

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE TABİİ BİTKİ KAYNAKLARI
ANA BİLİM DALI



BALIKESİR İLİNDE BAZI İKLİM PARAMETRELERİ VE KURAKLIK
DURUMUNUN KÜRESEL ISINMAYA BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ

ÖZGE KÖLEOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. MEHMET ÇETİN

MAYIS - 2021

KASTAMONU

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Özge KÖLEOĞLU

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BALIKESİR İLİNDE BAZI İKLİM PARAMETRELERİ VE KURAKLIK DURUMUNUN KÜRESEL ISINMAYA BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ

ÖZGE KÖLEOĞLU

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE TABİİ BİTKİ KAYNAKLARI ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. MEHMET ÇETİN

İklim değışikliği, insanları öldürücü ısı dalgaları, kıtlıklar, kuraklıklar, orman yangınları, seller, fırtınalar, hastalıklar gibi felaketler ile tehdit etmektedir. Değişikliklerin mümkün olabildiğince erken tahmini, alınacak tedbirlerin belirlenmesinde ve meydana gelebilecek değışikliklerin yıkıcı sonuçlar doğurmaması açısından büyük önem arz etmektedir. Konumu, özel topografyası, farklı iklim tipleri, geniş tarım arazileri, su kaynakları, yenilenebilir enerji kaynakları gibi spesifik öneme sahip olan Balıkesir ilinin küresel boyuttaki iklim değışikliğinden ve kuraklıktan nasıl etkileneceği üzerine araştırma ihtiyacı hissedilmiştir. Çalışmada 1938-2019 dönemlerine ait Meteoroloji Genel Müdürlüğü istatistik verilerinden yararlanılmıştır. İklim değışikliği senaryolarından ise SSPs-Shared Socioeconomic Pathways (Paylaşılan Sosyoekonomik Yollar) çıktılarıyla üretilmiş olan iki senaryo (SSPs4.5 ve SSPs8.5) ve günümüz (2020) ile 2040-2100 dönemlerine ait yıllık ortalama toplam yağış ve yıllık ortalama toplam sıcaklık değerleri kullanılmıştır. İklim tiplerinin belirlenmesinde ise De Martonne, Emberger ve Lang iklim indisleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda iklim parametrelerine göre sıcaklık değerlerinde önemli derecede artış görüleceği, yağış miktarlarının önemli derecede azalacağı, günümüze göre ise 2100 yılına gidildiğinde il genelinde kuraklığın ciddi boyutlara ulaşacağı beklenmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Balıkesir, İklim, İklim değışikliği, SSPs senaryoları

Mayıs 2021, 92 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

THE CHANGE OF SOME CLIMATE PARAMETERS AND DROUGHT SITUATIONS IN BALIKESIR DUE TO GLOBAL WARMING

ÖZGE KÖLEOĞLU

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF SUSTAINABLE AGRICULTURE AND NATURAL
PLANT RESOURCES**

SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. MEHMET ÇETİN

Climate change is that threatens people with disasters such as lethal heat waves, famines, droughts, forest fires, floods, storms and diseases. Forecasting changes as early as possible; is of great importance in determining the measures to be taken and in terms of preventing the changes that may occur with destructive consequences. The need for research has been felt on how Balıkesir province, which has specific importance such as its location, special topography, different climate types, large agricultural lands, water resources and renewable energy resources, will be affected by global climate change and drought. In the study, statistical data of the General Directorate of Meteorology for the 1938-2019 periods were used. As for climate change scenarios; Two scenarios (SSPs4.5 and SSPs8.5) produced with the outputs of SSPs-Shared Socioeconomic Pathways and annual average total precipitation and annual average total temperature values for the present (2020) and 2040-2100 periods were used. De Martonne, Emberger and Lang climate indices were used to determine the climate types. And the result according to the climate parameters, it is expected that there will be a significant increase in temperature values, the amount of precipitation will decrease significantly, and the drought will reach serious dimensions in the province by 2100 compared to today.

KEYWORDS: Balıkesir, Climate, Climate change, SSPs scenarios

May 2021, 92 Page

TEŐEKKÖR

Tez alıőmamın baőından sonuna kadarki sőrete desteğini esirgemeyen, gőrőőleri ve bilgileri ile her zaman çalıőmama ıőık tutan ve katkı sağlayan mőtevazı kiőilięi ile saygı duyduğum danıőman hocam Doç. Dr. Mehmet etin'e, tez savunmamda bulunan ve önerileri ile katkı sağlayan jőri hocalarım Prof. Dr. Cengiz Yőcedaę ve Doç. Dr. Burak Arıcak'a, tez hazırlık ve yazım sőrecimde bana destek olan arkadaőlarım ve űzerimde maddi manevi emeği olan aileme çok teőekkőr ederim. Bu tez çalıőmamın bilim dőnyasına bir katkı sağlamasını temenni ederim.

ÖZGE KÖLEOğLU

Kastamonu, 2021

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 İklim, İklim Değişikliği ve Küresel Isınma.....	1
1.1.1 İklim Sınıflandırmaları	5
1.1.2 İklim Modelleri	6
2. MATERYAL YÖNTEM.....	10
2.1 Materyal.....	10
2.2 Balıkesir Hakkında Coğrafik Bilgiler.....	10
2.3 Yöntem	13
3. BULGULAR	17
3.1 İklim Parametreleri.....	17
3.1.1 Yıllık Ortalama Yağış Değerlendirmeleri.....	17
3.1.2 Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerlendirmeleri.....	28
3.2 İklim Tipi Haritaları	38
3.2.1 De Martonne İklim Sınıflandırması	38
3.2.2 Emberger İklim Sınıflandırması	48
3.2.3 Lang İklim Sınıflandırması	58
4. SONUÇ VE TARTIŞMA	67
5. ÖNERİLER.....	72
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ.....	92

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Balıkesir ili coğrafik konum haritası.....	10
Şekil 3.1 2020 yılına ait güncel verileri kapsayan YOY.....	18
Şekil 3.2 2040 yılı için önerilen SSPs245 senaryosuna göre YOY	19
Şekil 3.3 2040 yılı için önerilen SSPs585 senaryosuna göre YOY	20
Şekil 3.4 2060 yılı için önerilen SSPs245 senaryosuna göre YOY	22
Şekil 3.5 2060 yılı için önerilen SSPs585 senaryosuna göre YOY	23
Şekil 3.6 2080 yılı için önerilen SSPs245 senaryosuna göre YOY	24
Şekil 3.7 2080 yılı için önerilen SSPs585 senaryosuna göre YOY	25
Şekil 3.8 2100 yılı için önerilen SSPs245 senaryosuna göre YOY	26
Şekil 3.9 2100 yılı için önerilen SSPs585 senaryosuna göre YOY	27
Şekil 3.10 2020 yılına ait güncel verileri kapsayan YOS	28
Şekil 3.11 SSPs245 senaryosuna göre 2040 yılındaki YOS	30
Şekil 3.12 SSPs585 senaryosuna göre 2040 yılındaki YOS	31
Şekil 3.13 SSPs245 senaryosuna göre 2060 yılındaki YOS	32
Şekil 3.14 SSPs585 senaryosuna göre 2060 yılındaki YOS	33
Şekil 3.15 SSPs245 senaryosuna göre 2080 yılındaki YOS	34
Şekil 3.16 SSPs585 senaryosuna göre 2080 yılındaki YOS	35
Şekil 3.17 SSPs245 senaryosuna göre 2100 yılındaki YOS	36
Şekil 3.18 SSPs585 senaryosuna göre 2100 yılındaki YOS	37
Şekil 3.19 2020 yılı güncel verileri kapsayan De Martonne İS	39
Şekil 3.20 2040 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs245 senaryosu	40
Şekil 3.21 2040 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs585 senaryosu	41
Şekil 3.22 2060 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs245 senaryosu	42
Şekil 3.23 2060 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs585 senaryosu	43
Şekil 3.24 2080 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs245 senaryosu	44
Şekil 3.25 2080 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs585 senaryosu	45
Şekil 3.26 2100 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs245 senaryosu	46
Şekil 3.27 2100 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs585 senaryosu	47
Şekil 3.28 2020 yılı güncel verileri kapsayan Emberger İS.....	49
Şekil 3.29 2040 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs245 senaryosu.....	50
Şekil 3.30 2040 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs585 senaryosu.....	51
Şekil 3.31 2060 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs245 senaryosu.....	52
Şekil 3.32 2060 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs585 senaryosu.....	53
Şekil 3.33 2080 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs245 senaryosu.....	54
Şekil 3.34 2080 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs585 senaryosu.....	55
Şekil 3.35 2100 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs245 senaryosu.....	56
Şekil 3.36 2100 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs585 senaryosu.....	57
Şekil 3.37 2020 yılı güncel verileri kapsayan Lang İS	58
Şekil 3.38 2040 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs245 senaryosu	59
Şekil 3.39 2040 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs585 senaryosu	60
Şekil 3.40 2060 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs245 senaryosu	61
Şekil 3.41 2060 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs585 senaryosu	62
Şekil 3.42 2080 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs245 senaryosu	63
Şekil 3.43 2080 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs585 senaryosu	64

Şekil 3.44 2100 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs245 senaryosu	65
Şekil 3.45 2100 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs585 senaryosu	66



TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1 Balıkesir ili meteorolojik ortalama ölçüm periyot değerleri.....	13
Tablo 2.2 Lang kuraklık indisleri.....	15
Tablo 2.3 De Martonne kuraklık indisleri.....	15
Tablo 4.1 İklim parametrelerinden YOS değerlendirmeleri	67
Tablo 4.2 İklim parametrelerinden YOY değerlendirmeleri.....	68



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde

Kisaltmalar

AR5	: 5. Değerlendirme Raporu
ATYM	: Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CNRM	: Centre National de Recherches Météorologiques (Fransa Ulusal Meteorolojik Araştırma Merkezi)
CO₂	: Karbondioksit
EYS	: En Yüksek Sıcaklık
HadGEM2	: Hadley Centre Global Environment Model version 2
IDSKEP	: İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)
km	: Kilometre
km²	: Kilometrekare
m	: Metre
mak	: Maksimum
min	: Minumum
mm	: Milimetre
MPI-ESM	: Max-Planck-Institute Earth System Model
OEYS	: Ortalama En Yüksek Sıcaklık
OEDS	: Ortalama En Düşük Sıcaklık
OGS	: Ortalama Güneşlenme Süresi
OS	: Ortalama Sıcaklık
OYGS	: Ortalama Yağışlı Gün Sayısı
ppm	: Parts Per Million (milyonda bir birim)
RCP	: Representative Concentration Pathways
sa	: Saat
yy	: Yüzyıl

1. GİRİŞ

İklim değişikliği ile küresel ısınma bilimsel bir gerçeklik olarak kabul edilmektedir. Fransız fizikçi Claude Pouillet su buharı ile karbon gazının sera etkisinden sorumlu olduğunu ve bu gazlardan birindeki herhangi bir değişimin, küresel iklim değişikliği ile sonuçlanabileceğini tespit etmesinden sonra, 1896 yılında İsveçli bilim adamı Svante Arrhenius, atmosferde bulunan CO₂ konsantrasyonunun iki katına çıkması ile yerküre ikliminin bu olaydan önemli boyutta etkileneceğini kanıtlamıştır. Sanayi Devrimiyle birlikte tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerdeki artma, sera gazlarının yutak alanı ormanların tahrip edilmesi, kömür ve petrol gibi fosil yakıtların aşırı tüketilmesi gibi sebeple sera gazlarının yoğunluklarını artırmıştır. Ancak 1990 yılına kadar iklim değişikliği, siyasi bir sorun olarak görülmemiştir. Sebep olarak küresel ortalama sıcaklık veri kümesi gösterilmiştir. 1940 ile 1970'lerin ortalarında küresel sıcaklık eğrisinde düşüş eğilimi görüldüğü için bilim dünyasına buz çağına girileceği düşüncesi hâkim olmuştur. “Küresel soğuma teorisi” 1980'li yılların başlarında, küresel yıllık ortalama sıcaklık eğrisinin yükselişe geçişine kadar etkisini sürdürmüştür. Sıcaklık boyutunun artışı ile paleoiklim topluluğunun, küresel ısınmanın gerçekleşmesinin soğumaya kıyasla daha hızlı ve kolay olduğunu açıklamasından sonra, ancak yirminci yüzyılın sonlarında iklim değişikliğiyle mücadele konusunda harekete geçilmesi gerekliliği kabul görmüştür (Hırlak, 2020).

1.1 İklim, İklim Değişikliği ve Küresel Isınma

İklim, yeryüzünde yer alan oldukça geniş alanlar veya bölgeler üzerinde uzun yıllar süresince yaşanan veya gözlenen sıcaklık, buharlaşma, nem, hava basıncı, güneşlenme, yağış, rüzgâr, yağış şekli gibi tüm hava durumlarının ortalama özelliklerinin yanında bu olayların tekrar sürelerinin zamansal dağılımları ile gözlenen sınır değerlerin ve bütün değişkenliklerin birleşimidir (Yıldız, 2017).

İklim, yeryüzünü şekillendirmekle birlikte yönlendiren ve aynı zamanda doğal yaşam ile beşeri yaşamı doğrudan veya dolaylı yollarla etkisi altına alan atmosferik bir sistemler bütünüdür (Baygül, 2018). Dolayısıyla, iklim yalnızca insanları değil,

bütün canlı varlıklar ile ekosistemleri etkileyen ve şekillendiren bir etkiye sahiptir (Cantürk, 2020; Kilicoglu vd., 2020; Varol vd., 2021).

Yağış, Sıcaklık, nem, rüzgâr ve ışık gibi iklim bileşenleri belirli bir yerdeki bitki örtüsünün oluşumunda önemli bir yere sahiptir (Aktaş, 2020). İklim, insanlarla birlikte tüm canlıları ve ekosistemleri de etkileyen ve şekillendiren bir etkidir. Canlıların, özellikle bitkilerin, morfolojik ve fenolojik karakterlerinin oluşumunda yine iklim etkilidir (Cetin vd., 2018a,b,c; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Bozdogan, Sert vd., 2021; Kilicoglu vd., 2021). Dolayısıyla, iklim, yeryüzünde yer alan bitki türleri ile bitki topluluklarının yayılışını ve karakterlerini belirleyen önemli bir ekolojik faktördür (Cetin, 2015a,b; Cetin vd., 2018; Sancar ve Güngör, 2020; Sevik vd., 2020a,b; Zeren Cetin vd., 2020).

İklim değişikliği, küresel ısınma sonucu, iklimin diğer iklim öğelerinin de etkilenmesi ile dünyanın uzun jeolojik zamanlarında yaşananların aksine, son 15-20 yılda olduğu gibi normalden çok kısa bir dönemde hızla değiştiğini ifade eder (Çepel, 2003). İklim değişikliği, küresel atmosferin yapısını değiştiren ve benzer zaman dilimlerinde gözlemlenen doğal iklim değişkenliğine ek insan faaliyetine doğrudan veya dolaylı şekilde atfedilen iklim değişikliği şeklinde de tanımlanmaktadır (UNFCCC, 1992).

İklim değişikliğine dair temelde üç kavramın birbiri ile olan ilişkilerinin anlaşılması gerekmektedir. Bunlar sera etkisi, küresel ısınma ve iklim değişikliğidir. Sera etkisinin bozulan dengesi küresel ısınmaya, küresel ısınmanın uzun süreli olması ise iklim değişikliğine sebep olmaktadır (Robinson, 2008).

21.yy'da küresel sıcaklık artışlarının yaşandığı bilimsel gözlemler ile kanıtlanmış, bu ısınmanın birkaç on yılı kapsayarak kısa bir sürede iklim değişikliğine neden olacağı kabul edilmektedir. Atmosferdeki CO₂ oranının sanayi devriminden bu yana iki katına çıkması, 2030 yılına kadar muhtemel iklim değişikliklerinin görüleceğini belirtmektedir. Görülecek ilk değişim sıcaklık artış farkı olacaktır (Gökalp ve Karaman, 2010).

Günümüzde dünya genelindeki en büyük sorunların başında çevre kirliliği gelmektedir (Arıcak vd., 2019; Ucuñ Özel vd., 2019; Koc vd., 2021; Sevik, 2021). Sanayi devrimi ile birlikte insanların istek ve ihtiyaçları çeşitlenerek artmış, bu istek ve ihtiyaçların karşılanabilmesi amacıyla yapılan üretim, yeraltındaki mineral kaynakların çıkartılarak sanayideki hammadde olarak kullanılması sonucunu doğurmuştur (Altera vd., 2019; Bayraktar, 2020a,b; Sevik, 2020; Kaplan vd., 2021). Bu süreç, sanayide hammadde olarak kullanılan çeşitli kirleticilerin salınımına bağlı olarak hava (Cetin, 2016; Cetin vd., 2019; Alaçouri vd., 2020a,b; Arıcak vd., 2020), su (Ucuñ Özel vd., 2020) ve toprağın (Bayraktar vd., 2019a,b,c; Cetin vd., 2019) kirlenmesine neden olmuştur. Bu süreçte havadaki CO₂ konsantrasyonunun artışına bağlı olarak kuvvetlenmiş sera etkisi yaşanması, küresel ısınmayı daha da arttırmaktadır. Küresel ısınma, dünyada sistematik bir şekilde sıcaklığın artışı olarak tanımlanmaktadır. Sera etkisini yaratan gazların insanlar tarafından atmosfere salınması ile birlikte ısı artışı ve iklim değişikliği gibi terimler hepsi için kullanılmaktadır (Cörüt, 2019). Sonuç olarak küresel ısınma insanın etkisi ile oluşan iklim değişiminin en önemli etkenlerinden bir tanesidir.

Küresel Isınma, 21.yy'da insanlık için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. İklim değişikliği, insanları öldürücü ısı dalgaları, kıtlıklar, kuraklıklar, orman yangınları, seller, fırtınalar, hastalıklar gibi felaketler ile tehdit etmektedir. Bu felaket, ülkeleri, azalan dünya kaynakları için savaşırlara itebilir. İklim değişikliği ile Küresel Isınma terimleri aynı anlamda gibi ifadeler kullanılmaktadır. Oysaki İklim değişikliği artan sıcaklıkla birlikte atmosferde daha başka değişikliklerin de oluştuğunu vurgulamaktadır (Yardım, 2007).

- **İklim Değişikliği** doğal iklim değişikliklerine ek dolaylı veya doğrudan karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklimdeki küresel atmosferin birleşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklim değerlerinde (sıcaklık, yağış, rüzgâr vb.) oluşan bir değişikliği anlatılmaktadır (Yardım, 2007).
- **Küresel Isınma** Dünyanın yüzeyinde ve iklim olaylarının oluştuğu troposferdeki ortalama sıcaklığın artmasıdır. Küresel Isınma; hem doğal, hem

de insan faaliyetleri sonucunda oluşur. Genel olarak Küresel Isınma insan faaliyetleri neticesinde ortaya çıkan sera gazlarının artmasının sebep olduğu ısınma olarak tarif edilmektedir (Yardım, 2007).

Atmosfer, kendisine özgü kimyasal ve fiziksel özellikleri bulunan birçok gazın karışımından oluşan, yeryüzünde vazgeçilmez bir ortamdır. Atmosferin bileşimi sabit değildir; yerden yere, dönemden döneme değişebilmektedir. Atmosferi oluşturan başlıca gazlar, oksijen (%20,95) ve azot (%78,08) kuru ve temiz hava hacminin %99'unu oluşturmaktadır. Bu gazlar atmosferde en çok bulunan bileşenler ve yerküre üzerinde yaşam üzerinde oldukça önemli olmalarına rağmen, hava olaylarını etkilemedeki görevleri azdır. Kalan yaklaşık %1'lik kuru hava bölümü ise, etkisiz bir gaz olan argon (%0,93) ile nicelikleri çok küçük olan bazı eser gazlardan oluşmaktadır. Önemli bir sera gazı olan CO₂, atmosferdeki birikimi çok küçük olmakla birlikte, %0,037 oranıyla dördüncü sırada yer almaktadır (Yardım, 2007).

Dünya ikliminde son yüzyılda ehemmiyetli farklılıklar alana geldiği ve bu farklılıkların ileriki zamanlarda tesirini daha ciddi bir biçimde göstereceği belirtilmektedir (Demircan vd., 2017; Hepbilgin ve Koç, 2018). İklim değişikliği ile birlikte; dünyada yoksulluk, çölleşme, su savaşları, biyolojik çeşitlilikte azalış, ormanlar ile su kaynaklarında azalış, sağlık problemlerinde artış, hava kirliliğinde artış gibi birçok sosyal ve ekonomik sorunlar olacağı belirtilmektedir (Koç, 2011).

İklim Değişikliğinin oluşturacağı riskleri, bilimsel çerçevede kapsamındaki Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change/IPCC), beş ila yedi yılda bir Dünya'daki iklim sisteminde bulunduğu nokta ile ilgili değerlendirme raporu hazırlamaktadır. Birinci rapor 1990 yılında, ikinci 1995, üçüncü 2001, dördüncü 2007 ve beşinci rapor 2013-2014 yıllarında yayınlanmıştır (URL-1, 2019). IPCC'nin 2013'te yayımladığı raporunda Türkiye'yi de kapsayan Akdeniz Havzası ve Kuzey Afrika gibi bölgelerde kuraklıkta artış olduğunu, ülkemizin kuraklık tehlikesinden çok daha fazla etkileneceği belirtilmektedir (IPCC, 2013).

Dolayısıyla iklim değişiminde meydana gelebilecek değişikliklerin bütün canlıları etkilemesi beklenmektedir. Bu sebeple iklim değişikliğinin çiftlik hayvanları (Hristov vd., 2018), balıklar (Lynch vd., 2016), memeliler (Cordes vd., 2020) gibi çeşitli canlılar, gıda güvenliği ve tarım ürünleri (Fan vd., 2016; Nelson vd., 2018; Chandio vd., 2020), çeşitli ekosistemler (Bachelet vd., 2016; Rogora vd., 2018; Shang vd., 2019), su kaynakları (Smerdon, 2017; Lauffenburger vd., 2018), hava kirliliği (Cetin ve Sevik, 2016a,b,c; Reinmuth-Selzle vd., 2017), ormanlar (Holopainen vd., 2018; Ciceu vd., 2020), toprak kullanımı (Zhou vd., 2019), insan sağlığı (D'amato vd., 2016; George vd., 2017) üzerine olan etkileri konusunda bir çok çalışma yapılmıştır.

1.1.1 İklim Sınıflandırmaları

İklim değişikliğini ele alan, sıcaklık ile yağış ortalamalarındaki değişimler açısından, çok sayıda çalışma bulunmaktadır. İklim değişikliğinin tahmini amacıyla farklı senaryolar ve iklim indisleri kullanılarak yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Rahimi vd., 2013; Gunawat vd., 2016; Chowdhury, 2018; Hepbilgin ve Koç, 2018; Saatsaz vd., 2018; Rabat, 2019).

İklim değişikliği etkilerinden birisi de doğal süreçlerdeki meteorolojik kaynaklı olan doğal afetleri tetiklemesidir. İklimin ve iklim değişikliğinin etkileri çeşitli çalışmalara konu olmuştur (Türkeş, 1996; Tatli vd., 2004; Saris vd., 2010; Altınsoy vd., 2011; Bahadır, 2011; Önol vd., 2011; Demir vd., 2013; Demircan vd., 2014; Yigit vd., 2014; Babaeian vd., 2015; Cetin, 2016; Gürkan vd., 2016; Wang vd., 2016; Hepbilgin ve Koç, 2017a,b; Yuçedag vd., 2018; Kaya vd., 2019; Cetin vd., 2020; Ortakavak vd., 2020).

Çalışma kapsamındaki iklim sınıflandırmaları (De-Martonne, Lang, Emberger vb.) da çok sayıda çalışmada kullanılmıştır (Türkeş ve Erlat, 2003; Zarghami vd., 2011; Rahimi vd., 2013; Pravalie vd., 2014; Pudmenzky vd., 2015; Cheval vd., 2017; Gholami vd., 2017; Liv vd., 2017; Reihan vd., 2017).

