under A Scenario of Future Climatic Change", *Reg. Environ. Change* 15, 2015, 683-693.
- Rahimi, Jaber; Ebrahimpour, Meisam; Khalili, Ali. "Spatial changes of extended De-Martonne climatic zones affected by climate change in Iran" *Theor. Appl. Climatol.* 112, 2013, 409-418.
- Saenz-Romero, Cuauhtemoe; Rehfeldt, Gerald E; Crookston, Nicholas L; Duval, Pierre; Amant, Remi St; Beaulieu, Jean; Richardson, Bryce A. "Spline Models of Contemporary, 2030, 2060 ve 2090 Climates for Mexico and Their use in Understanding Climate-Change impacts on the Vegetation" *Climate Change* 102, 2010, 595-623.
- Saraçoğlu, Nedim. *Küresel İklim Değişimi, Biyoenerji ve Enerji Ormanlığı*, Elif Yayınevi, Genel Yayın No:77, Ankara 2010.
- Sarış, Faize; Hannah, M. David; Eastwood, Warren J. "Changes in Precipitation and River Flow in Northeast Turkey: Associations With the North Atlantic Oscillation" *Sixth World Friend Conference*, Fez, Morocco, 2010.
- Şengün, M. Taner; Siler, Muzaffer; Taşkıran, Pınar. "Dumanlıdağ'da (Erzincan-Refahiye) Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) Ormanlarının Fiziki Coğrafya Koşulları ile İlişkisi" *Journal of New World Sciences Academy* 7:3, 2012, 36-49.
- Tolunay, Doğanay. *Ormanlar ve İklim Değişikliği*, İstanbul, 2013.
- Takhsha, Maryam; Nikema, Oumarou; Lucas-Picher, Philippe; Laprise, Rene; Hernandez-Diaz, Leticia; Winger, Kayja. "Dynamical Downscaling with the Fifth-Generation Canadian Regional Climate Model (CRCM5) over the CORDEX Arctic domain: Effect of Large-Scale Spectral Nudging and of Empirical Correction of Sea-Surface Temperature, *Clim Dyn.* 2017.
- Tatlı, Hasan. "Classification of the Köppen and Holdridge Life Zones With Respect to the Climate Scenarios RCP 4.5 over Turkey" *8th Atmospheric Sciences Symposium*, 01-04 Kasım 2017, İstanbul-Turkey, 651-657, 2017.
- Tatlı, Hasan; Dalfes, H. Nüzhet. "Defining Holdridge's Life Zones over Turkey", *International Journal of Climatology* 36, 2016, 3864-3872.
- Tatlı, Hasan; Dalfes, H. Nüzhet; Menteş, Ş.Sibel. "Statistical Downscaling Method for Monthly Total Precipitation over Turkey" *International Journal of Climatology* (24), 2004, 161-180.
- Turp, M.,Tufan; Öztürk, Tuğba; Türkeş, Murat; Kurnaz, M.Levent. "RegCM4.3.5 Bölgesel İklim Modelini Kullanarak Türkiye ve Çevresi Bölgelerin Yakın Gelecekteki Hava Sıcaklığı ve Yağış Klimatolojileri için Öngörülen Değişikliklerin İncelenmesi" *Ege Coğrafya Dergisi*, 23/1, 2014, 1-24.