Yağış değerleri esas alınarak geliştirilen sınıflandırmalarda beş iklim sınıfı oluşturulmuştur. Bunlar; nemli, kısmen nemli, çok nemli, kurak ve yarı kuraktır.

İlerleyen zamanda iklim sınıflandırmalarında gerçekleştirilen yağış ve sıcaklık değerlerine ek radyasyon değerleri ve hava kütleleri dikkate alınmıştır. Bu yeni değerler ile gerçekleştirilen sınıflandırmalardan biri Köppen'in gerçekleştirdiği sınıflandırmadır. Wladimir Petrovic Köppen, 1884 yılında iklim kuşaklarını mevsimsel sıcaklık değişikliklerini ön planda tutarak belirlemiştir. Çalışmalarına 1900'lerde başlayan Köppen, iklim sınıflandırmasına yönelik çalışmalarının son halini 1936'da yayınlamıştır. Sonrasında Köppen, Alman klimatolog Rudolf Geiger'le birlikte gerçekleştirdiği çalışmalarda, iklim sınıflandırmasında yağış ve sıcaklık değerleri ile toprak çeşitleri ve bitki türleri dağılışında etkili değişkenleri de alarak beş makroklima ile yirmi dört alt iklim tipi belirlemiştir.

Köppen, iklim sınıflandırmasından sonra Alissow ile gerçekleştirdiği sınıflandırmada, hava kütlelerinin etki alanları ile oluştuğu sahaları gözlemleyerek yeryüzünü tropikal, subtropikal, kutbi, ekvatorial, subekvatorial, orta iklim subarktik olarak 6 kuşağa ayırmıştır. Alissow iklim sınıflandırmasından sonra 1942 yılında De Martonne, 1947 yılında Holdridge, 1948 yılında Thornthwaite, 1951 yılında Strahler, 1955 yılında Emberger, 1968 yılında ise Trewartha iklim sınıflandırması gerçekleştirilmiştir (Erlat, 2014).

1.1.2 İklim Modelleri

Dünya'nın yeryüzünde ölçülen sıcaklığı ortalama 14 °C olmasına rağmen uydu gözlemleriyle hesaplanan sıcaklığı ise -19 °C'dir. Bu fark sera gazı olarak adlandırılan karbondioksit, metan, su buharı gazlarının absorbe ettiği uzun dalga boylu ışıınımdan kaynaklanmaktadır. Dünya'yı bildiğimiz anlamda yaşanabilir kılan bu mekanizma sanayi devrimi sonrası artan sera gazı emisyonları nedeniyle alışıl gelmiş insan aktivitelerinin devamını riske eden boyutlara ulaşmıştır (URL-2, 2019).

İnsan kaynaklı iklim değişikliğinin araştırılması ve boyutlarının ortaya konması amacıyla 1988 yılında IPCC kurulmuş ve günümüze kadar iklim değişikliğinin boyutları ve buna bağlı olarak adaptasyon, zarar azaltma ve uyum çalışmalarını öneren beş rapor yayınlamıştır. Her rapor kapsamında yapılan çalışmalarda iklim

sistemini etkileyen bileşenler daha detaylı ve yüksek çözünürlükte işlenmiştir. Sonuç olarak, sera gazlarındaki artışın iklime, insanlığa ve ekolojik dengeye zarar verecek şekilde değişeceği hususunda hemfikir sonuçlar ortaya koymuştur (URL-2, 2019).

IPCC'nin 5. Değerlendirme Raporu (AR5) 2013 yılında yayınlanmış ve bu raporun tabanını olan CMIP5 arşivinden seçilmiş üç adet küresel model çıktıları IDSKEP (2016) (İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi) kapsamında kullanılmak üzere seçilmiştir (URL-2, 2019).

Seçilen Küresel Modeller;

- HadGEM2-ES HadGEM2 (Hadley Centre Global Environment Model version 2), İngiltere Meteoroloji Servisi'ne bağlı bir enstitü olan Hadley Centre tarafından geliştirilen 2. nesil bir yer sistem modelidir (Met Office, 2017). HadGEM2-ES (iyimser-RCP4.5 ve kötümser-RCP8.5) senaryolara ait bölgesel iklim modeli (RegCM4.3.4) üç döneme ait (2016-2040; 2041-2070; ve 2071-2099) yıllık ortalama yağış anomalileri değerlerini ölçmektedir (Hepbilgin ve Koç, 2017).

- MPI-ESM-MR MPI-ESM (Max-Planck-Institute Earth System Model) modeli Almanya Max Planck Enstitüsü tarafından geliştirilen atmosfer, yüzey ve okyanus alt modüllerden oluşan bütünleşik bir yer sistem modelidir (MPI, 2017). Bu küresel dolaşım modeli çıktıları RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarıdır. Bu senaryolar, IPCC 5. Değerlendirme Raporu'nda en çok seçilen senaryolardır. Düşük çözünürlükteki küresel model dotalarından daha da yüksek çözünürlüklü iklimsel parametreler oluşturmak amaçlanmıştır (Gürkan vd., 2015).

- CNRM-CM5.1 CNRM-CM5.1, CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques - Fransa Ulusal Meteorolojik Araştırma Merkezi) ve CERFACS (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée - Avrupa Araştırma ve İleri Eğitim Merkezi - Fransa) işbirliğiyle geliştirilen yer sistem modelidir (CNRM, 2017). Bu model, iklim simülasyonlarını çalıştırmak için bağımsız olarak tasarlanmıştır. Nehirlerden okyanusa su tahliyesi ve nehir yönlendirmesini simüle etmek için geliştirilmiştir (CNRM, 2017).

Dünyanın birçok bölgesinde Bölgesel İklim Modeli – RegCM4.3 Küresel iklim modellerinin tamamlayıcısı olan bölgesel iklim modelleri, kullanılmaktadır. Bu modeller, küresel boyuttaki iklim analizlerine veya simülasyonlarına yerel etkileşimleri dahil ederek ayrıntılı iklim süreçlerini ortaya koyarlar. Son yirmi yılda yapılan bölgesel iklim modelleri üzerindeki araştırmalarda önemli boyutta ilerlemeler elde edilmiş, hesaplama olanaklarının artmasıyla daha yüksek çözünürlükte daha uzun simülasyonlar mümkün hale gelmiştir (Rahman ve Rajib, 2012).

Genellikle yer kürenin belirli bir alanını bölgesel bir model daha yüksek çözünürlükte hesaplar. Böylece yüksek çözünürlükteki hudutlu olan alan bölgesel iklim modeliyle ülke ölçeğinde muhtelif projeksiyonlar üretilebilir (URL-2, 2019).

1990’lardan itibaren IPCC yayımladığı raporlarında çeşitli iklim senaryoları sunmuştur. En güncel IPCC 5. Değerlendirme Raporu (AR5) hazırlıklarında ve kapsamında ise RCP (Representative Concentration Pathways – Temsili Konsantrasyon Rotaları) adı verilen yeni iklim senaryoları araştırmaları gerçekleştirilmiş ve sunulmuştur. AR5 kapsamında farklı kabullerin toplam kümülatif ışınsal zorlama değerleri karşılaştırılarak dört adet RCP senaryosu türetilmiştir (URL-2, 2019). Bunlar RCP6, RCP4.5, RCP3PD/RCP2.6, RCP8.5 dir.

RCP senaryoları muhtemel derişim ve sıcaklık artış değerleri itibariyle incelendiğinde;

RCP2.6 senaryosu RCP senaryoları içerisinde en iyimser olanıdır, senaryoya göre CO₂ ölçüsünün çoğalış göstereceği ve 2050 yılı itibariyle (442 ppm) zirveye erişecektir. Ardından ekolojik ve çevre odaklı koruma ihtiyatlarının ön plana çıktığı bir dünya görüşü özümzenecek, CO₂ miktarının 2050 yılından itibaren azalan trend göstererek yüz yılın sonlarına doğru 421 ppm’e düşeceği varsayım edilmektedir. Bununla birlikte asrın sonlarında sıcaklıkta ortalama 1,0 °C’lik (min: 0,3 °C /mak: 1,7 °C) bir artış olacağı öngörülmektedir (Gürkan vd., 2015).

RCP4.5 senaryosuna göre gelişen teknoloji ile nüfus artışına bağılı olarak CO₂ miktarındaki artışın yüzyılın sonuna kadar devam edebileceği ve 2100 yılında 538

ppm'e ulaşacağı, sıcaklığın ise 1,8 °C'lik (min: 1,1 °C /mak: 2,6 °C) artış göstereceği öngörüsünde bulunulmuştur (Gürkan vd., 2015).

RCP6.0 senaryosunda RCP4.5'te olduğu gibi artan nüfus ve endüstrileşme ile birlikte CO₂ miktarının yüzyılın sonuna kadar çoğalacağı, 2100 yılı itibariyle değerin 670 ppm'e ulaşacağı öngörülmüştür. Sıcaklıkta ise 2,2 °C'lik (min: 1,4 °C /mak: 3,1 °C) çoğalış göstereceği tahmin edilmektedir (Gürkan vd., 2015).

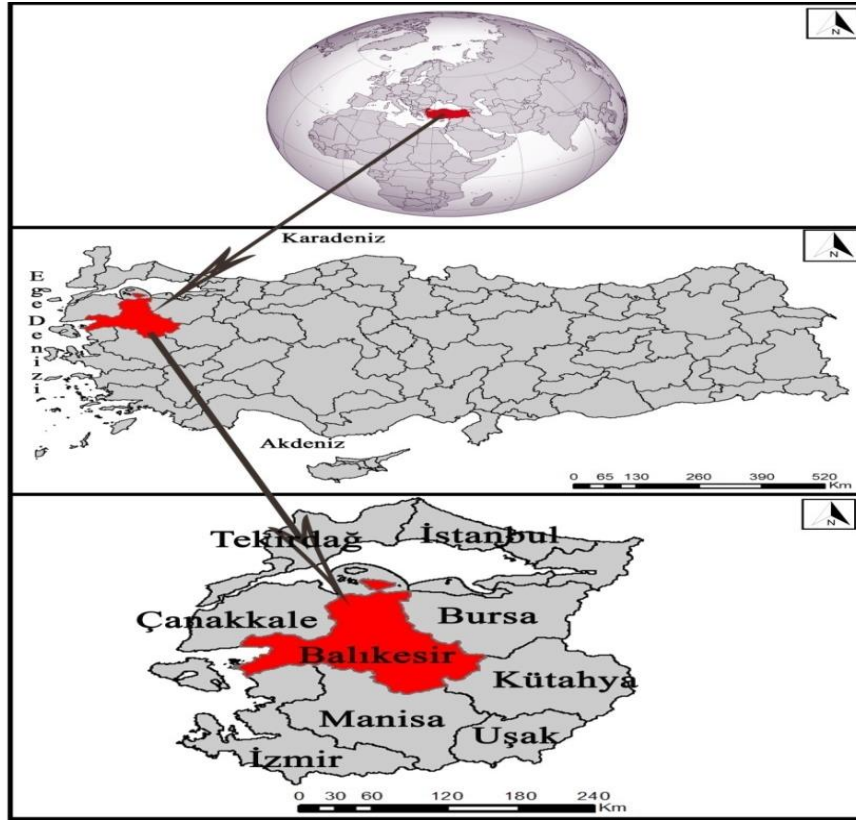
RCP8.5 senaryosuna göre ise yeniden popülasyonun giderek çoğalacağı, büyüyen teknoloji ile beraber endüstrileşme faaliyetlerinin nispeten daha fazla olacağı, tüm bunların sonucunda da, meydana gelen ciddi çoğalış ile beraber CO₂ miktarının 2100 yılı itibariyle 936 ppm'e kadar erişeceği, sıcaklığın ise yaklaşık 3,7 °C'lik (min: 2,6 °C /mak: 4,8 °C) bir çoğalış göstereceği öngörülmektedir (Gürkan vd., 2015).

Bu çalışmada Balıkesir ili genelinde bazı iklimsel değişkenlerin ve dolayısıyla gelecek yıllarda oluşması beklenen kuraklık durumunun farklı iklim modelleri kullanılarak ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL YÖNTEM

2.1 Materyal

Çalışma Balıkesir il sınırlarını kapsamaktadır. İlin coğrafik konumu Şekil 2.1’de verilmiştir. Balıkesir ili ve iklim parametrelerinden yağış ve sıcaklık veri kayıtları materyal olarak kullanılmıştır.



Şekil 2.1 Balıkesir ili coğrafik konum haritası

2.2 Balıkesir Hakkında Coğrafik Bilgiler

Balıkesir, Marmara Bölgesi’nde batıdan Ege Denizi’ne, kuzeyden Marmara Denizi’ne olan kıyıları bakımından önemli bir coğrafi konumda bulunmaktadır. Az engebeye sahip olan Balıkesir ilinin yer şekilleri, büyük ölçüde dalgalı düzlüklerden oluşmaktadır. İl alanının yarısından fazlasını kaplayan plato düzlükleri akarsu vadileriyle parçalanmıştır. 2000 m’yi bulmayan yükseklikteki ilin, genel görünümde kuzey kesimini, Karadağ’ın batı uzantıları engebeleridir. İlin güneydoğu ile

güneybatı kesimleri daha dağlıktır. Güneydoğuda Alaçam Dağları'na bağlı Ulus Dağ'ının doruğu 1769 metreye ulaşır. Güneybatı-kuzeydoğu doğrultusundaki Kaz Dağları, il sınırındaki Karataş Tepesinde 1774 m'lik bir yükseklik bulur (URL-3, 2021).

Yüzölçümü 14.583 km² ve 1.240.285 nüfusa (2020-TÜİK) sahip olan Balıkesir, kuzeydoğuda Bursa, güneydoğuda Kütahya ve Manisa, batıda Ege Denizi ve Çanakkale, güneybatıda İzmir iline komşudur. Balıkesir ilinin coğrafik konum haritası Şekil 1'de verilmiştir. İl, 39°40' Kuzey enlemler ile 26°28' Doğu boylamları arasında yer almaktadır. İl sınırları hem Ege hem de Marmara Bölgesi içerisinde dağılmıştır (URL-3, 2021).

Genel olarak kentin iklimi Marmara Bölgesi geçiş iklim tipidir (Koçman, 1993). Fakat daha ayrıntılı incelendiğinde, Ege kıyılarında, yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz ikliminin etkileri görülmektedir. Dolayısıyla, denizden uzaklaştıkça batıdan doğuya, kuzeyden ise güneye doğru inildikçe, nispeten karasal iklim özellikleri görülmektedir (Ersayın ve Tağıl, 2015).

Akdeniz ikliminin yanı sıra il genelinde yer yer Karadeniz ve Karasal iklimin etkisi görülür. Marmara kıyılarında ise Karadeniz ikliminin etkisiyle yazlar nispeten serin geçmektedir. Kıyılardan iç kesimlere gidildikçe karasallık eğilimi göstermekte ve kışlar daha soğuk hissedilmektedir (URL-3, 2021).

İlin tarım arazileri içerisinde en geniş alanını yaklaşık 300.000 hektar ile tarla alanları oluşturmaktadır. 82.000 hektarı zeytinlik, 625.000 hektarı ormanlık alan, 413.000 hektarı tarım arazisi, 82.000 hektarı çayır ve mera alanı, 325.000 hektar alanı ise tarım dışı araziler oluşturmaktadır. Balıkesir, sahip olduğu iklim koşulları, sulama imkânları ve uzun hasat süresi ile tohum yetiştiriciliği için imkân sağlamaktadır. İlde jeotermal su kaynaklarının varlığı sıcaklık ve debisinin seracılık faaliyetleri için uygun olmasını sağlamaktadır. Hayvancılık olarak büyükbaş, küçükbaş, kanatlı hayvan, arıcılık ve balıkçılık büyük önem kazanmıştır (URL-4, 2016).

Ülkemiz yarı nemli/yarı kurak orta enlem bölgesinde yer almaktadır. Türkiye'de yarı kurak ve kurak alan olarak 51 milyon hektarlık arazi olarak kullanılmaktadır. Bir başka deyiş ile ülkemizin %37,3'ünde yarı kurak iklim koşulları hâkimiyet kurmuştur. Yağışın dağılımı ve miktarında ortaya çıkan su kaynakları, yağışa bağımlı olan kuru tarım gibi değişiklikler sebebiyle etkilerini belli etmektedir. İnsanlık tarihi süresince çeşitli kuraklıklar meydana gelmiştir. Türkiye de iklim bölgesi olarak yarı kurakta yer aldığından dolayı geçmişte kuraklığın etkisi altında kalmış ve kuraklık yakın zamanda da küresel iklim değişiklikleri ile birlikte sık ve şiddetli olacağından bugüne göre daha fazla tehlikeli olacaktır (Turan, 2018).

Günümüzde buna karşılık kaynakların yanlış ve aşırı kullanılması, nüfus artışı, çarpık kentleşme, sanayileşme, ormanların tahribi ve çevre kirliliği gibi etkenlerin de iklim değişikliğine sebep olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla Türkiye'nin tüm bölgeleri gelişim ve değişim gösteren küresel boyuttaki iklim değişikliği ile kuraklık ve çölleşme riski altındadır. Çalışma alanı için değişikliklerin mümkün olabildiğince erken ve doğru bir şekilde tahmini, alınacak tedbirlerin belirlenmesi ve meydana gelebilecek değişikliklerin yıkıcı sonuçlar doğurmaması açısından büyük önem arz etmektedir.

Balıkesir ilinde 1938-2019 yılları arasında yapılan meteorolojik ortalama ölçüm periyot değerleri (URL-5, 2021) Tablo 2.1'de verilmiştir. İl genelinde yapılan uzun dönem ölçüm periyodunda en yüksek sıcaklık 43,7 °C ile 25.08.1958'de, en düşük sıcaklık -21,8 °C ile 13.01.1954'te, günlük toplamda en yüksek yağış miktarı 16.11.2004'te 126,8 mm, günlük en hızlı rüzgâr 14.12.1966'da 103 km/sa en yüksek kar boyu 14.02.2004'te 32 cm olarak hesaplanmıştır (URL-5, 2021). Yıllık ortalama sıcaklık 24,8 °C ile Temmuz ve Ağustos aylarında görülür. Ortalama en yüksek sıcaklık 32,5 °C ile yine Temmuz ayında görülürken, ortalama en düşük sıcaklık 0,8 °C ile Ocak ayında görülmektedir. Ortalama güneşlenme süresi yine en çok Temmuz ayındadır. Ortalama yağışlı gün sayısı ile aylık toplam yağış miktarı ortalaması en çok Ocak ayında görülür. En yüksek sıcaklık 43,7 °C ile Ağustos ayında, en düşük sıcaklık -21,8 °C ile Ocak ayında olduğu görülmektedir.

Tablo 2.1 Balıkesir ili meteorolojik ortalama ölçüm periyot değerleri

	OC	ŞB	MT	NI	MY	HZ	TE	AĞ	EY	EK	KA	AR	YILLIK
OS(°C)	4,5	6,1	8,6	12,9	17,7	22,3	24,8	24,8	20,9	15,7	10,2	6,5	14,6
OEYS(°C)	8,8	11,1	15,3	19,8	25,3	30,1	32,5	32,4	28,5	22,5	16,3	10,3	21,1
OEDS(°C)	0,8	1,8	3,4	6,3	10,4	15,0	17,9	18,5	14,1	9,9	5,1	2,2	8,8
OGS(sa)	2,9	3,8	5,3	6,8	8,6	10,4	11,5	10,4	8,1	6,1	4,0	2,6	80,5
OYGS	13,5	12,2	11,5	9,5	7,4	5,3	1,1	1,1	4,2	7,2	8,9	12,3	94,2
ATYM(mm)	85,2	73,0	64,9	53,8	37,9	34,0	10,7	4,8	30,7	52,9	74,6	82,5	605,0
EYS(°C)	23,5	25,2	30,7	35,2	38,5	42,5	43,2	43,7	40,3	36,4	29,9	26,1	43,7
EDS(°C)	-21,8	-18,8	-8,0	-4,0	0,6	4,0	9,1	6,0	4,0	-2,3	-7,9	-12,9	-21,8

- OS (°C) : Ortalama Sıcaklık
 OEYS (°C) : Ortalama En Yüksek Sıcaklık
 OEDS (°C) : Ortalama En Düşük Sıcaklık
 OGS (sa) : Ortalama Güneşlenme Süresi
 OYGS : Ortalama Yağışlı Gün Sayısı
 ATYM (mm) : Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması
 EYS (°C) : En Yüksek Sıcaklık
 EDS (°C) : En Düşük Sıcaklık

2.3 Yöntem

Bu çalışmada 1938-2019 yılları arası Balıkesir ili meteoroloji istasyonlarına ait veriler referans olarak kullanılmıştır. Balıkesir ili meteoroloji verilerine ait yıllık ortalama sıcaklık ile yıllık ortalama yağış değerlerinden faydalanılmıştır.

Gelecek iklim tiplerinin tespitinde SSPs4.5 ve SSPs8.5 senaryolarına ait Hadley Global Environment Model 2-Earth System (HadGEM2-ES) küresel iklim modeliyle üretilen 2040-2100 yıllarına ait yukarıda verilen iklim parametrelerinin değerleri

kullanılmıştır (Akçakaya vd., 2015). Ortalama sıcaklık için en yakın tahmin sonuçlarının MPIESM-MR ve HadGEM2-ES modelleri için gerçekleştirildiği görülmüştür. Yine toplam yağış için gözlenen değerlere en yakın tahminleri HadGEM2-ES ve MPI-ESM-MR küresel iklim modelleri sağlamaktadır (URL-5, 2019). Bu yüzden bu çalışmada HadGEM2-ES modeli tercih edilmiştir. HadGEM2 (Hadley Centre Global Environment Model version 2), İngiltere Meteoroloji Servisi'ne bağlı bir enstitü olan Hadley Centre tarafından geliştirilen 2. nesil bir yer sistem modelidir (Met Office, 2017).

Çalışma kapsamında 2040-2100 yıllarında oluşması muhtemel sıcaklık ve yağış durumunun il genelindeki dağılımı, Coğrafi bilgi sistemi bazlı olarak yürütülmüştür. İklim formülleri olan Lang, Emberger ve De-Martonne iklim indislerine göre CBS programlarından ArcGIS uygulanmış ve Balıkesir ilinin iklim modelleri elde edilmiştir. İlk başta CBS, Roger Tomlinson'un öncü çalışmaları ile ortaya çıkmıştır. Tomlinson, 1963 yılında ilk bilgisayar destekli haritalama işlemini gerçekleştirmiştir (URL-6, 2021). Bu geniş kullanım alanından dolayı CBS, çok sayıda çalışmada kullanılmıştır (Cetin, 2017; Cetin vd., 2017a,b,c,d; Cetin, 2018; Cetin vd., 2018c; Cetin, 2019; Cetin vd., 2019; Kaya vd., 2019; Zeren Cetin, 2019; Adiguzel vd., 2020; Cetin, 2020a,b; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Varol vd., 2021). Bu iklim tiplerinin etkili olacağı alanlar senaryolarla haritalara işlenerek 2020 (günümüz), 2040 ve 2100 dönemleri değerlendirilerek sıcaklık, kuraklık ve yağış gibi iklim değişiklikleri tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Bu parametrelere göre oluşturulan ve çalışmada kullanılan De Martonne, (1926) Emberger (1932) ve Lang iklim sınıflandırma formülleri (Akman, 1990) aşağıda verilmiştir.

Lang Yöntemi:

Bir yerin iklim ve toprak tipini açıklayan Lang'ın yağmur faktörü (etkenlik) formülü aşağıdaki Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

$$F = r \text{ (mm)} / t \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ dir.} \quad (2.1)$$

Formüldeki; **F** = Yağmur faktörünü,

r= Yıllık ortalama yağış miktarını ve

t = yıllık ortalama yağış değerini göstermektedir (Uluocak, 1977).

Tablo 2.2 Lang kuraklık indisleri

F (Yağmur Faktörü)	Toprak Tipi
40'ın altında	Tuzlu-Kumlu Topraklar
40-60 arası	Kırmızı ve Lateritler
60-100 arası	Esmer ve Kahverenkli Topraklar
100-160 arası	Kara Toprak
160 üzeri	Ham humus ve podseller

De Martonne Yöntemi:

Bir yerin iklim tipini açıklayan De Martonne kuraklık indisi formülü aşağıdaki Tablo 2.3'te verilmiştir.

$$I = P \text{ (mm)} / T+10 \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ dir.} \quad (2.2)$$

Formüldeki; **I** = Kuraklık indisini,

P= Yıllık yağış miktarını ve

T = Yıllık sıcaklık değerini göstermektedir (Uluocak, 1977).

Tablo 2.3 De Martonne kuraklık indisleri

I (Kuraklık İndisi)	İklim Tipi
$I < 10$	Kurak
$10 < I < 20$	Yarıkurak
$20 < I < 30$	Yarınemli
$I > 30$	Nemli

Emberger Yöntemi:

Bir yerin Akdeniz iklimin sınırlarını belirlemeyi açıklayan (Akman, 2011) Emberger kuraklık indisi formülü şöyledir:

$$I = 2P / (M+m) (M-m) \quad (2.3)$$

Formüldeki; **P**: Yıl içerisindeki Yağışlı Gün Sayılarındaki Yağış Toplamı (mm)

M: En Sıcak Ayın Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)

m: En Soğuk Ayın Minimum Sıcaklık Ortalaması (°C)

Formül sonucunda “ $I < 10$ ” çıktığında hesaplanan istasyonun Akdeniz iklim sınırları içerisinde olduğu ve aylık kuraklık indisinin 0-10 arasında olduğu anlaşılmaktadır.

Balıkesir Meteoroloji İstasyonu verilerine göre yörenin kuraklık indisi; $I = 605 / 14,6 + 10 = 24,59$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer ile Balıkesir ili iklim tipinin De Martonne’e göre yarı nemli olduğu belirlenmiştir.

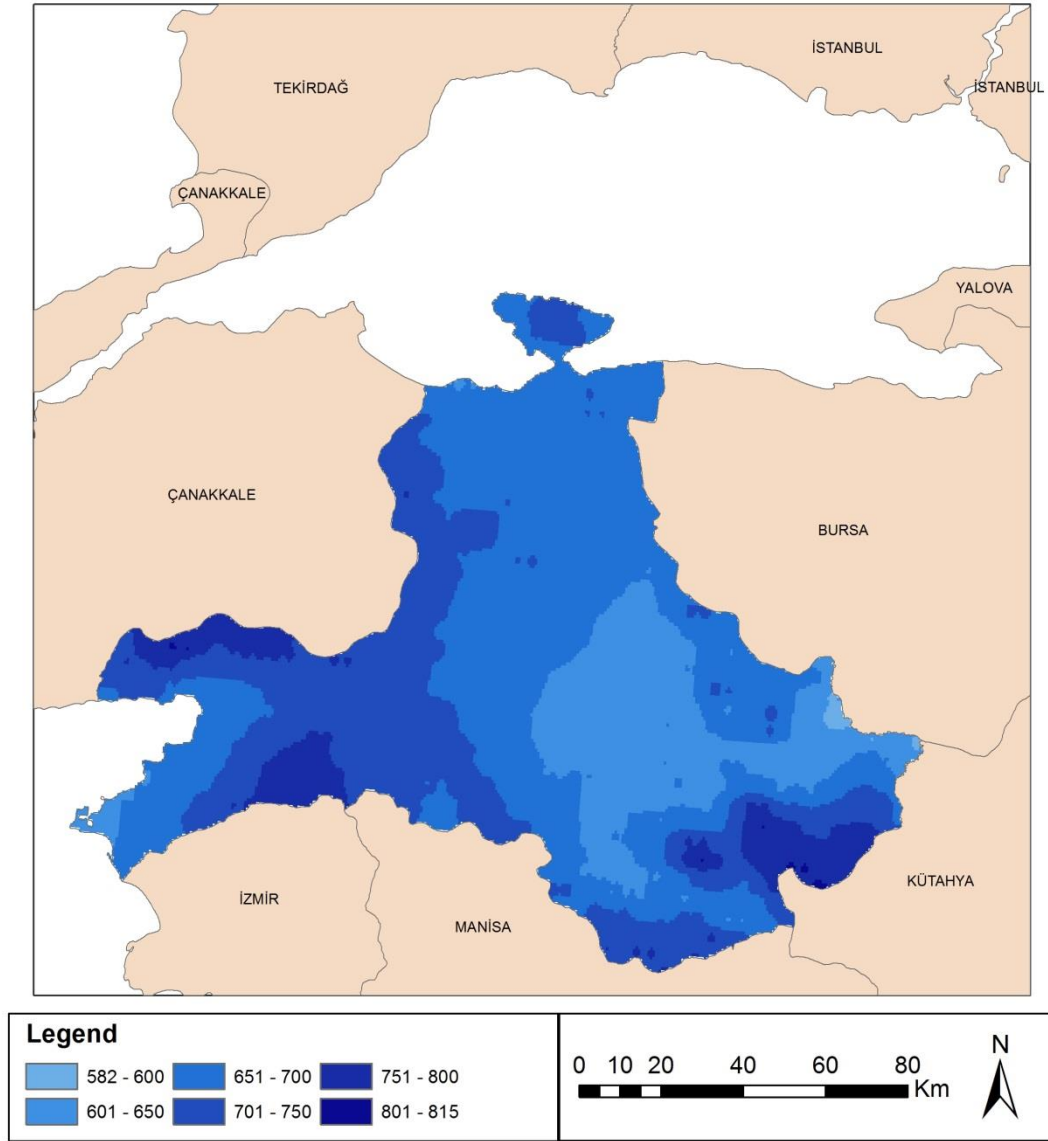
Balıkesir Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Balıkesir ilinin yağmur faktörü; $F = 605 / 21,1 = 28,67$ olarak hesaplanmıştır. Lang formülüne göre 40’ın altındaki yağmur faktörü değerleri kuraklığı, bunun üzerinde bulunan değerler ise nemliliği ifade eder.

3. BULGULAR

3.1 İklim Parametreleri

3.1.1 Yıllık Ortalama Yağış Değerlendirmeleri

Çalışmaya konu iklimsel parametrelerin en önemlilerinden birisi ve su açığının ortaya çıkarak kuraklığın oluşmasına sebep olan temel faktör yağış miktarıdır. Çalışma kapsamında Balıkesir’de yıllık ortalama yağış miktarının günümüzdeki dağılımı ve gelecekteki muhtemel durumu belirlenerek haritalara aktarılmıştır. Balıkesir’de 2020 yılı yıllık ortalama yağış (YOY) durumunu gösterir harita Şekil 3.1’de verilmiştir.

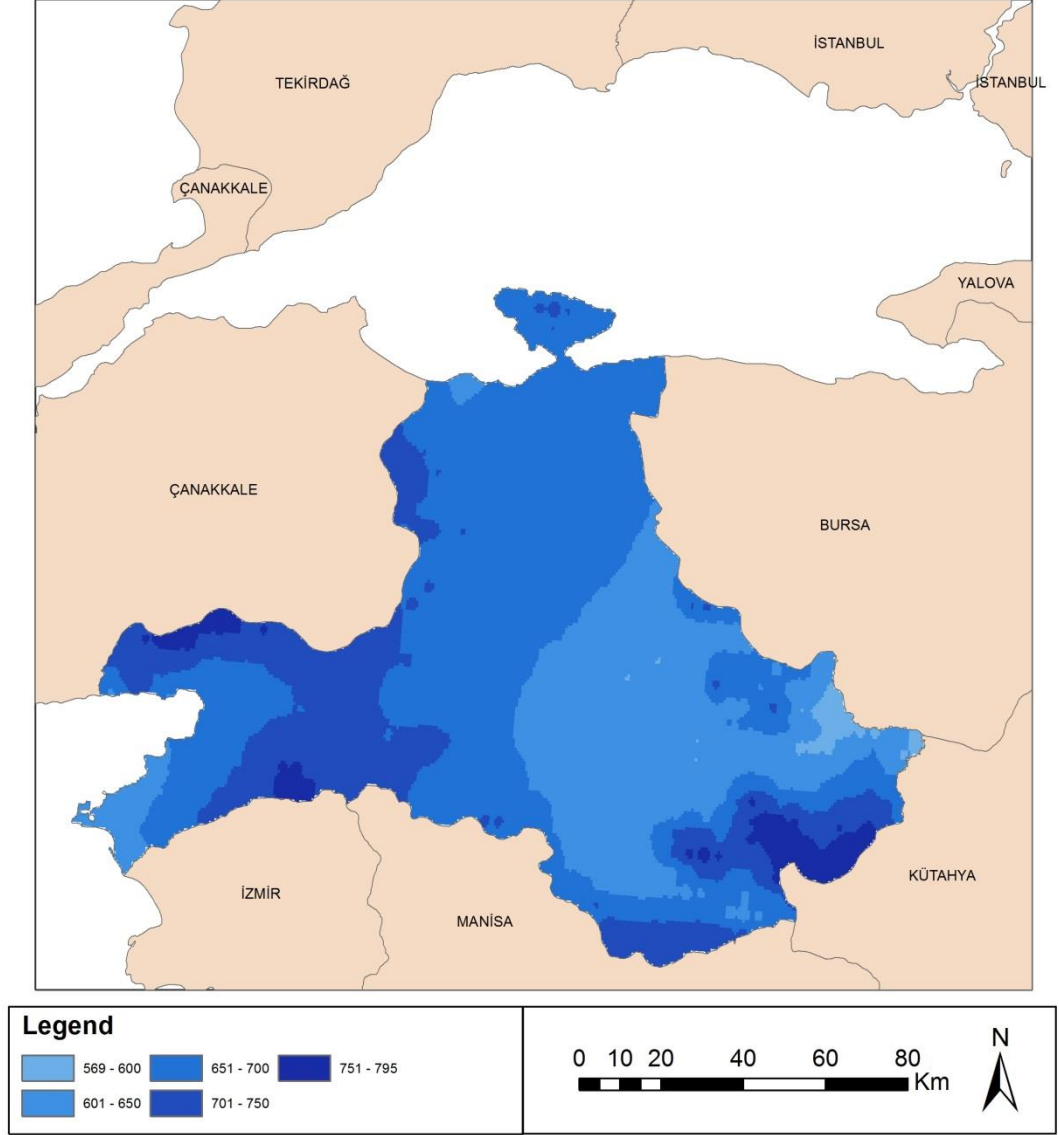


Şekil 3.1 2020 yılına ait güncel verileri kapsayan YOY

Balıkesir’de günümüzdeki yıllık ortalama yağış durumunu gösterir harita incelendiğinde yıllık ortalama yağış miktarının 582 mm ile 815 mm arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre il genelinin sadece %0,28’inde yağış miktarı 600 mm’nin altında olup, %0,11’inde 800 mm’nin üzerindedir.

Bunun dışında ise yıllık ortalama yağış miktarı il genelinin yaklaşık %0,28’inde 582-600 mm; %17,96’sında 600-650 mm; %46,69’unda 650-700 mm; %27,66’sında 700-750 mm; %7,28’inde 750-800 mm; %0,11’inde ise 801-815 mm aralığındadır. Genel olarak ilin kıyı kesimlerinde yağış miktarının fazla olduğu, iç kesimlere gidildikçe

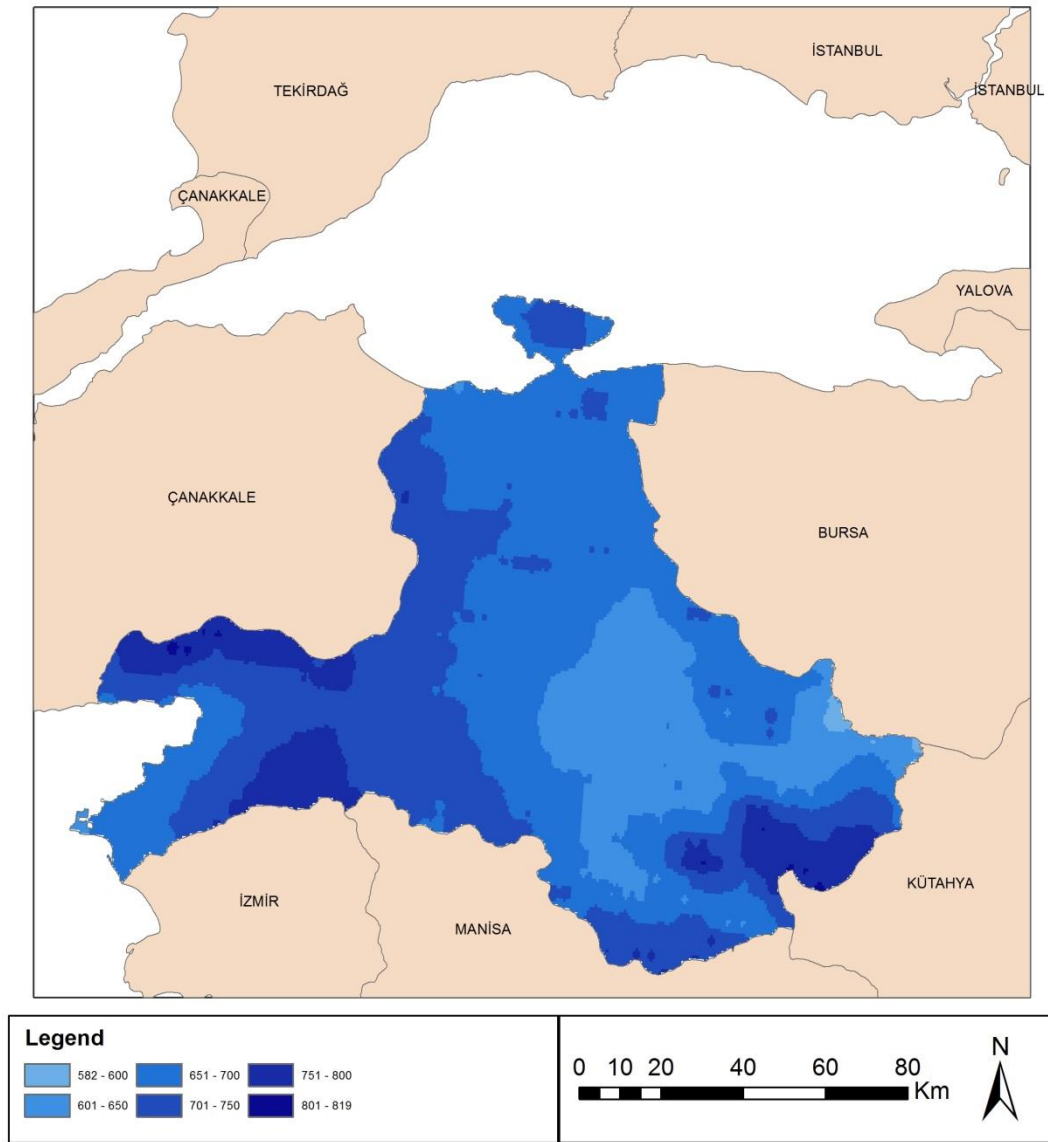
özellikle güneydoğu kısmında yağış miktarının azaldığı gözlenmektedir. SSPS245 senaryosuna göre 2040 yılında olması beklenen yağış durumunu gösterir harita Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2 2040 yılı için önerilen SSPs245 senaryosuna göre YOY

Balıkesir’de SPSS245 senaryosuna göre 2040 yılında yıllık ortalama yağış miktarının 569 mm ile 795 mm arasında değiştiği görülmektedir. Günümüzde il genelinin sadece %0,28’inde yağış miktarı 600 mm’nin altında iken 2040 yılında bu oranın %3,40’a çıkacağı tahmin edilmektedir. Benzer şekilde günümüzde il genelinin yalnızca %0,11’inde yıllık ortalama yağış miktarı 800 mm’nin üzerinde iken; 2040

yılında ilin %3,40'ında yıllık yağış miktarı 750 mm'nin üzerinde, %18,86'sında ise 700-750 mm aralığındadır. Bunun dışında ise il genelindeki yıllık ortalama yağış miktarının il yüzölçümünün yaklaşık %49,08'inde 650-700 mm; %27,53'ünde 600-650 mm ve %1,10'unda 569-600 mm olacağı tahmin edilmektedir. SSPS585 senaryosuna göre 2040 yılında olması beklenen yağış durumunu gösterir harita, Şekil 3.3'te verilmiştir.



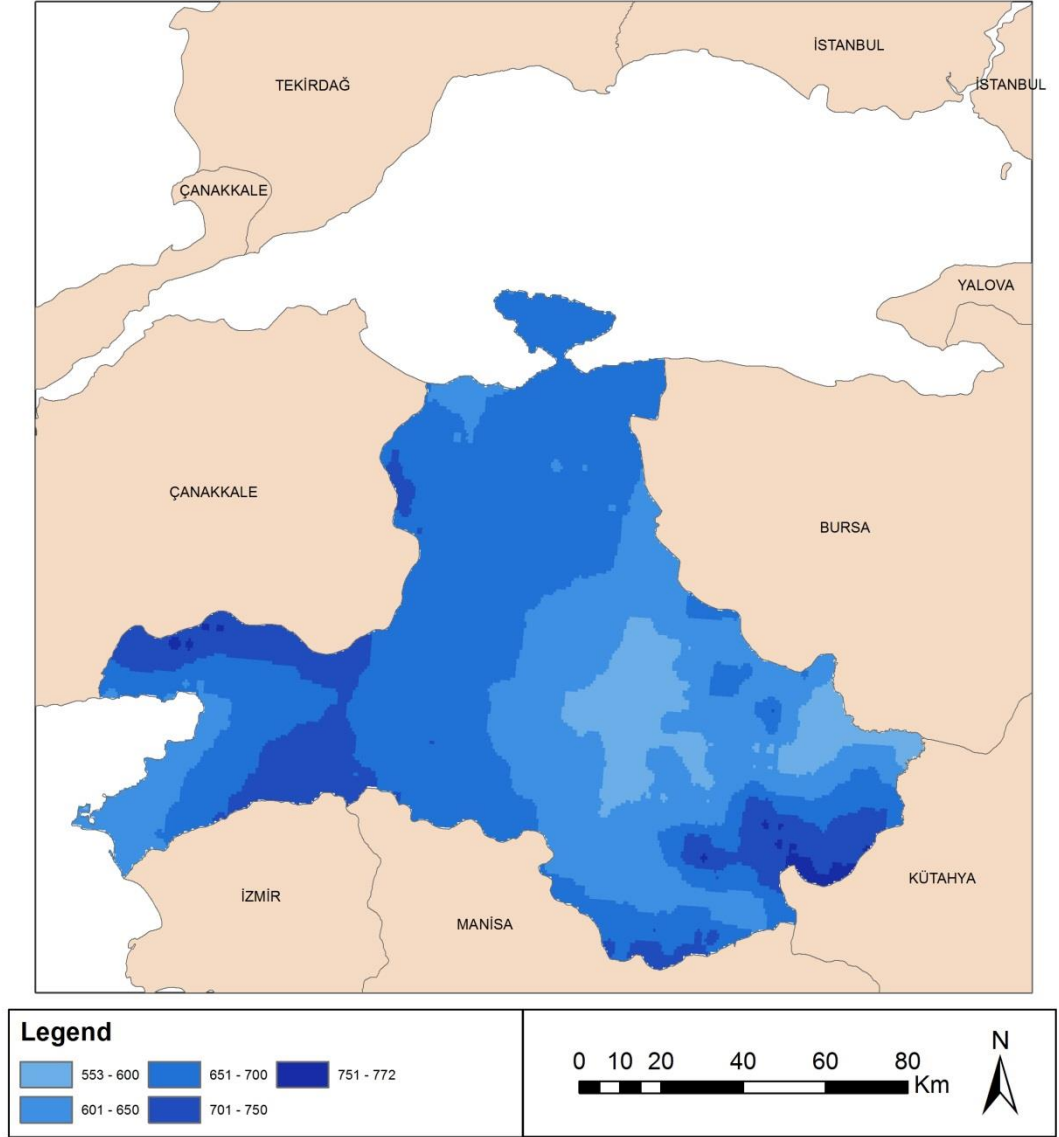
Şekil 3.3 2040 yılı için önerilen SSPs585 senaryosuna göre YOY

Balıkesir'de SSPS585 senaryosuna göre 2040 yılında yıllık ortalama yağış miktarının 582 mm ile 819 mm arasında değişeceği öngörülmektedir. Yine en düşük ve en

yüksek değerler arasındaki farkın günümüzdeki değerlere göre açıldığı görülmektedir. 600 mm'den az yağış alacak alanların oranı %0,30 ve 800 mm'ye kadar yağış alacak alanların oranı %9,27 mm (%0,15'inde yıllık ortalama yağış oranı 800 mm'nin üzerindedir) olarak hesaplanmıştır.

SSPS585 senaryosuna göre 2040 yılında Balıkesir il genelindeki yıllık ortalama yağış miktarının il yüzölçümünün yaklaşık %44,04'ünde 650-700 mm; %29,51'inde 700- 750 mm ve %16,70'inde de 600-650 mm olacağı tahmin edilmektedir.