- Türkeş, Murat. "İklim Değişiklikleri: Kambriyen'den Pleyistosene, Geç Holosen'den 21.Yüzyıl'a" *Ege Coğrafya Dergisi* 22/1, 2013, 1-25.
- Türkeş, Murat. "Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme", *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi* 4(2), 2012, 1-32.
- Türkeş, Murat; Koç, Telat. "Kaz Dağı Yöresi ve Dağlık Alan (Dağ Sistemi) Kavramları Üzerine Düşünceler" *Troy Çanakkale* 29, 2007, 18-19.
- Türkeş, Murat; Koç, Telat; Sarış, Faize. "Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi" *Coğrafi Bilimler Dergisi* 5/1, 2007, 57-73.
- Türkeş, Murat. "Küresel İklimin Korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye", TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Sürekli Teknik Yayın 61, 2001, 14-29
- Türkeş, Murat. "Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey", *International Journal of Climatology*, 16, 1996, 1057-1076.
- Usta, Ayhan; Yılmaz, Murat; Kocamanoğlu, Yavuz O. "Anadolu Çaprazı Üzerindeki Orman Ağaçlarının Dağılımı ile İklim Arasındaki İlişkiler" *II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 22-24 Ekim 2014, Isparta, 2014.
- Vallam, P; Qin, X.S. "Projecting Future Precipitation and Temperature at Sites with Diverse Climate Through Multiple Statistical Downscaling Schemes" *Theor Appl. Climatol.* 2017.
- Yu, Miao; Wang, Guiling; Parr, Dana; Ahmed, Kazi Farzan, "Future Changes of the Terrestrial Ecosystem Based on a Dynamic Vegetation Model Driven with RCP 8.5 Climate Projections from 19 GCMs" *Climatic Change* 127, 2014, 257-271.
- Zarghami, Mahdi; Abdi, Amin; Babaeian, Iman; Hassanzadeh, Yousef; Kanani, Reza. "Impacts of climate change on runoffs in East Azerbaijan, Iran", *Global and Planetary Change* 78, 2011, 137-146.
- Zeydanlı, Uğur; Turak, Ayşe; Bilgin, Can; Kınıkoğlu, Yeşim; Yalçın, Semra; Doğan, Hakan (2010). İklim Değişikliği ve Ormancılık: Modellerden Uygulamaya. Ankara. Doğa Koruma Merkezi.
- Wang, Xiuquan; Huang, Guohe; Baetz, Brian W. "Dynamically-downscaled probabilistic projections of precipitation changes: A Canadian case study" *Environmental Research*. 148, 2016, 86-101.
- *
- DO, Dağ Ortaklığı Yönetimi ve Stratejisi, 2014-2017 Mountain Partnership, 2.Taslak 24 Nisan 2013.
- MET Office. *Observations, Projections and Impacts: Turkey*, 2011
- OSİB-İDSKEP, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, *İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi, Yönetici Özeti*, Ankara 2016.
- TSKR, 2012. T.C.Kalkınma Bakanlığı, *Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Raporu, Geleceği Sahiplenmek*. Ankara 2012.

TBB, Türk Barolar Birliği, *Uluslararası Çevre Koruma Sözleşmeleri*, TBB Yayınları 247, Ankara 2014.

TİD6B, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, *Türkiye İklim Değişikliği 6. Bildirimi*, Ankara 2016.

TİDS, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi, 2010-2023.

URL1: <https://www.gfdl.noaa.gov/earth-system-model/> (22.10.2017)

URL2: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_appendix.pdf
(23.10.2017)

URL3: http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN_Annex_Glossary.pdf
(23.10.2017)

URL4: <https://www.mathworks.com/help/matlab/examples/grid-based-interpolation.html?requestedDomain=www.mathworks.com> (23.10.2017)

URL5: <https://gisclimatechange.ucar.edu/question/63> (7.11.2017)

URL6: <https://www.ictp.it/research/esp/models/regcm4.aspx> (7.11.2017)

URL7: <http://www.tikdek.itu.edu.tr/2007/bildiriler.htm> (7.11.2017)

URL8: <https://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx?il=CANAKKALE> (13.11.2017)

URL9: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/faounesco-soil-map-of-the-world/en/> (18.11.2017)

URL10: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/mta/article/viewFile/5000111625/5000103927>
(24.11.2017).

URL11: http://ipc.sabanciuniv.edu/wp-content/uploads/2012/11/Bildiri_Omer_L_Sen_vd_2013.pdf (24.11.2017)

URL12: http://ipc.sabanciuniv.edu/wp-content/uploads/2012/11/Tikdek_2013_bildiri_OLS.pdf