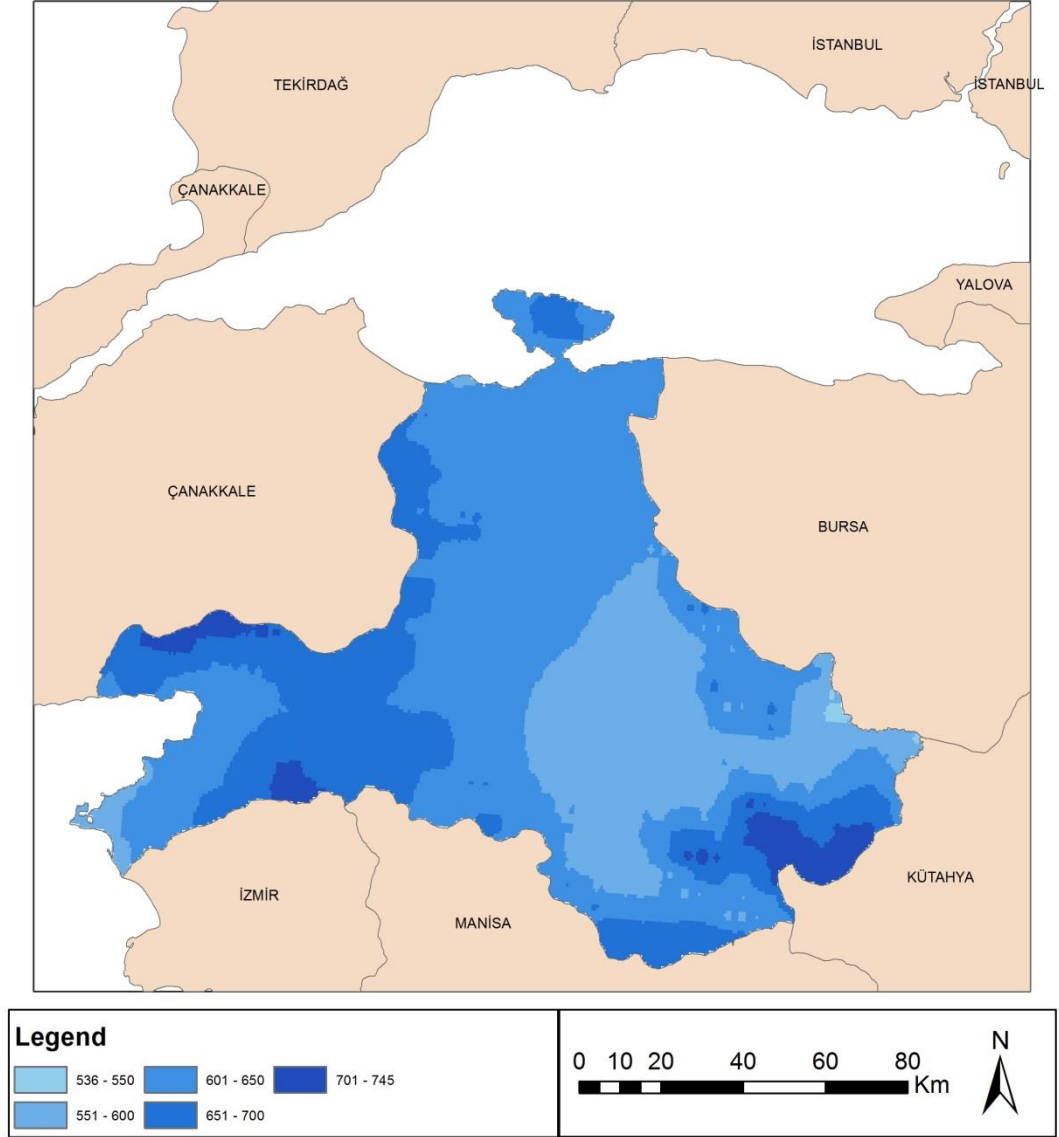
Görüldüğü üzere hem SSPS245 hem de SSPS585 senaryosuna göre 2040 yılında Balıkesir'de yağış miktarının en düşük ve en yüksek değerleri arasındaki farkın açılacağı, 500 mm'nin altında yağış alan alanların oranının ise artacağı öngörülmektedir. SSPS245 senaryosuna göre 2060 yılında olması beklenen yağış durumunu gösterir harita Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4 2060 yılı için önerilen SSPs245 senaryosuna göre YOY

Balıkesir’de SSPs245 senaryosuna göre 2060 yılında yıllık ortalama yağış miktarının 553 mm ile 772 mm arasında değiştiği görülmektedir. En düşük ve en yüksek değerler arasındaki farkın biraz kapandığı ancak, en düşük yağış miktarının bir miktar daha düştüğü dikkat çekmektedir. SSPs245 senaryosuna göre yapılan hesaplamalar sonucunda 2060 yılında Balıkesir’in yaklaşık %8,21’inin 553-600 mm; %30,45’inin 600-650 mm; %48,54’ünün 650-700 mm; %12,13’ünün 700-750 mm; %0,64’ünün 750-772 mm yağış alacağı öngörülmektedir. İl genelinde en fazla yağış alacak bölgenin güneybatı ve bazı kıyı kesimler, en az yağış alacak bölgenin ise ilin güneydoğusunun iç kısımları olacağı tahmin edilmektedir. SSPs585 senaryosuna

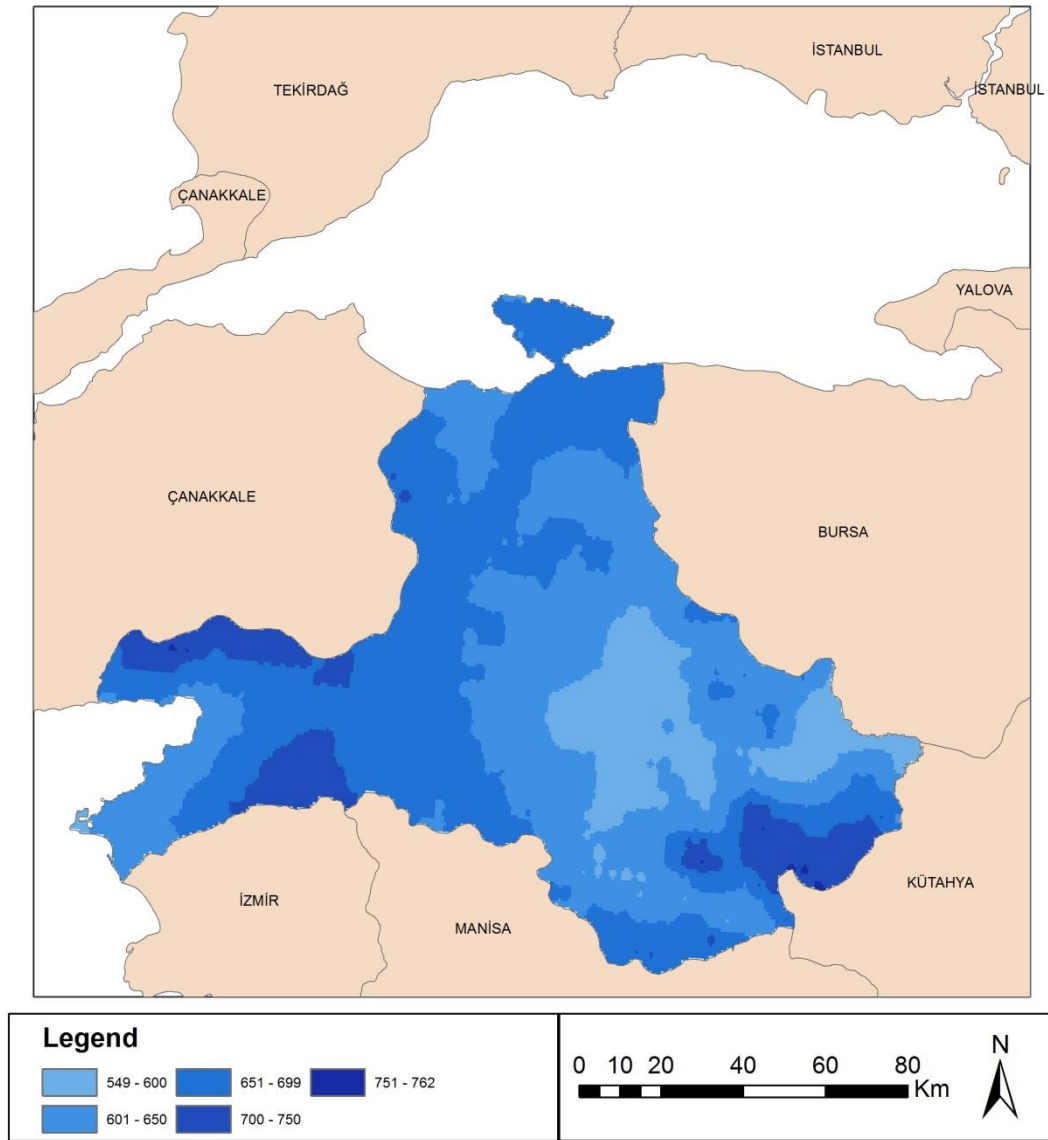
göre 2060 yılında olması beklenen yağış durumunu gösterir harita Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5 2060 yılı için önerilen SSPs585 senaryosuna göre YOY

Balıkesir’de SSPs585 senaryosuna göre yapılan hesaplamaların, SSPs245 yöntemi ile yapılan hesaplamalara oldukça benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Balıkesir’de SSPs585 senaryosuna göre 2060 yılında yıllık ortalama yağış miktarının 536 mm ile 745 mm arasında değişeceği öngörülmektedir. SSPs245 yönteminde olduğu gibi SSPs585 senaryosuna göre yapılan hesaplamalar sonucunda 2060 yılında Balıkesir’in yaklaşık %0,19’unun 536-550 mm; %22,15’inin 550-600 mm;

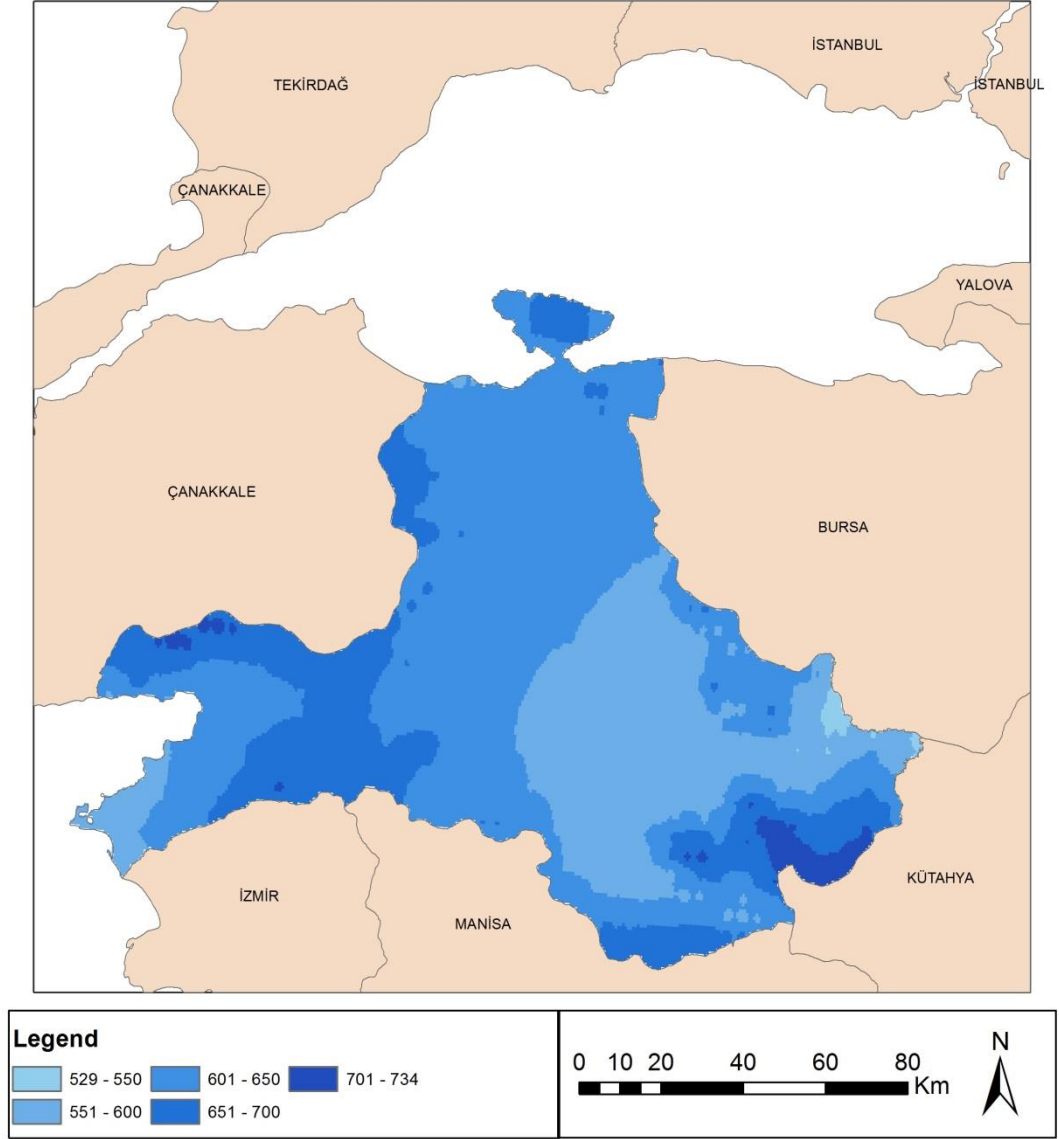
%50,57'sinin 600-650 mm; %23,08'inin 650-700 mm; %3,98'inin 700-745 mm yağış alacağı öngörülmektedir. Genel olarak haritaya bakıldığında ilin yarısına düşecek yağış değeri 600-650 mm civarındadır. Görüldüğü üzere hem SSPS245 hem de SSPS585 senaryosuna göre 2060 yılında Balıkesir ilinde yağış miktarında azalmalar olacağı öngörülmektedir. SSPS245 senaryosuna göre 2080 yılında olması beklenen yağış durumunu gösterir harita Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6 2080 yılı için önerilen SSPs245 senaryosuna göre YOY

Balıkesir'de SSPS245 senaryosuna göre 2080 yılında yıllık ortalama yağış miktarının 549 mm ile 762 mm arasında değişeceği öngörülmektedir. Yapılan hesaplamalar

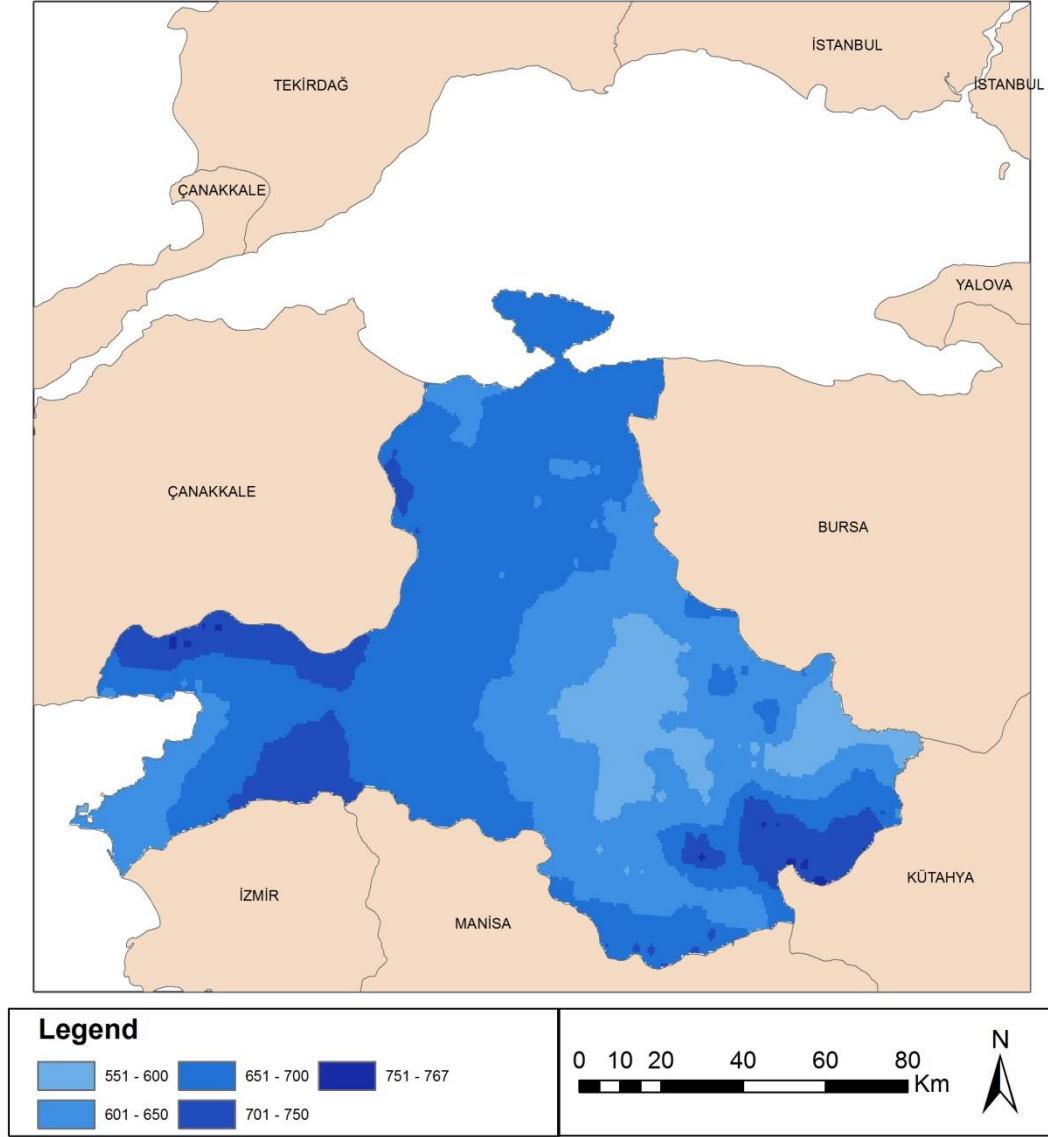
sonucunda ilin yaklaşık %11,93'ünün 549-600 mm; %37,99'unun 600-650 mm; %41,08'inin 650-700 mm; %8,88'inin 700-750 mm; %0,10'unun 750-762 mm yağış alacağı öngörülmektedir. SSPS585 senaryosuna göre 2080 yılında olması beklenen yağış durumunu gösterir harita Şekil 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.7 2080 yılı için önerilen SSPs585 senaryosuna göre YOY

Balıkesir'de SSPS585 senaryosuna göre 2080 yılında yıllık ortalama yağış miktarının 529 mm ile 734 mm arasında değişeceği öngörülmektedir. SSPS245 yönteminde olduğu gibi SSPS585 senaryosuna göre yapılan hesaplamalar sonucunda 2080 yılında Balıkesir'in yaklaşık %0,46'sının 529-550 mm; %25,43'ünün 550-600 mm;

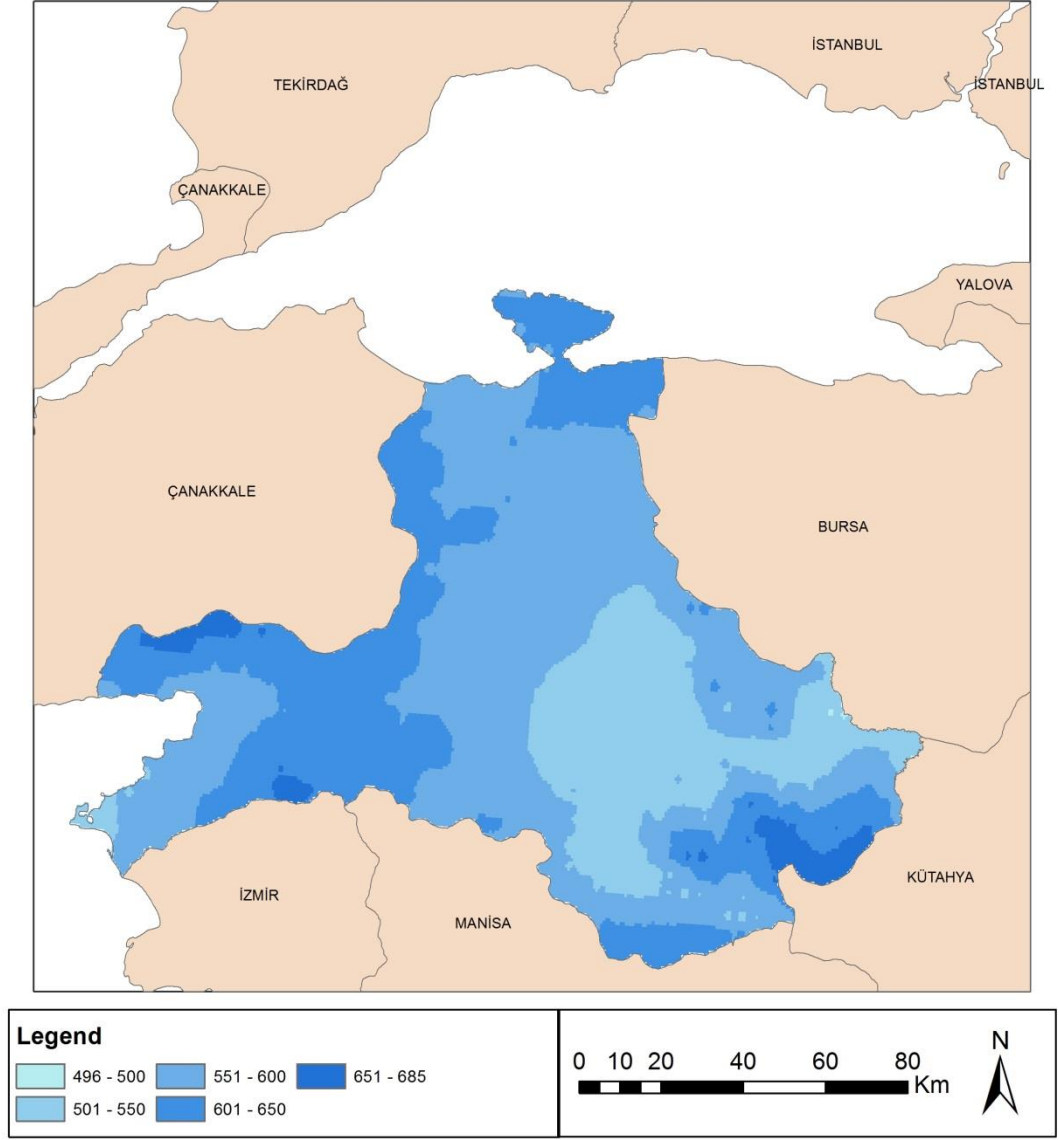
%52,16'sının 600-650 mm; %19,93'ünün 650-700 mm; %1,98'inin 700-734 mm yağış alacağı öngörülmektedir. SSPS245 senaryosuna göre 2100 yılında olması beklenen yağış durumunu gösterir harita Şekil 3.8'de verilmiştir.



Şekil 3.8 2100 yılı için önerilen SSPs245 senaryosuna göre YOY

Balıkesir'de SSPS245 senaryosuna göre 2100 yılında yıllık ortalama yağış miktarının 550 mm ile 767 mm arasında değişeceği öngörülmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda 2100 yılında Balıkesir'in yaklaşık %9,75'inin 550-600 mm; %31,13'ünün 600-650 mm; %48,14'ünün 650-700 mm; %10,75'inin 700-750 mm; %0,21'inin

750-767 mm yağış alacağı öngörülmektedir. SSPS585 senaryosuna göre 2100 yılında olması beklenen yağış durumunu gösterir harita Şekil 3.9'da verilmiştir.

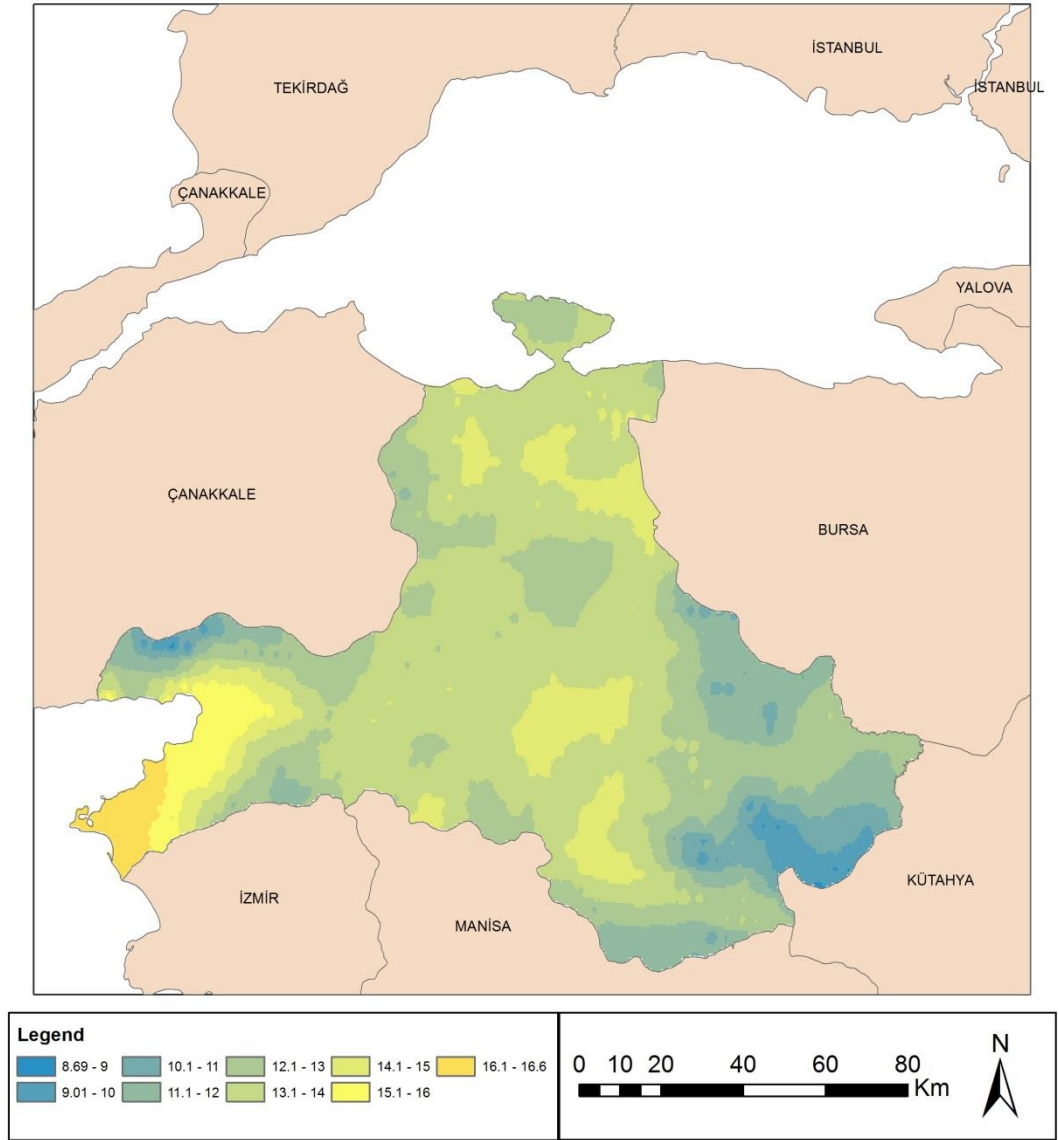


Şekil 3.9 2100 yılı için önerilen SSPs585 senaryosuna göre YOY

Balıkesir’de SSPS585 senaryosuna göre 2100 yılında yıllık ortalama yağış miktarının 496 mm ile 685 mm arasında değişeceği öngörülmektedir. SSPS245 yönteminde olduğu gibi SSPS585 senaryosuna göre yapılan hesaplamalar sonucunda 2100 yılında Balıkesir’in yaklaşık %0,02’sinin 496-500 mm; %19,80’inin 500-550 mm; %47,85’inin 550-600 mm; %29,38’inin 600-650 mm; %2,93’ünün 651-685 mm yağış alacağı öngörülmektedir.

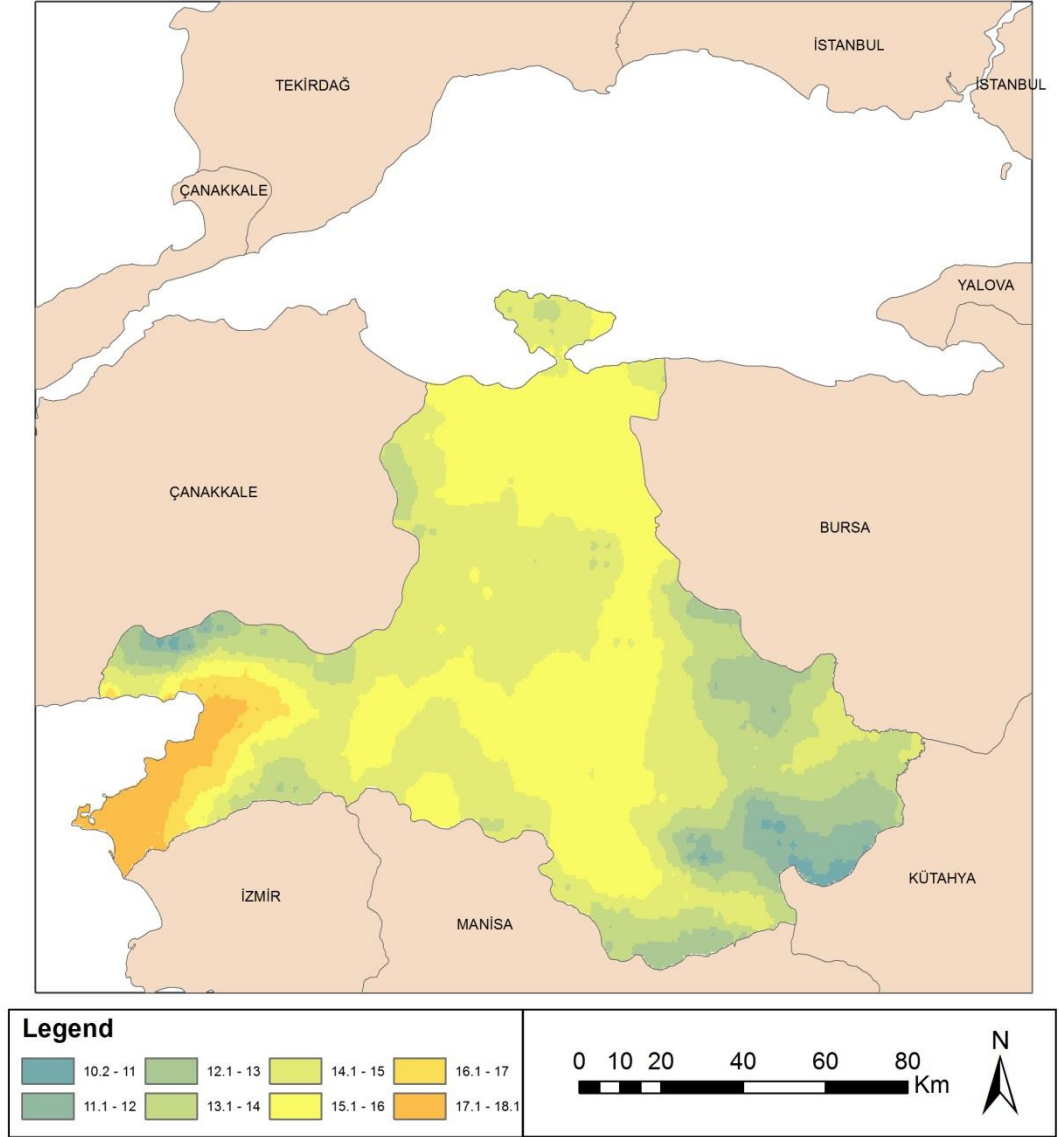
3.1.2 Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerlendirmeleri

Çalışmaya konu iklimsel parametrelerin en önemlilerinden bir diğeri, buharlaşmayı etkileyerek su açığının ortaya çıkmasına ve dolayısıyla kuraklığın oluşmasına sebep olan sıcaklıktır. Çalışma kapsamında Balıkesir’de yıllık ortalama sıcaklık miktarının günümüzdeki dağılımı ve gelecekteki muhtemel durumu belirlenerek haritalara aktarılmıştır. Balıkesir’de günümüzdeki yıllık ortalama sıcaklık durumunu gösterir harita Şekil 3.10’da verilmiştir.



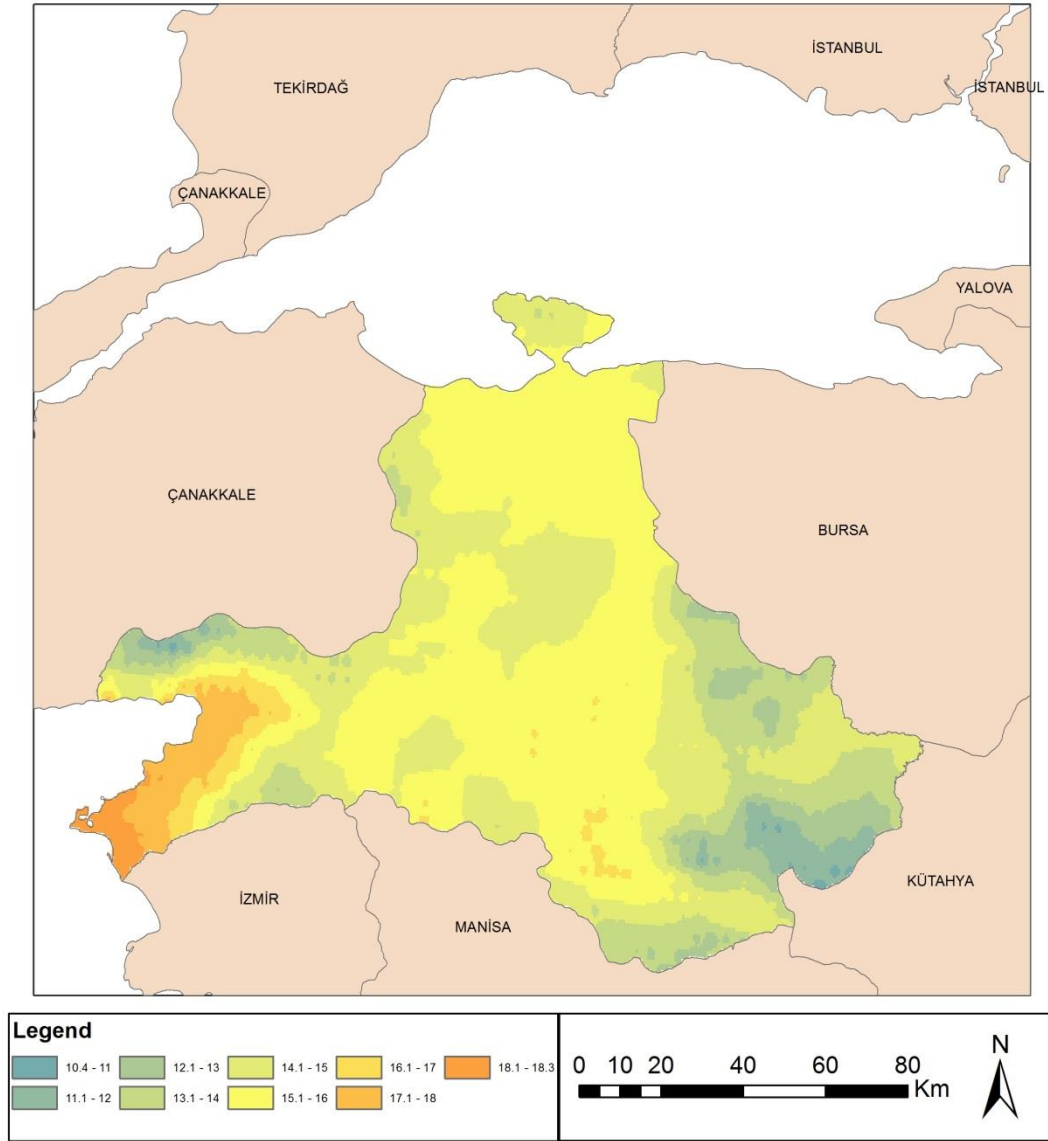
Şekil 3.10 2020 yılına ait güncel verileri kapsayan YOS

Balıkesir’de günümüzdeki yıllık ortalama sıcaklık durumunu gösterir harita incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklığın 8,69 °C ile 16,6 °C arasında değiştiği görölmektedir. Yapılan hesaplamalara göre il genelinin %0,04’ünde sıcaklık 9 °C’nin altında olup, %1,98’inde ise 16 °C’nin üzerindedir. Yıllık ortalama sıcaklık, il genelinin yaklaşık %0,04’ünde 8,69-9 °C; %2,06’sında 9-10 °C; %3,92’sinde 10-11 °C; %11,58’inde 11-12 °C; %23,65’inde 12-13 °C; %43,09’unda 13-14 °C; %10,56’sında 14-15 °C; %3,08’inde 15-16 °C; %1,98’inde ise 16,1-16,6 °C aralığındadır. Genel olarak bakıldığında ilin batı kıyıları ve iç kesimlerinde sıcaklık değerleri yüksek, güneydoğu kısımlarının sıcaklık değerinin düşük olduğu görölmektedir. SSPS245 senaryosuna göre 2040 yılında olması beklenen sıcaklık durumunu gösterir harita Şekil 3.11’de verilmiştir.



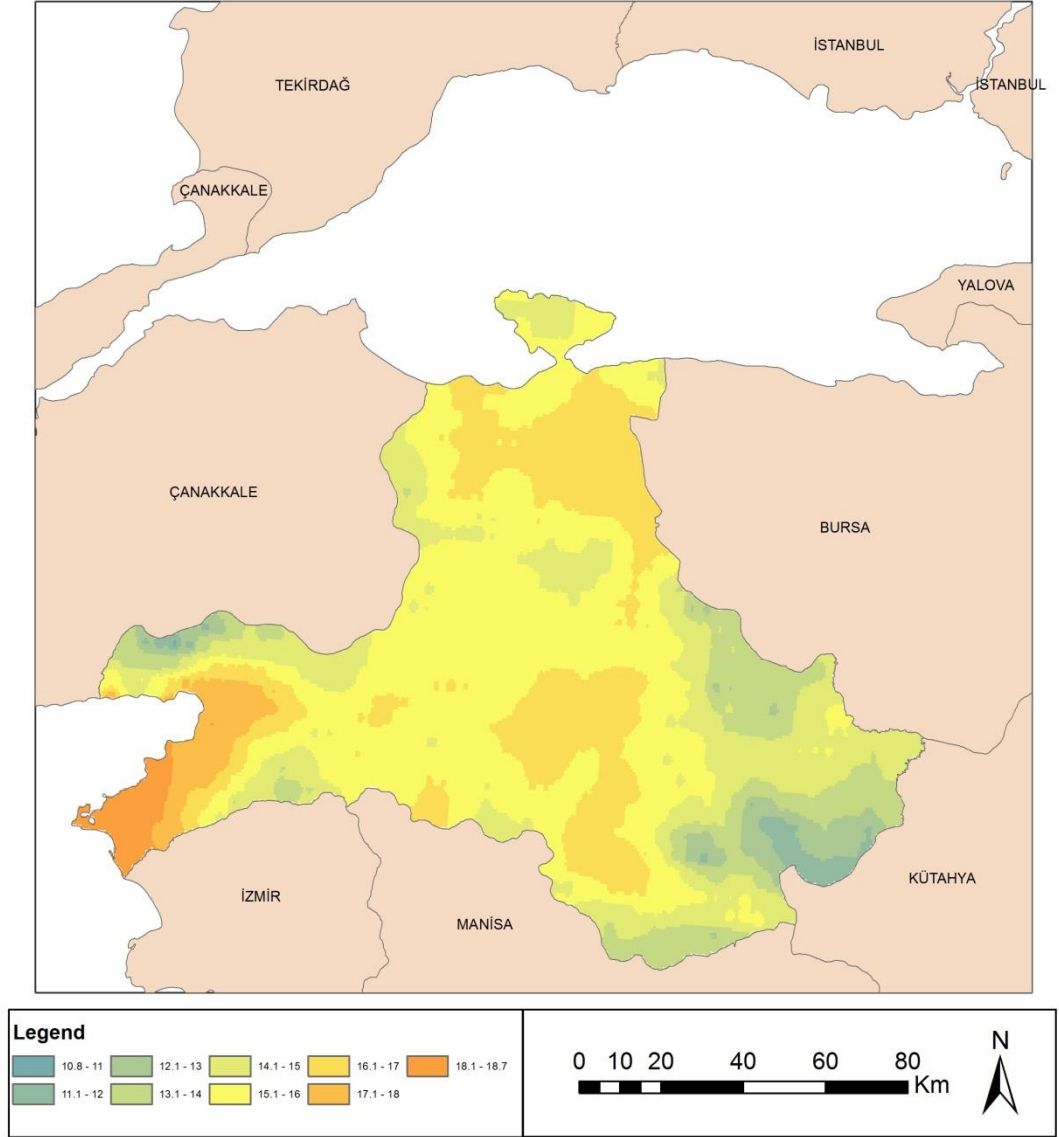
Şekil 3.11 SSPS245 senaryosuna göre 2040 yılındaki YOS

Balıkesir’de SSPS245 senaryosuna göre 2040 yılında yıllık ortalama sıcaklığın 10,1 °C ile 18,1 °C arasında değiştiği görülmektedir. Dikkat çeken en önemli husus en düşük ve en yüksek değerlerin artmış olmasıdır. Batı Ege kıyılarında yüksek sıcaklık görülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre 2040 yılında il genelindeki yıllık ortalama sıcaklık miktarının il yüzölçümünün yaklaşık %0,63’ünde 10,2-11 °C; %2,92’sinde 10-11 °C; %7,51’inde 12-13 °C; %14,46’sında 13-14 °C; %34,95’inde 14-15 °C; %33,45’inde 15-16 °C; %2,40’ında 16-17 °C; %3,63’ünde 17-18,1 °C aralığında olacağı tahmin edilmektedir. SSPS585 senaryosuna göre 2040 yılında olması beklenen sıcaklık durumunu gösterir harita, Şekil 3.12’de verilmiştir.



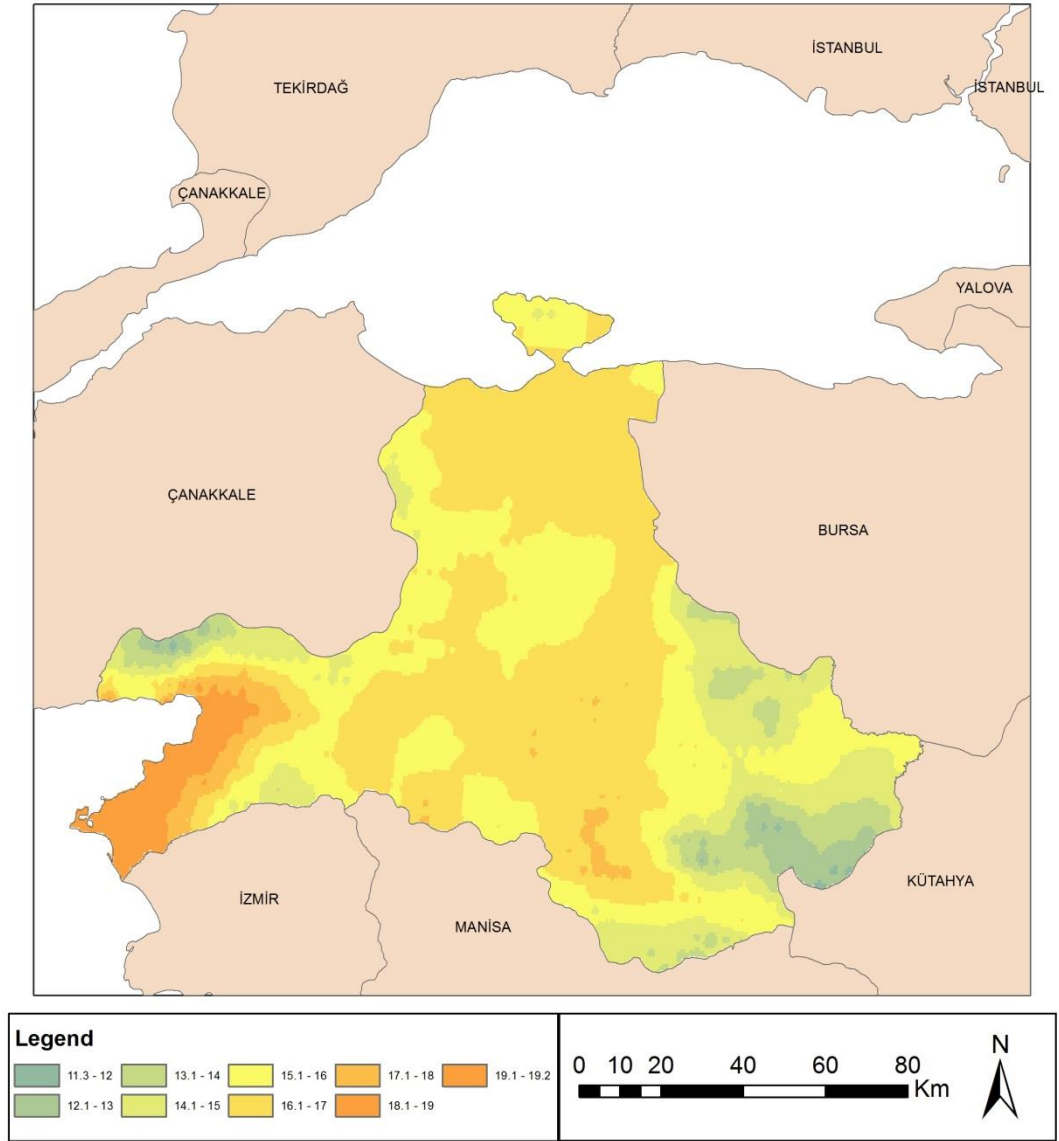
Şekil 3.12 SSPS585 senaryosuna göre 2040 yılındaki YOS

Balıkesir’de SSPS585 senaryosuna göre 2040 yılında yıllık ortalama sıcaklığın 10,4 °C ile 18,3 °C arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre 2040 yılında il genelindeki yıllık ortalama sıcaklık miktarının il yüzölçümünün yaklaşık %0,18’inde 10,4-11 °C; %2,59’unda 11-12 °C; %5,28’inde 12-13 °C; %12,73’ünde 13-14 °C; %29,58’inde 14-15 °C; %42,51’inde 15-16 °C; %2,70’inde 16-17 °C; %3,22’sinde 17-18 °C; %1,17’sinde 18,1-18,3 °C aralığında olacağı tahmin edilmektedir. SSPS245 senaryosuna göre 2060 yılında olması beklenen sıcaklık durumunu gösterir harita, Şekil 3.13’te verilmiştir.



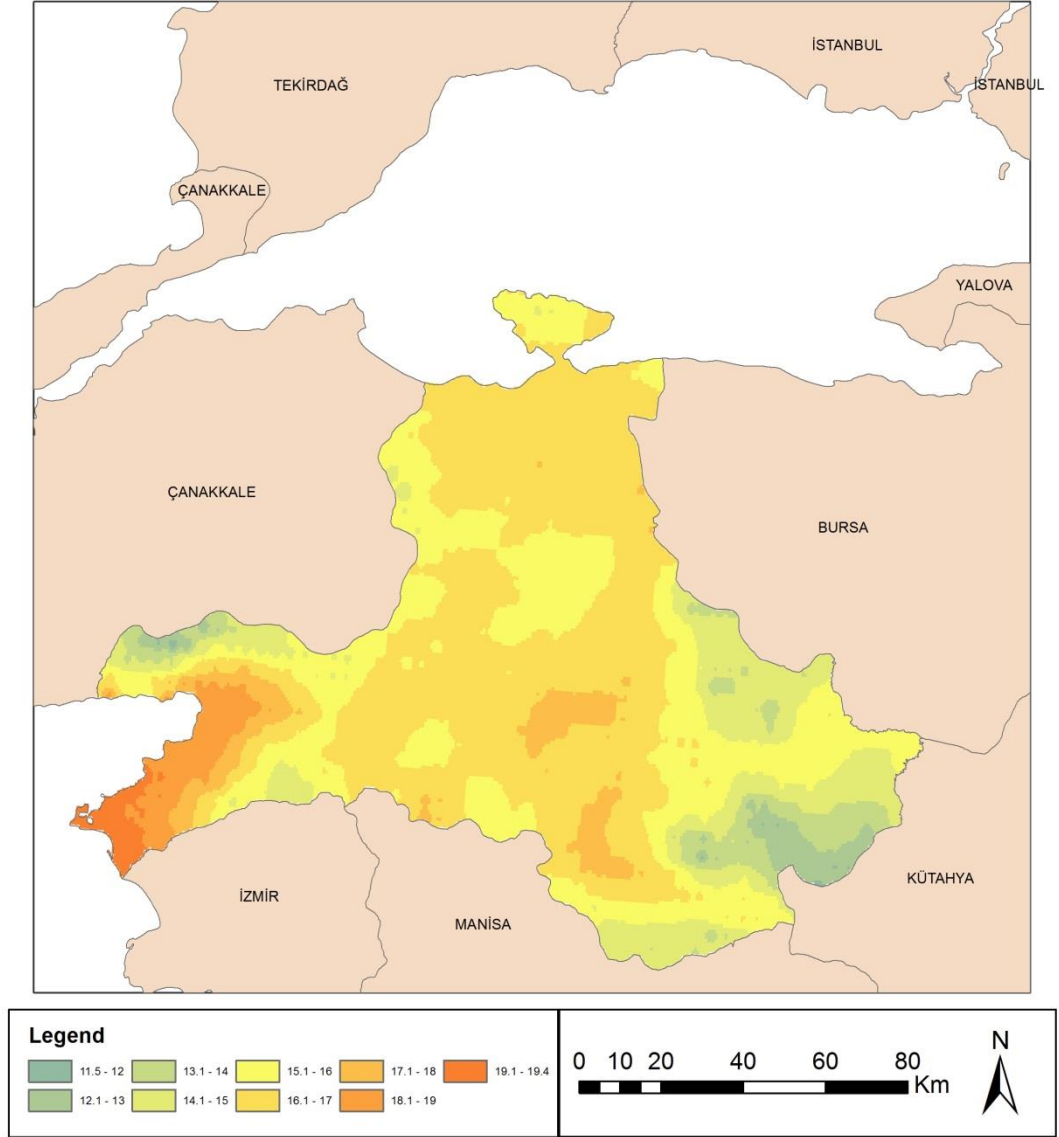
Şekil 3.13 SSPS245 senaryosuna göre 2060 yılındaki YOS

Balıkesir’de SSPS245 senaryosuna göre 2060 yılında yıllık ortalama sıcaklığın 10,8 °C ile 18,7 °C arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre 2060 yılında il genelindeki yıllık ortalama sıcaklık miktarının il yüzölçümünün yaklaşık %0,00’ında 10,8-11 °C; %1,40’sinde 11-12 °C; %3,19’unda 12-13 °C; %10,12’sinde 13-14 °C; %19,48’inde 14-15 °C; %40,59’unda 15-16 °C; %19,84’ünde 16-17 °C; %3,21’inde 17-18 °C; %2,12’sinde 18-18,7 °C aralığında olacağı tahmin edilmektedir. SSPS585 senaryosuna göre 2060 yılında olması beklenen sıcaklık durumunu gösterir harita, Şekil 3.14’te verilmiştir.



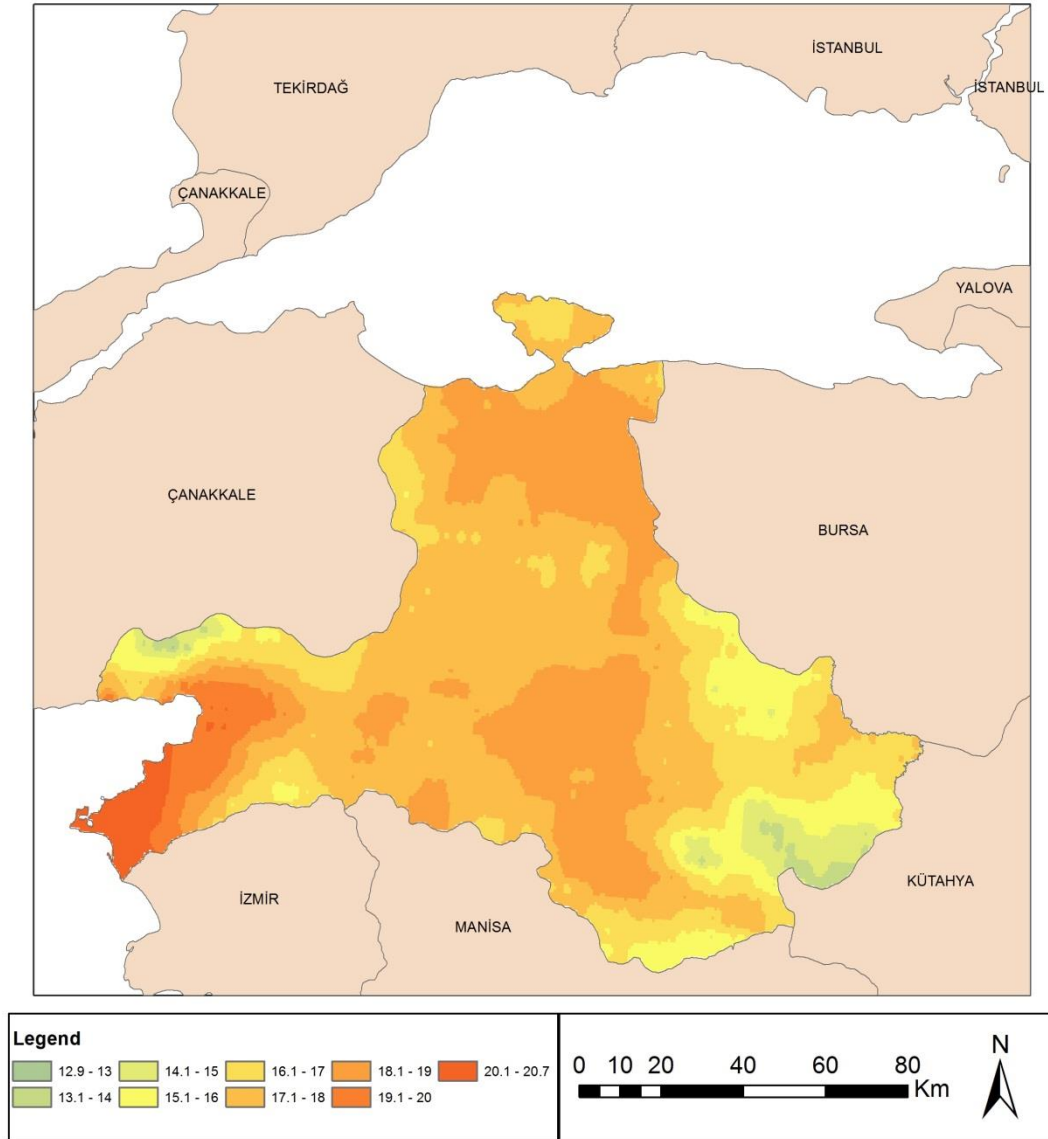
Şekil 3.14 SSPS585 senaryosuna göre 2060 yılındaki YOS

Balıkesir’de SSPS585 senaryosuna göre 2060 yılında yıllık ortalama sıcaklığın 11,3 °C ile 19,2 °C arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre 2060 yılında il genelindeki yıllık ortalama sıcaklık miktarının il yüzölçümünün yaklaşık %0,16’sında 11,3-12 °C; %2,56’sında 12-13 °C; %5,15’inde 13-14 °C; %12,99’unda 14-15 °C; %30,37’sinde 15-16 °C; %41,59’unda 16-17 °C; %2,91’inde 17-18 °C; %3,28’inde 18-19 °C; %0,94’ünde 19,1-19,2 °C aralığında olacağı tahmin edilmektedir. SSPS245 senaryosuna göre 2080 yılında olması beklenen sıcaklık durumunu gösterir harita, Şekil 3.15’te verilmiştir.



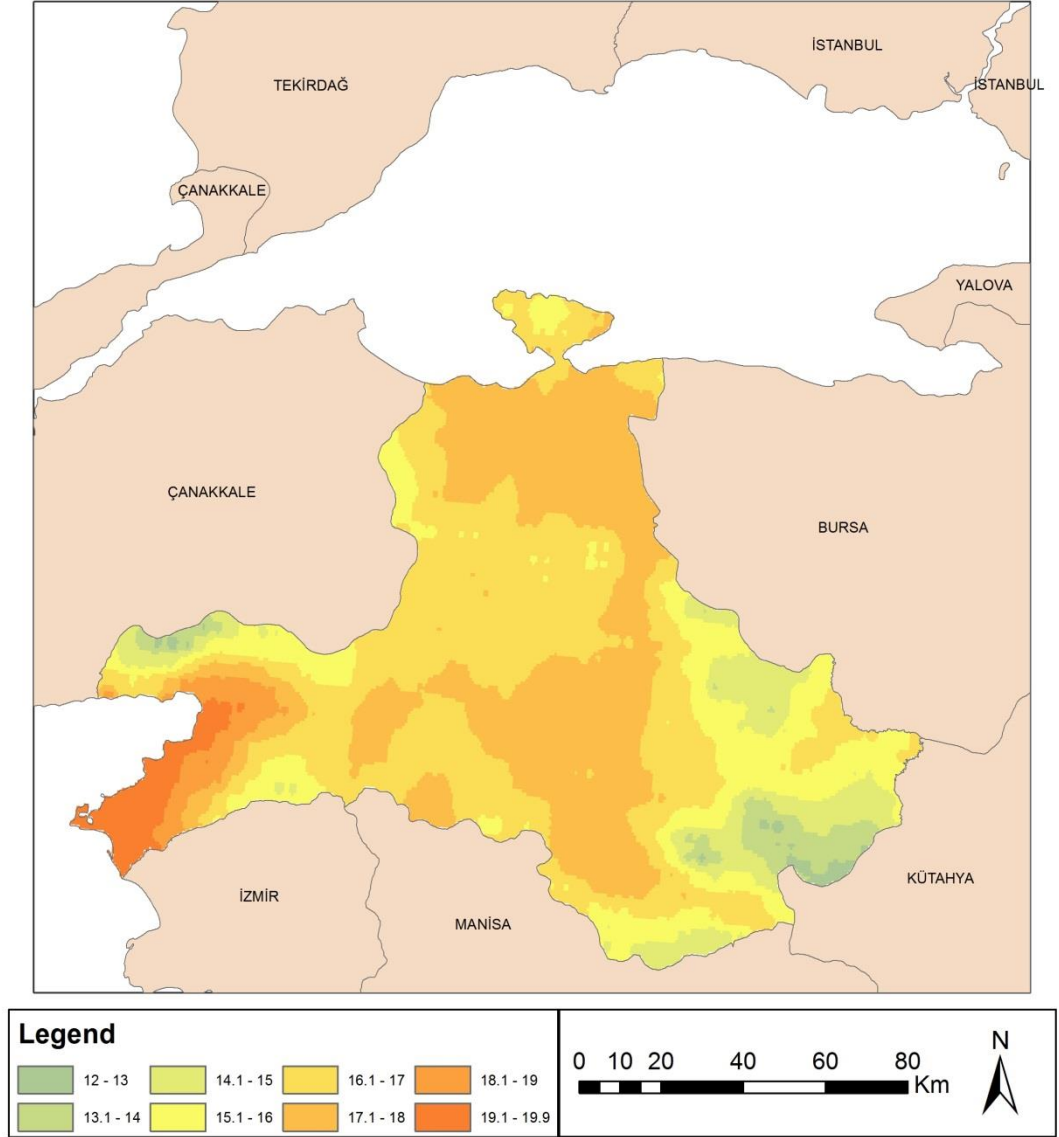
Şekil 3.15 SSPS245 senaryosuna göre 2080 yılındaki YOS

Balıkesir’de SSPS245 senaryosuna göre 2080 yılında yıllık ortalama sıcaklığın 11,5 °C ile 19,4 °C arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre 2080 yılında il genelindeki yıllık ortalama sıcaklık miktarının il yüzölçümünün yaklaşık %0,06’sında 11,5-12 °C; %2,24’ünde 12-13 °C; %4,32’sinde 13-14 °C; %12,24’ünde 14-15 °C; %27,80’inde 15-16 °C; %43,67’sinde 16-17 °C; %5,07’sinde 17-18 °C; %3,19’unda 18-19 °C; %1,36’sında 19-19,4 °C aralığında olacağı tahmin edilmektedir. SSPS585 senaryosuna göre 2080 yılında olması beklenen sıcaklık durumunu gösterir harita, Şekil 3.16’da verilmiştir.



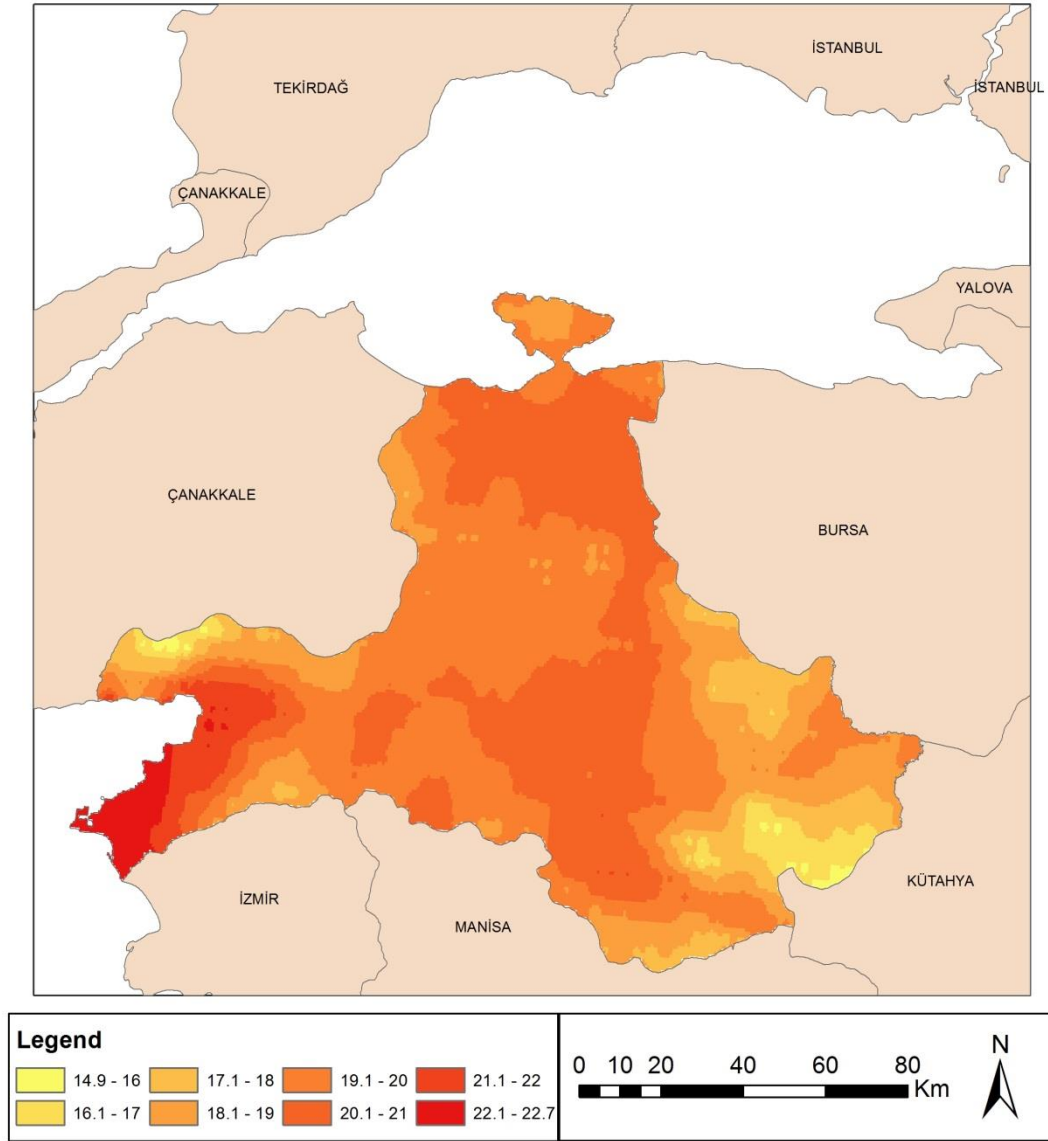
Şekil 3.16 SSPS585 senaryosuna göre 2080 yılındaki YOS

Balıkesir’de SSPS585 senaryosuna göre 2080 yılında yıllık ortalama sıcaklığın 12,9 °C ile 20,7 °C arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre 2080 yılında il genelindeki yıllık ortalama sıcaklık miktarının il yüzölçümünün yaklaşık %0,00’ında 12,9-13 °C; %0,90’ında 13-14 °C; %3,07’sinde 14-15 °C; %8,64’ünde 15-16 °C; %17,32’sinde 16-17 °C; %39,07’sinde 17-18 °C; %25,54’ünde 18-19 °C; %3,23’ünde 19-20 °C; %2,19’unda 20,1-20,7 °C aralığında olacağı tahmin edilmektedir. SSPS245 senaryosuna göre 2100 yılında olması beklenen sıcaklık durumunu gösterir harita, Şekil 3.17’de verilmiştir.



Şekil 3.17 SSPS245 senaryosuna göre 2100 yılındaki YOS

Balıkesir’de SSPS245 senaryosuna göre 2100 yılında yıllık ortalama sıcaklığın 12 °C ile 19,9 °C arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre 2100 yılında il genelindeki yıllık ortalama sıcaklık miktarının il yüzölçümünün yaklaşık %0,63’ünde 12-13 °C; %3,03’ünde 13-14 °C; %7,68’inde 14-15 °C; %15,4’ünde 15-16 °C; %36,7’sinde 16-17 °C; %30,69’unda 17-18 °C; %2,67’sinde 18-19 °C; %3,08’inde 19-19,9 °C aralığında olacağı tahmin edilmektedir. SSPS585 senaryosuna göre 2100 yılında olması beklenen sıcaklık durumunu gösterir harita, Şekil 3.18’de verilmiştir.



Şekil 3.18 SSPS585 senaryosuna göre 2100 yılındaki YOS

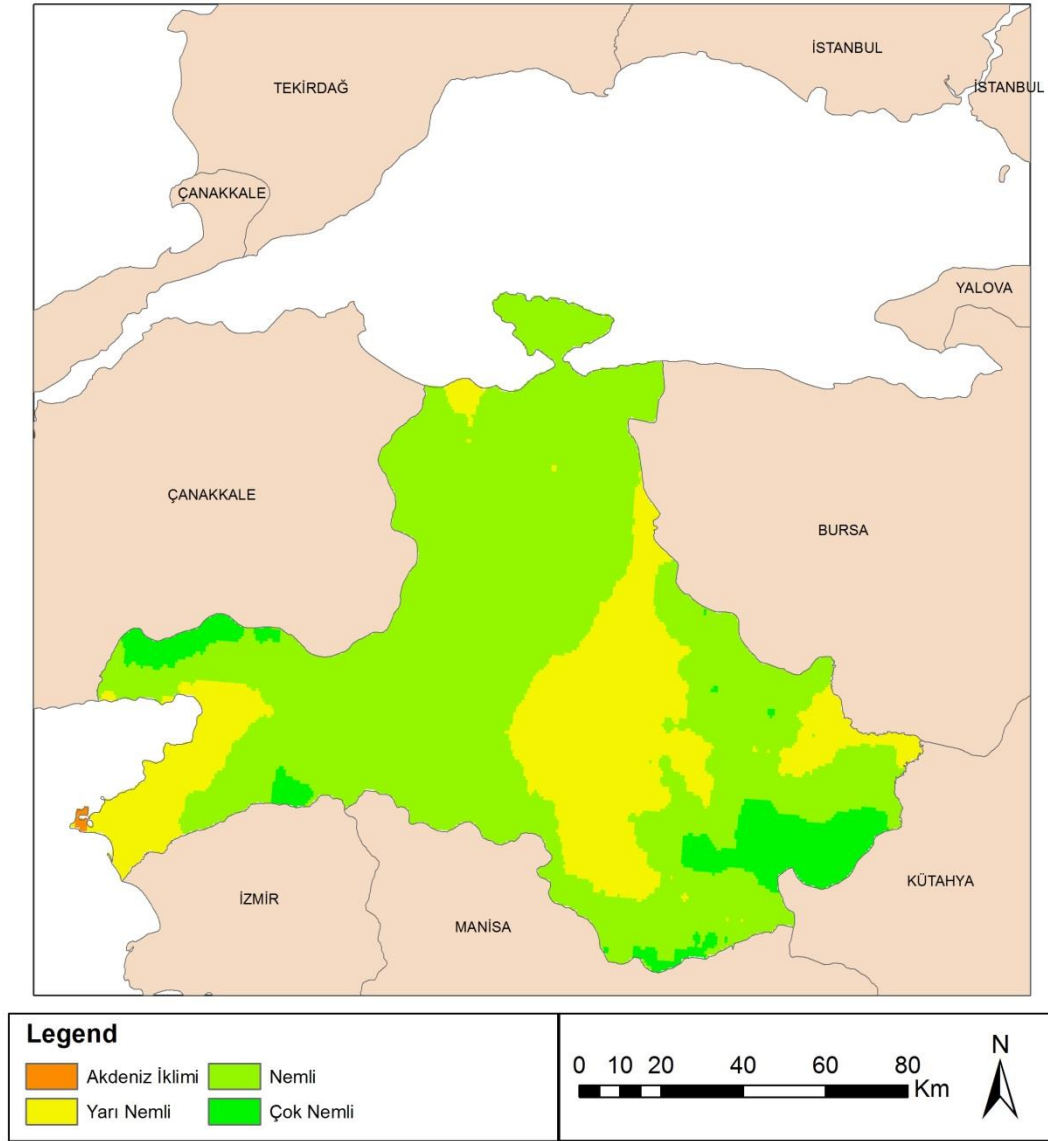
Balıkesir’de SSPS585 senaryosuna göre 2100 yılında yıllık ortalama sıcaklığın 14,9 °C ile 22,7 °C arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre 2100 yılında il genelindeki yıllık ortalama sıcaklık miktarının il yüzölçümünün yaklaşık %0,49’unda 14,9-16 °C; %3,03’ünde 16-17 °C; %7,26’sında 17-18 °C; %16,44’ünde 18-19 °C; %37,85’inde 19-20 °C; %29,41’inde 20-21 °C; %3,26’sında 21-22 °C; %2,21’inde 22,1-22,7 °C aralığında olacağı tahmin edilmektedir.

3.2 İklim Tipi Haritaları

Balıkesir’de mevcut ve gelecekte öngörülen iklim tiplerine göre iklim sınıflarının, günümüzdeki ve gelecekteki durumu De Martonne, Emberger ve Lang yöntemleri kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

3.2.1 De Martonne İklim Sınıflandırması

Çalışma alanı olan Balıkesir’de De Martonne iklim sınıflandırması (İS) kullanılarak mevcut vaziyet ve ileride (2040 ve 2100 senelerinde) olması mümkün vaziyet tanımlanarak haritalandırılmış ve karşılaştırmalı olarak açıklanmıştır. De Martonne iklim sınıflandırmasına göre günümüzdeki vaziyet Şekil 3.19’da verilmiştir.

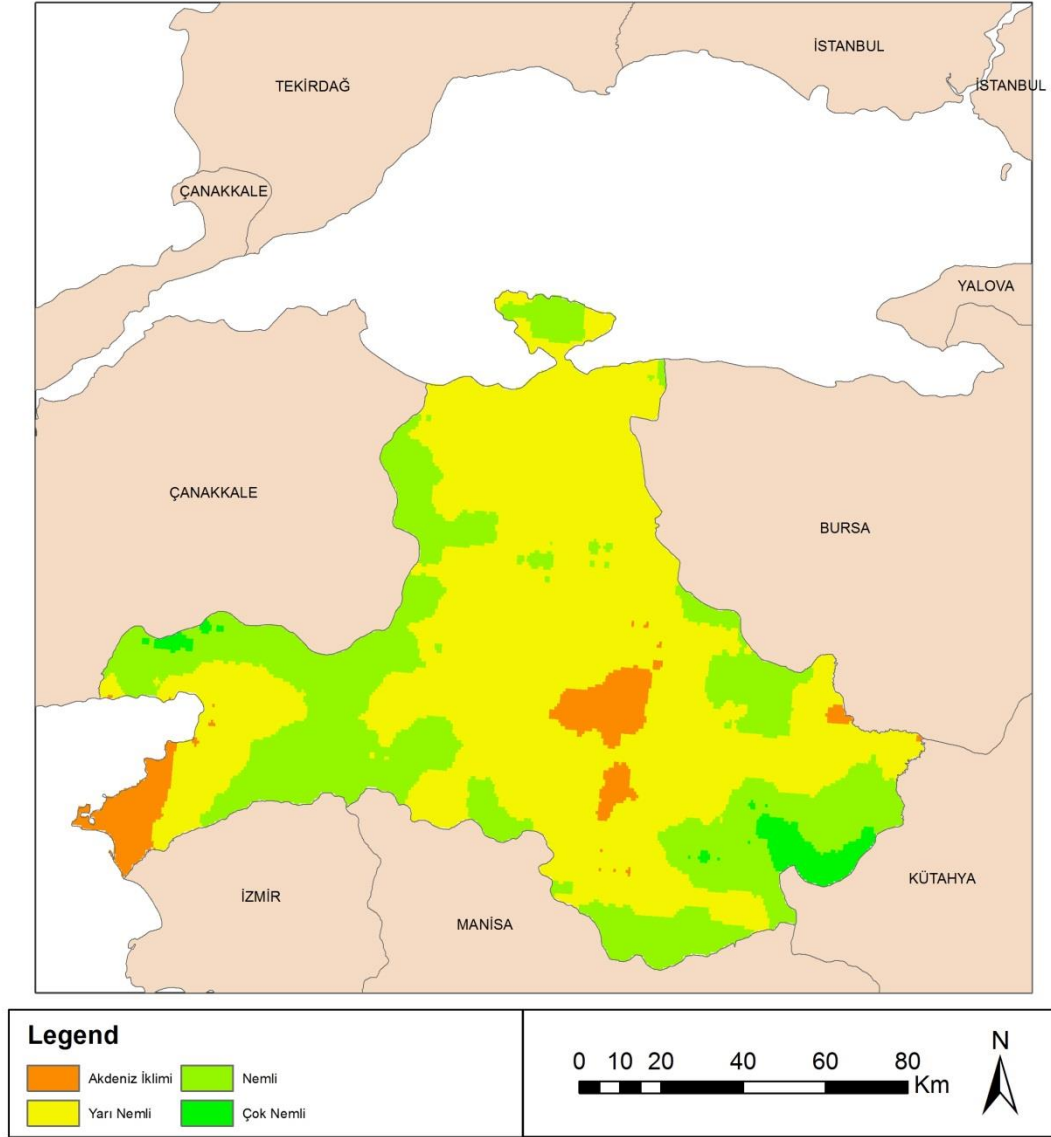


Şekil 3.19 2020 yılı güncel verileri kapsayan De Martonne İS

De Martonne iklim sınıflandırmasına göre oluşturulmuş olan günümüz vaziyetini gösteren harita incelendiğinde Balıkesir'in büyük bölümünü nemli alanların oluşturduğu, ilin güneybatısında yer alan küçük bir alanın yarı kurak olduğu görülmektedir. Yarı nemli bölgeler ise ilin güneybatı bölümünde yoğunlaşmaktadır.

Yapılmış olan hesaplama ile De Martonne iklim sınıflandırmasına göre Balıkesir'in sadece %0,10'unun yarı kurak olduğu, %23,89'unun yarı nemli, %69,05'inin nemli ve %6,95'inin çok nemli olduğu belirlenmiştir. De Martonne iklim sınıflandırması

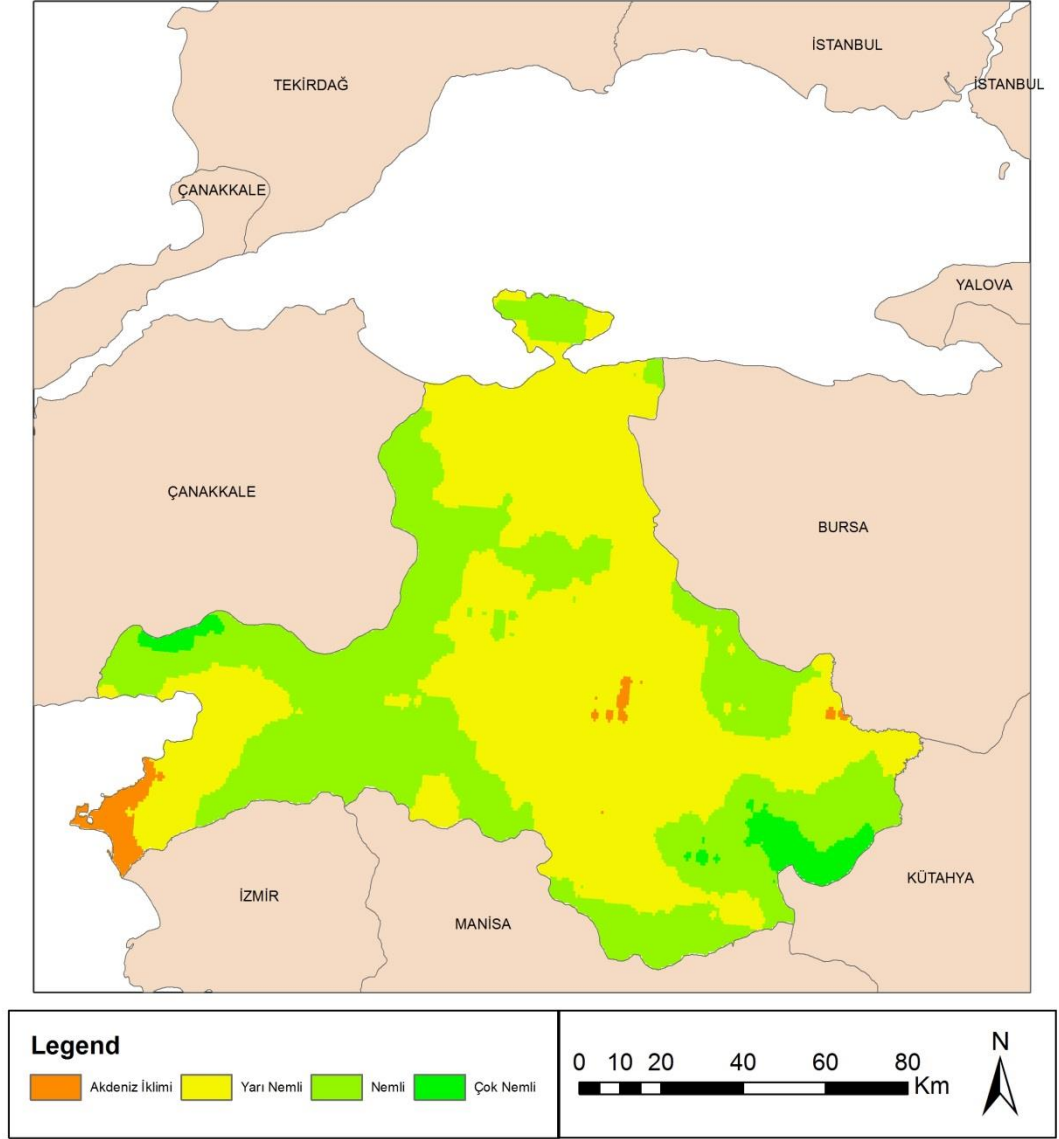
(İS) ve SSPS245 senaryosuna göre belirlenen 2040 yılı durumunu gösteren harita, Şekil 3.20’de verilmiştir.



Şekil 3.20 2040 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs245 senaryosu

De Martonne iklim sınıflandırması ve SSPS245 senaryosuna göre belirlenen 2040 yılı vaziyetini gösteren harita incelendiğinde yarı kurak alanların günümüze nazaran önemli ölçüde çoğaldığı görülmektedir. Söz konusu haritaya göre Balıkesir ilinin 2040 yılında yaklaşık %5,02’sinin Akdeniz iklimine sahip olacağı, yarı nemli alanların miktarının %61,60’a yükseleceği, nemli alanların miktarının %31,30’a ve çok nemli alanların oranının %2,07’ye düşeceği öngörülmektedir. 2040 yılında

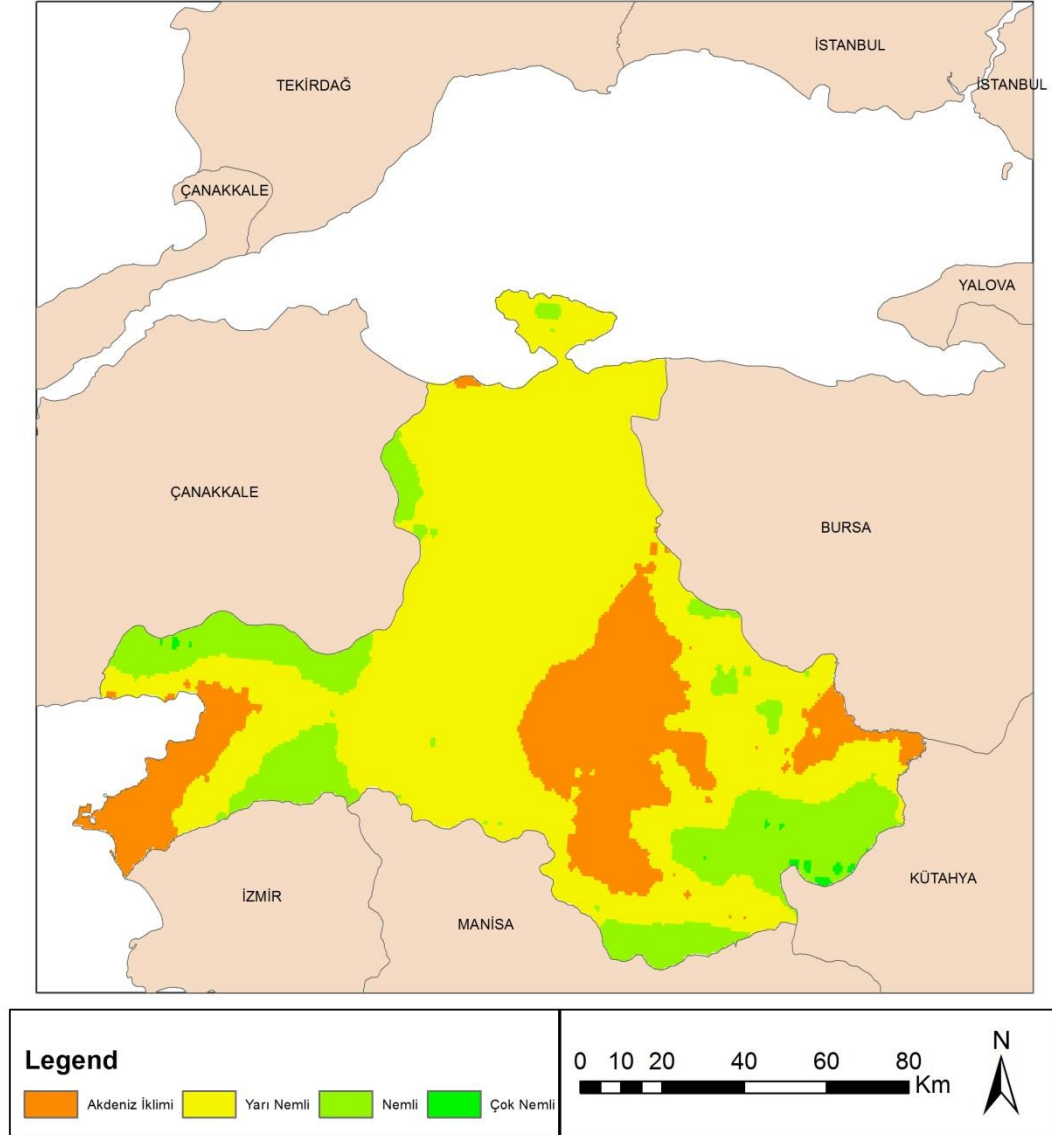
Balıkesir il genelinde kuraklık oranının ilin kuzeydoğusundan güneybatısına doğru artacağı söylenebilir. De Martonne iklim sınıflandırması ve SSPs585 senaryosuna göre oluşturulan 2040 yılı iklim sınıfları vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.21’de verilmiştir.



Şekil 3.21 2040 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs585 senaryosu

De Martonne iklim sınıflandırması ve SSPs585 senaryosuna göre Balıkesir il genelinde 2040 yılındaki durum incelendiğinde Balıkesir’in büyük bölümünün yarı nemli ve nemli iklim kuşağına dönüşeceği öngörülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre Balıkesir ilinin 2040 yılında yaklaşık %1,70’inin Akdeniz iklimine sahip

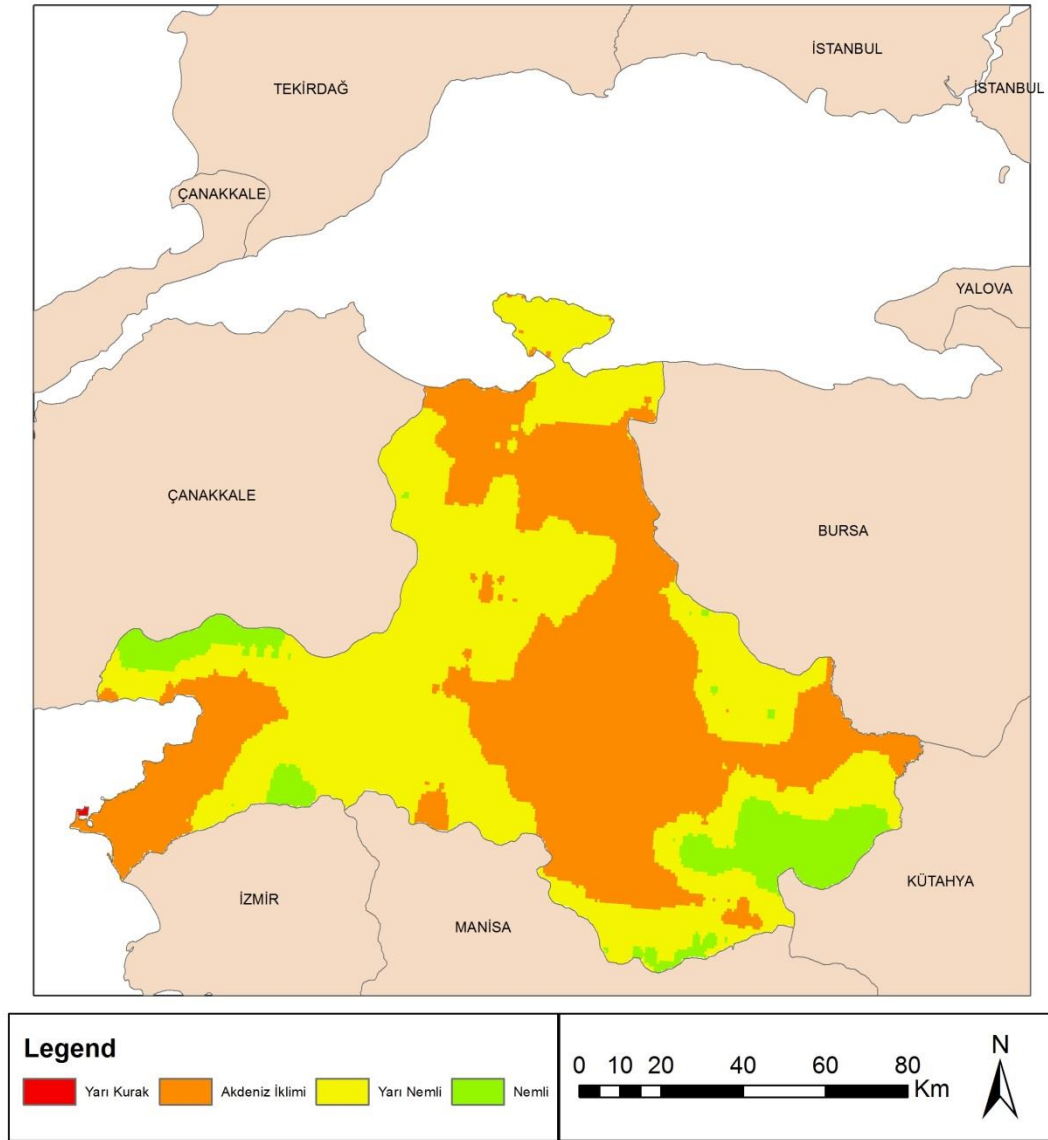
olacağı, yarı nemli alanların miktarının %55,46'ya çıkacağı, nemli alanların miktarının %40,13'e ve çok nemli alanların miktarının da %2,69'a düşeceği belirlenmiştir. De Martonne iklim sınıflandırması ve SSPS245 senaryosuna göre tanımlanan 2060 senesi iklim sınıfları vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.22'de verilmiştir.



Şekil 3.22 2060 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs245 senaryosu

Balıkesir il genelinde De Martonne iklim sınıflandırması ve SSPS245 senaryosuna göre oluşturulan, 2060 senesindeki iklim sınıflarının vaziyeti incelendiğinde Balıkesir'in büyük bir kısmının yarı nemli iklim kuşağında kalacağı, nemli ve çok

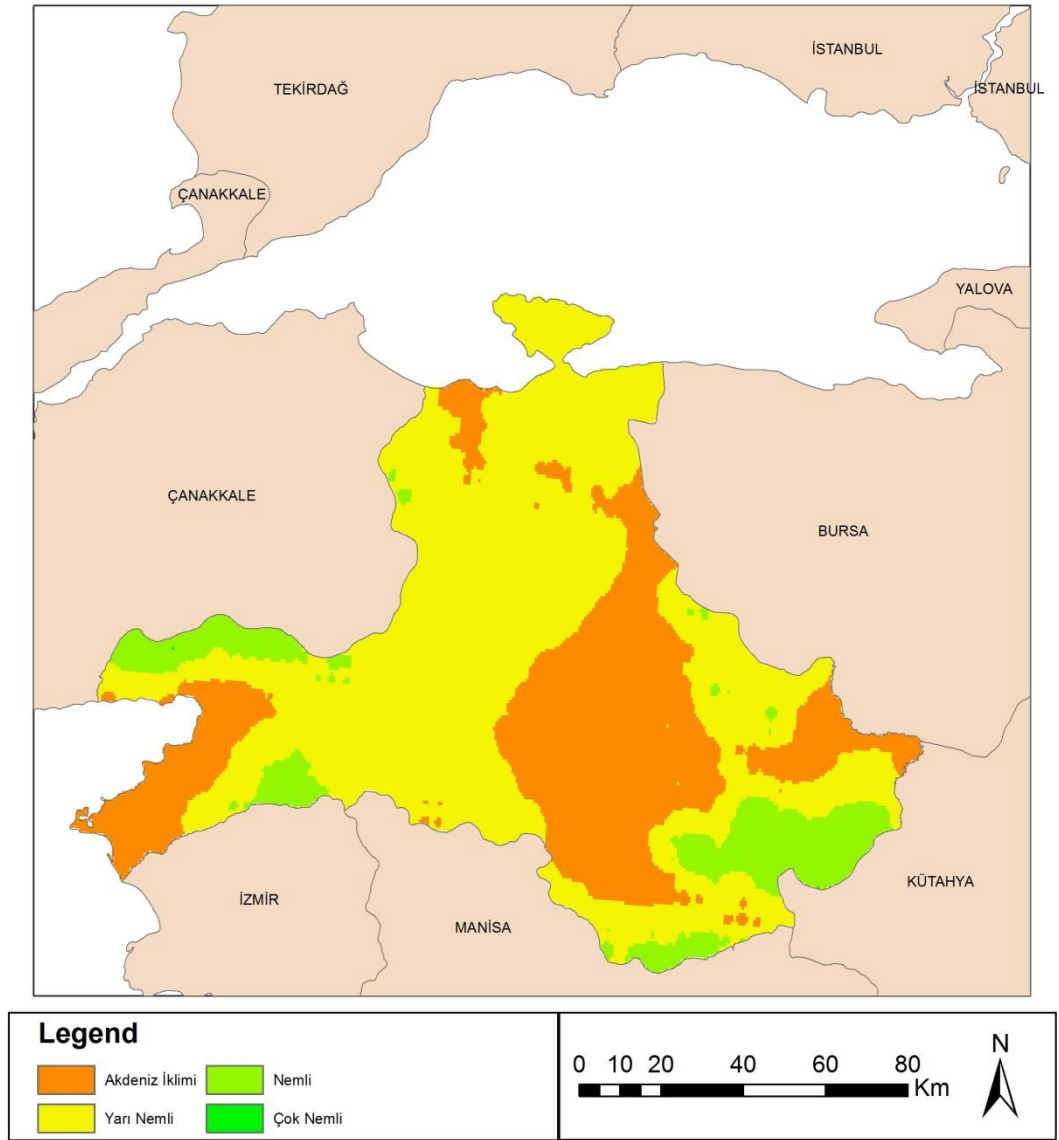
nemli alanların azaldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra Akdeniz iklim kuşağı görülmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Balıkesir ilinin 2060 yılında yaklaşık %19,64'ünün Akdeniz, %63,35'inin yarı nemli, %16,74'ünün nemli ve %0,25'inin de çok nemli iklim tipine bürüneceği belirlenmiştir. De Martonne iklim sınıflandırması ve SSPs585 senaryosuna göre belirlenen 2060 senesi iklim sınıfları vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.23'te verilmiştir.



Şekil 3.23 2060 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs585 senaryosu

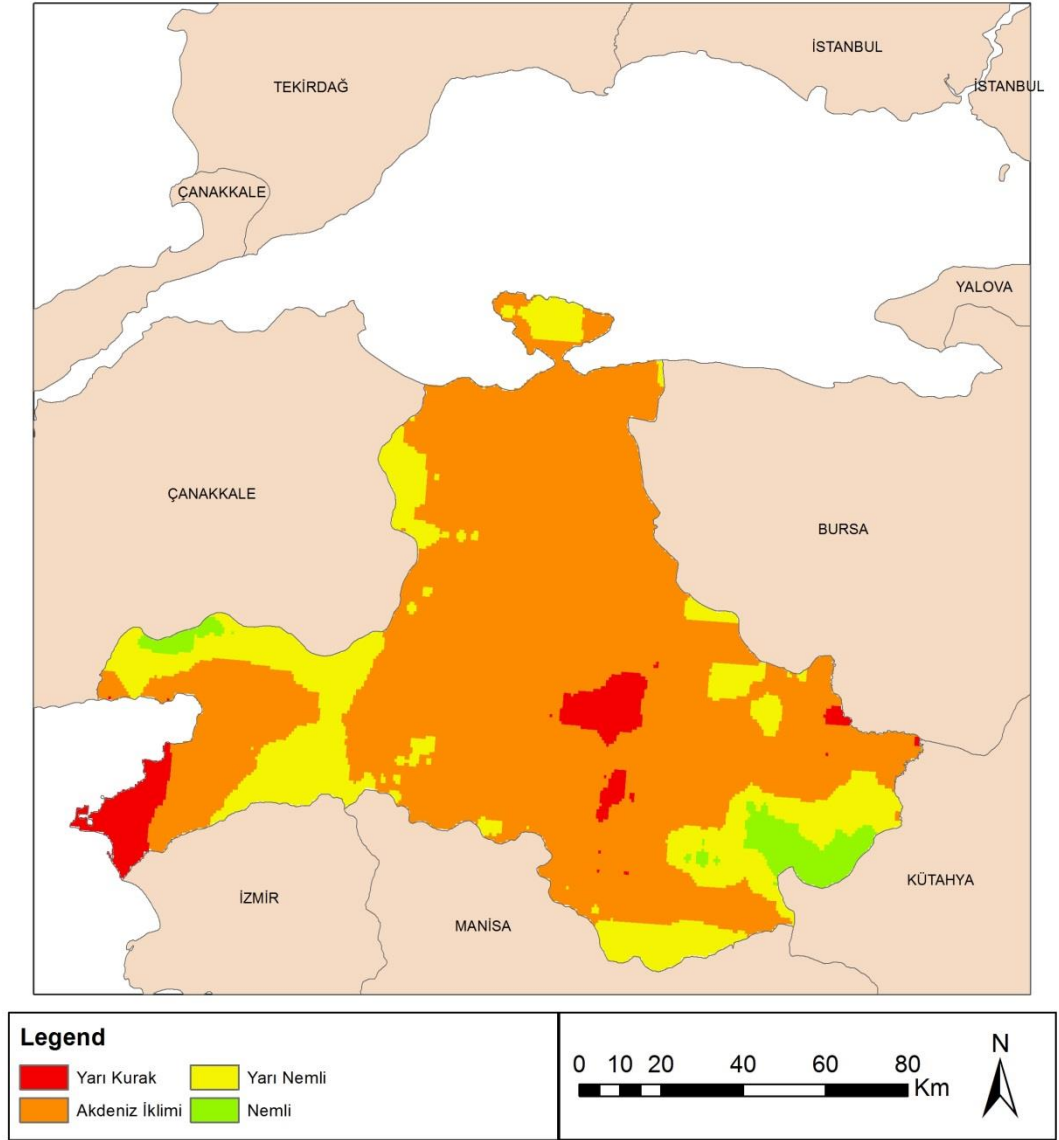
SSPs585 senaryosuna göre 2060 yılında Balıkesir genelinde nemli alanların kalmayacağı, Akdeniz iklim kuşağındaki alanların çoğalacağı, genel olarak yarı

kurak iklim kuşaklarına doğru kayma olacağı söz konusudur. Yapılmış olan hesaplama göre Balıkesir ilinin 2060 yılında yaklaşık %0,03'ünün yarı kurak ve %44,22'sinin Akdeniz iklim tipine geçeceği, yarı nemli alan miktarının %47,84'e ve nemli alan miktarının %7,89'a düşeceği, çok nemli alanların ise kalmayacağı öngörülmüştür. De Martonne iklim sınıflandırması ve SSPS245 senaryosuna göre oluşturulan 2080 yılı iklim sınıfları vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.24'te verilmiştir.



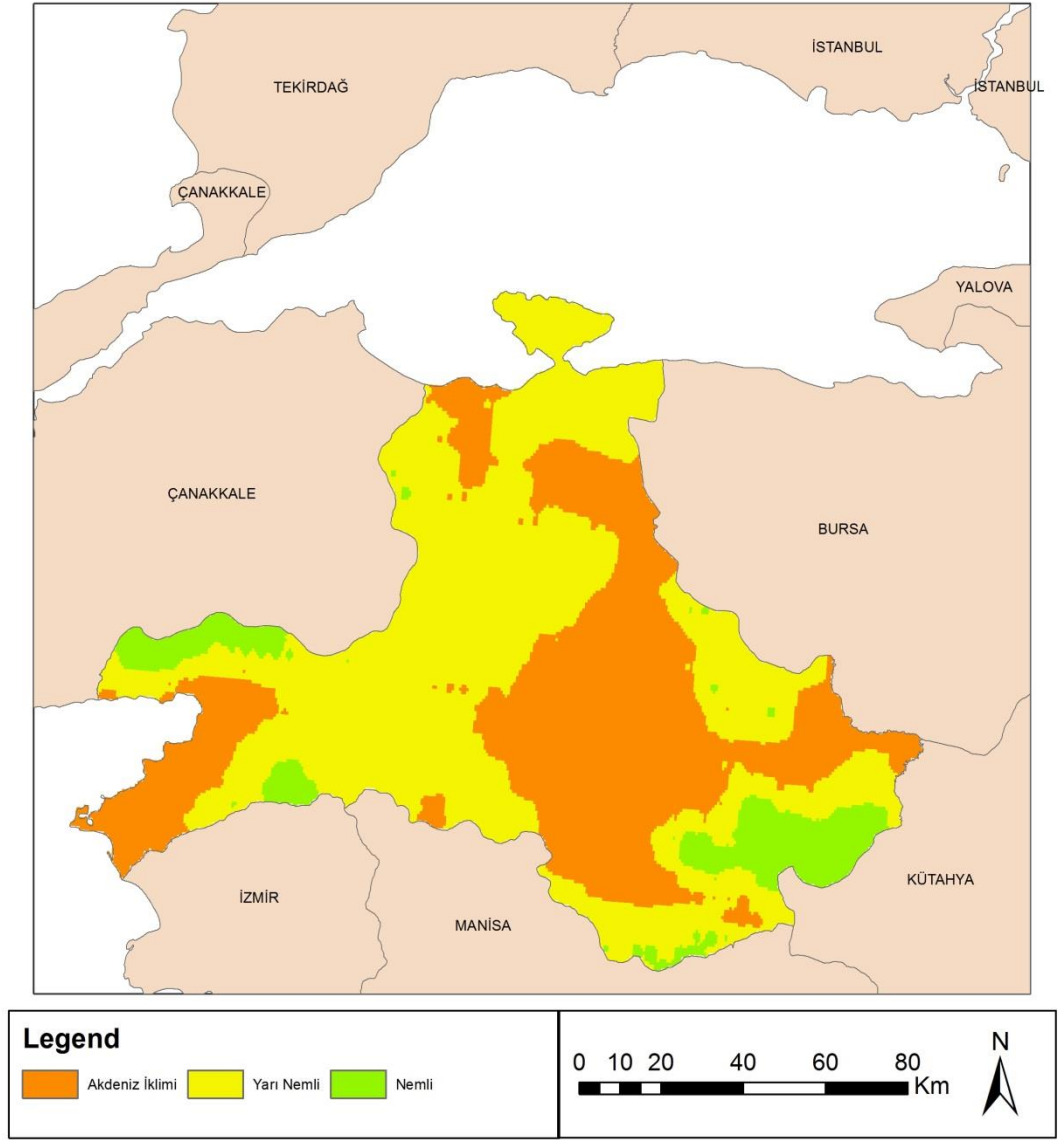
Şekil 3.24 2080 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs245 senaryosu

Balıkesir il genelinde De Martonne iklim sınıflandırması ve SSPS245 senaryosuna göre belirlenen, 2080 senesindeki iklim sınıflarının vaziyeti incelendiğinde Balıkesir'in büyük bir kısmının yarı nemli iklim kuşağında duracağı, ilin genelinde günümüze oranla yarı kurak alanların çoğalacağı öngörülmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Balıkesir ilinin 2080 yılında yaklaşık %30,87'sinin Akdeniz, %58,73'ünün yarı nemli, %10,37'sinin nemli ve çok nemli iklim tipinin de %0,00 oranına dönüşeceği belirlenmiştir. De Martonne iklim sınıflandırması ve SSPS585 senaryosuna göre oluşturulan 2080 senesi iklim sınıfları vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.25'te verilmiştir.



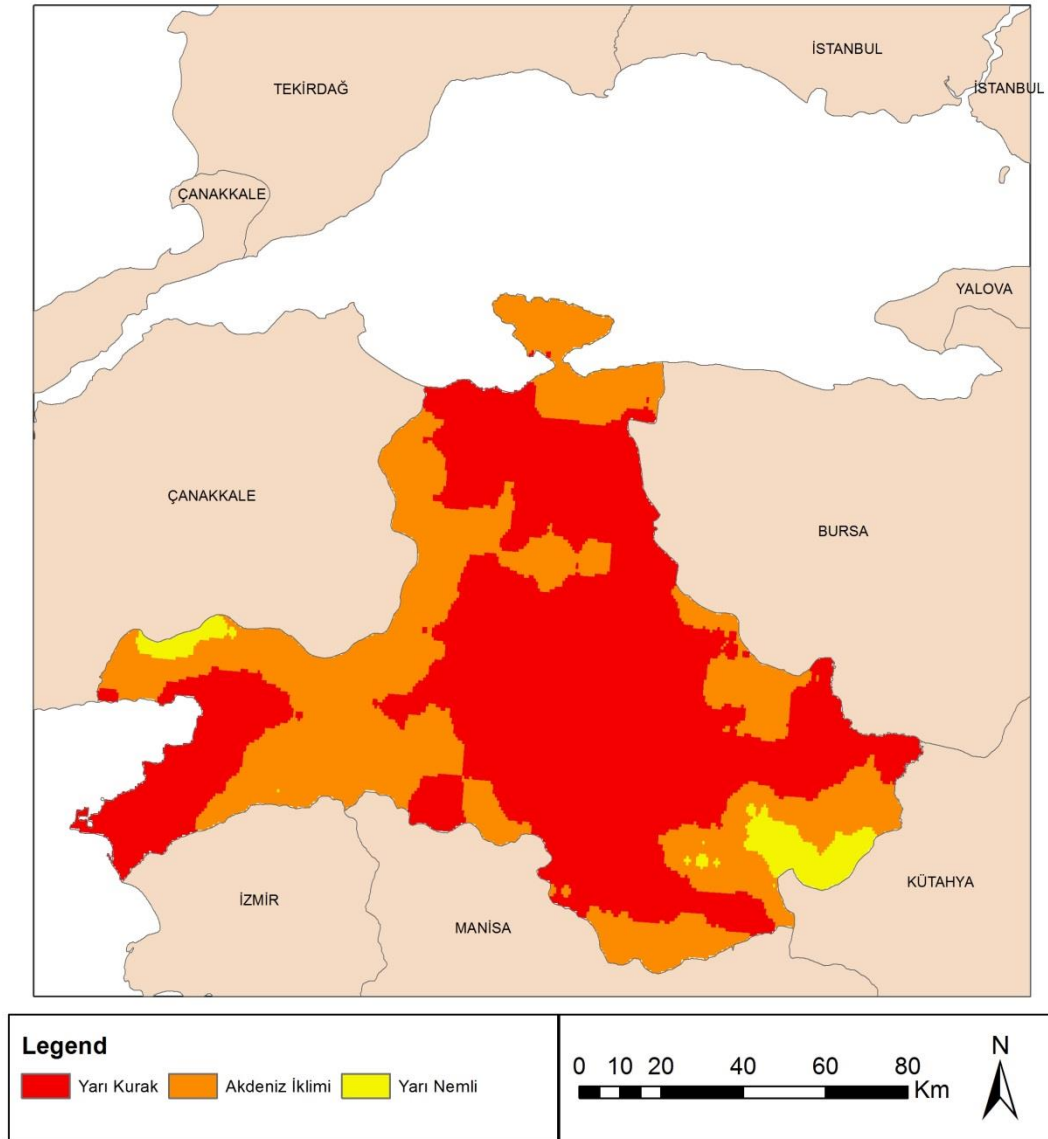
Şekil 3.25 2080 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs585 senaryosu

SSPS585 senaryosuna göre 2080 yılında Balıkesir genelinde yarı nemli alanların azaldığı, Akdeniz iklim kuşağı ile birlikte ilin doğu ve batı yönünde yarı kurak alanların oluşacağı öngörülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre Balıkesir ilinin 2080 yılında yaklaşık %4,21'inin yarı kurak ve %73,46'sının Akdeniz iklim tipine, yarı nemli alan miktarının %19,34'e ve nemli alan miktarının %2,97'ye düşeceği, nemli alanların ise kalmayacağı öngörülmüştür. De Martonne iklim sınıflandırması ve SSPS245 senaryosuna göre oluşturulan 2100 senesi iklim sınıfları vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.26'da verilmiştir.



Şekil 3.26 2100 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs245 senaryosu

Balıkesir il genelinde De Martonne iklim sınıflandırması ve SSPS245 senaryosuna göre oluşturulan, 2100 senesindeki iklim sınıflarının vaziyeti incelendiğinde Balıkesir'in geniş bir alanının yarı nemli ve Akdeniz ikliminde kalacağı, ilin genelinde günümüze oranla nemli alan miktarının azalacağı öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda Balıkesir ilinin 2100 yılında %37,88'inin Akdeniz, %53,80'inin yarı nemli, %8,30'unun nemli iklim tipine dönüşeceği öngörülmüştür. De Martonne iklim sınıflandırması ve SSPS585 senaryosuna göre oluşturulan 2100 senesi iklim sınıfları vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.27'de verilmiştir.

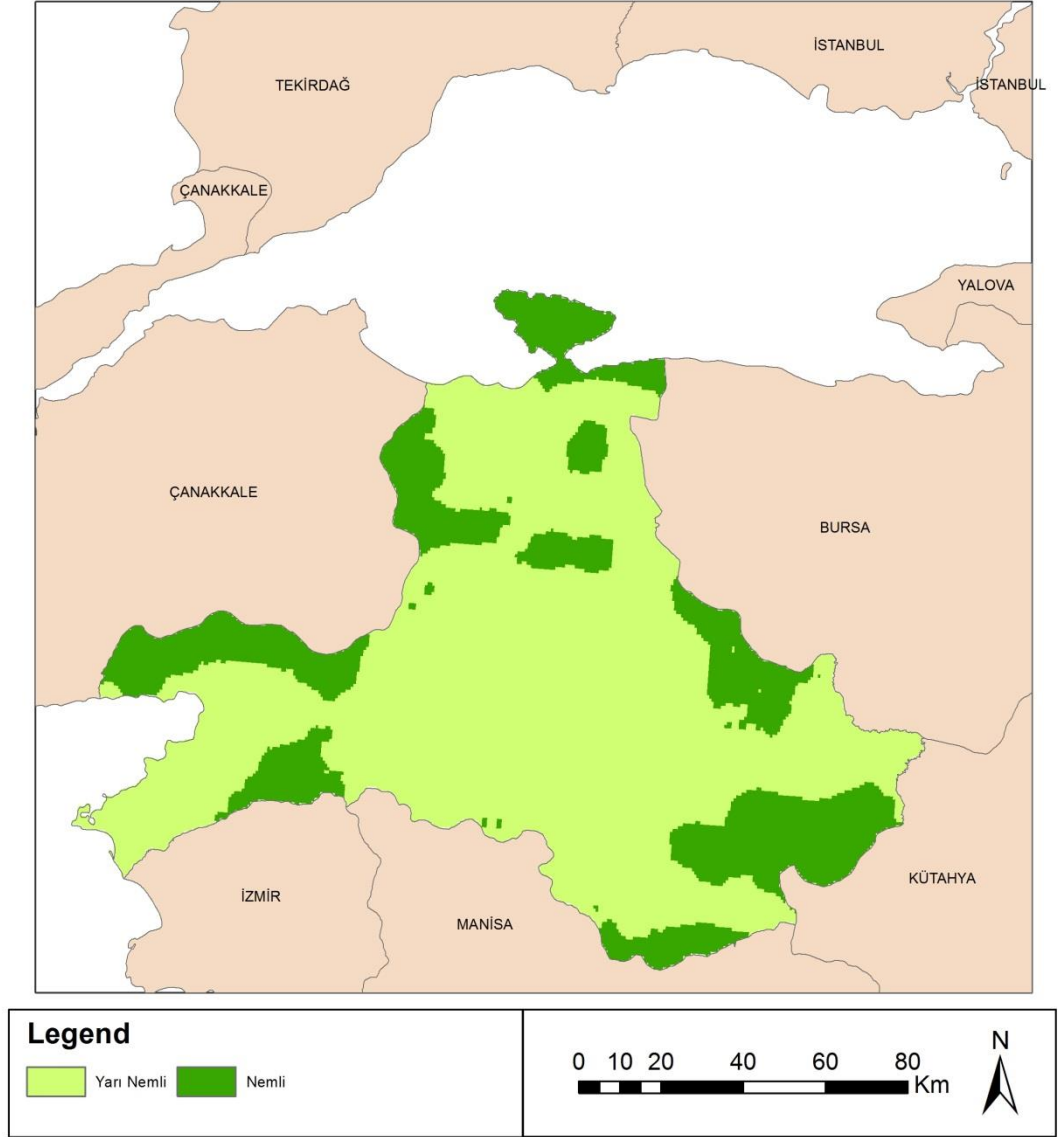


Şekil 3.27 2100 yılı için önerilen De Martonne İS ve SSPs585 senaryosu

SSPS585 senaryosuna göre 2100 yılında Balıkesir ilinde sadece doğu ve batı kıyı kesimlerinde yarı nemli alanların kalacağı, Akdeniz iklim kuşağındaki alanlar ile yarı kurak iklim kuşağının ilin büyük bir bölümünü kaplayacağı öngörülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre Balıkesir ilinin 2100 yılında yarıdan fazlası yani %58,06'sının yarı kurak, %38,81'inin Akdeniz iklim tipine dönüşeceği, yarı nemli alan miktarının %3,11'e düşeceği belirlenmiştir.

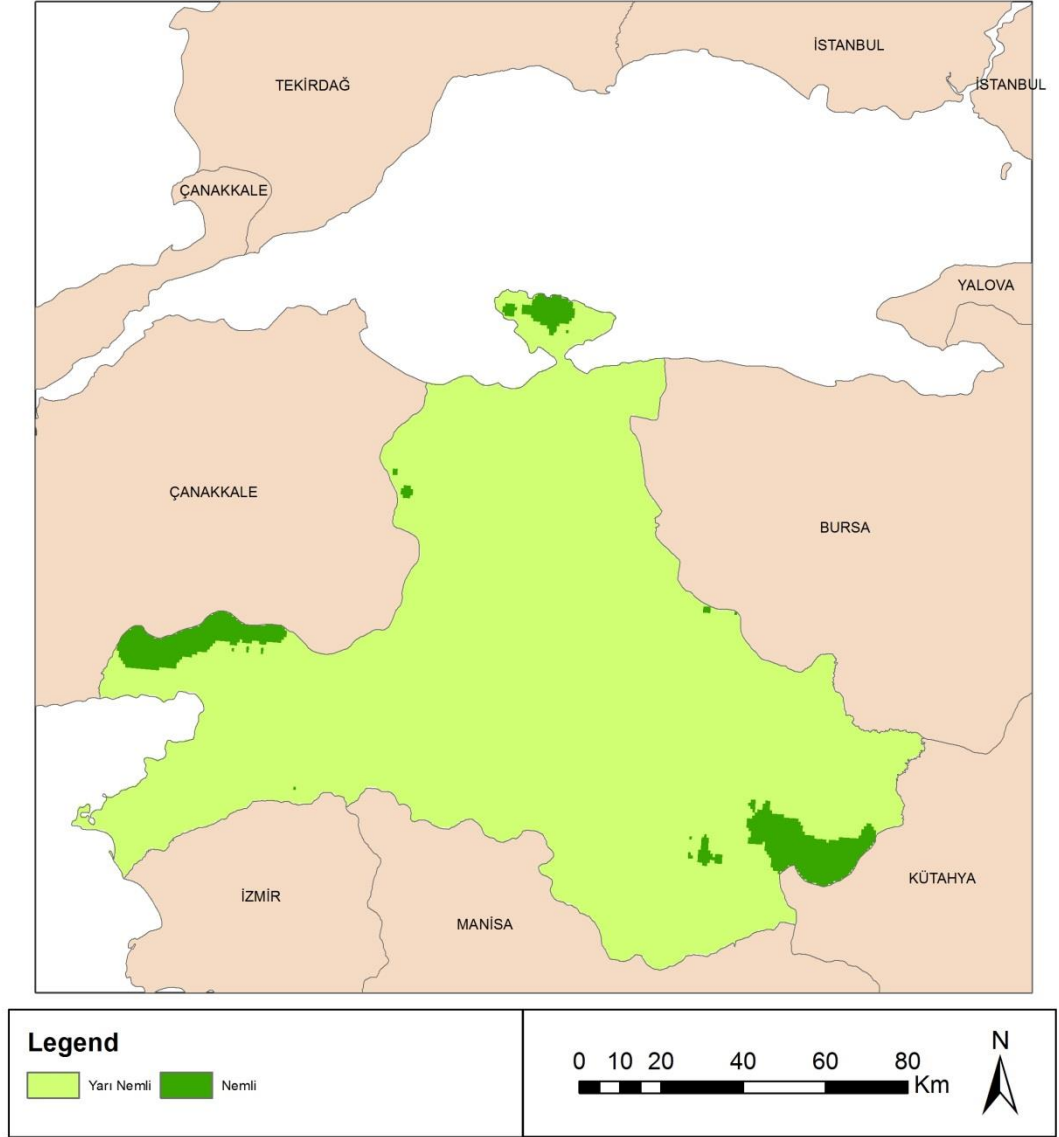
3.2.2 Emberger İklim Sınıflandırması

Çalışma alanı olan Balıkesir'de Emberger iklim sınıflandırması kullanılarak mevcut vaziyet ile 2040 ve 2100 dönemlerinde olması mümkün vaziyet belirlenerek haritalandırılmış ve karşılaştırmalı bir şekilde açıklanmıştır. Bu sınıflandırmaya göre günümüzdeki vaziyet Şekil 3.28'de verilmiştir.



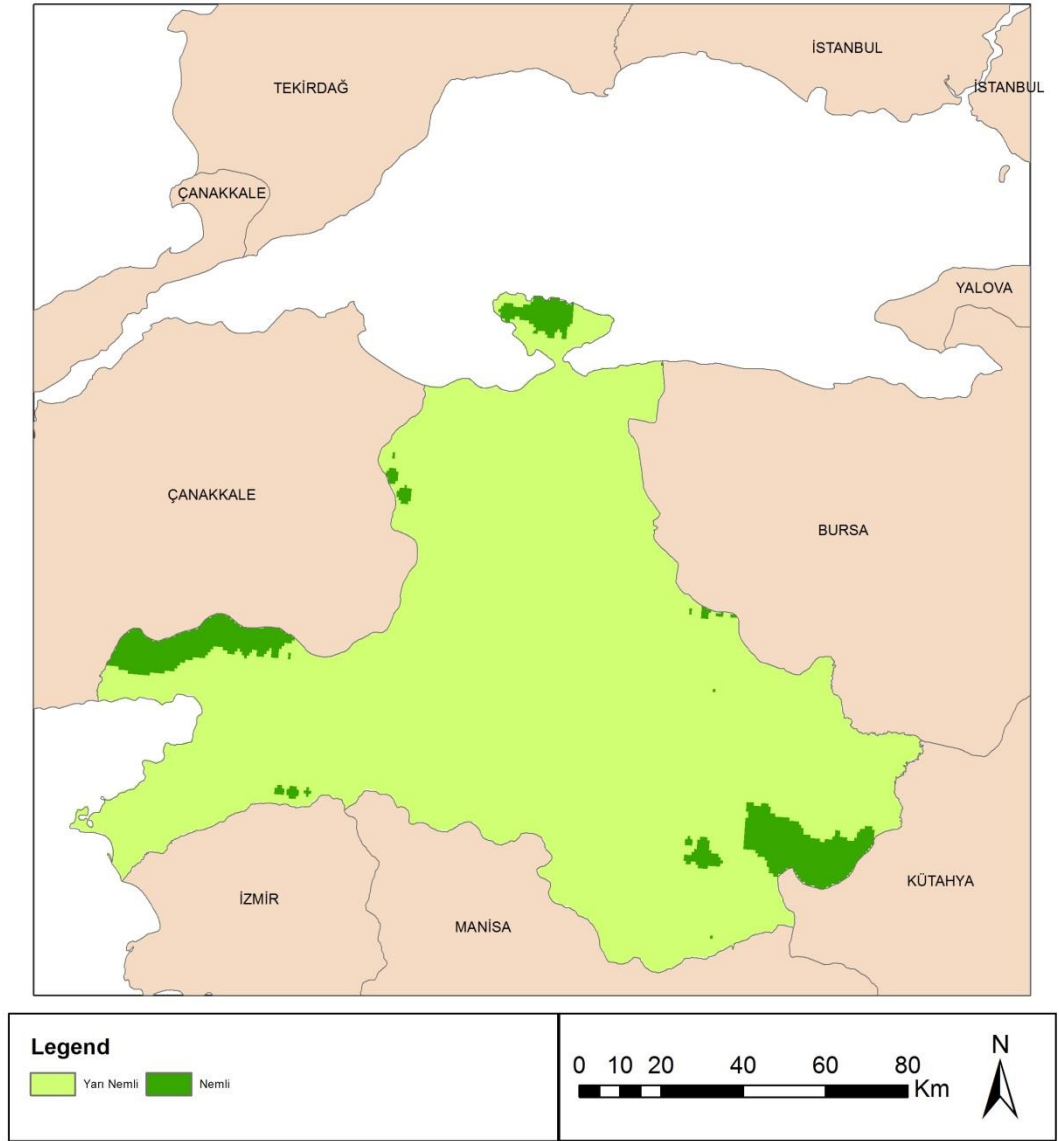
Şekil 3.28 2020 yılı güncel verileri kapsayan Emberger İS

Emberger iklim sınıflandırmasına göre günümüzdeki vaziyeti gösteren haritaya bakıldığında, Balıkesir'in büyük bölümünün yarı nemli alanlardan oluştuğu, ilin kuzey, doğu ve batı yönlü kıyılarının nemli alan olduğu görülmektedir. Yapılmış olan hesaplama ile Emberger sınıflandırmasına göre Balıkesir'in sadece %27,06'sının nemli, %72,93'ünün ise yarı nemli alandan oluştuğu belirlenmiştir. Emberger iklim sınıflandırması, SSPS245 senaryosuna göre belirlenen 2040 senesi vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.29'da verilmiştir.



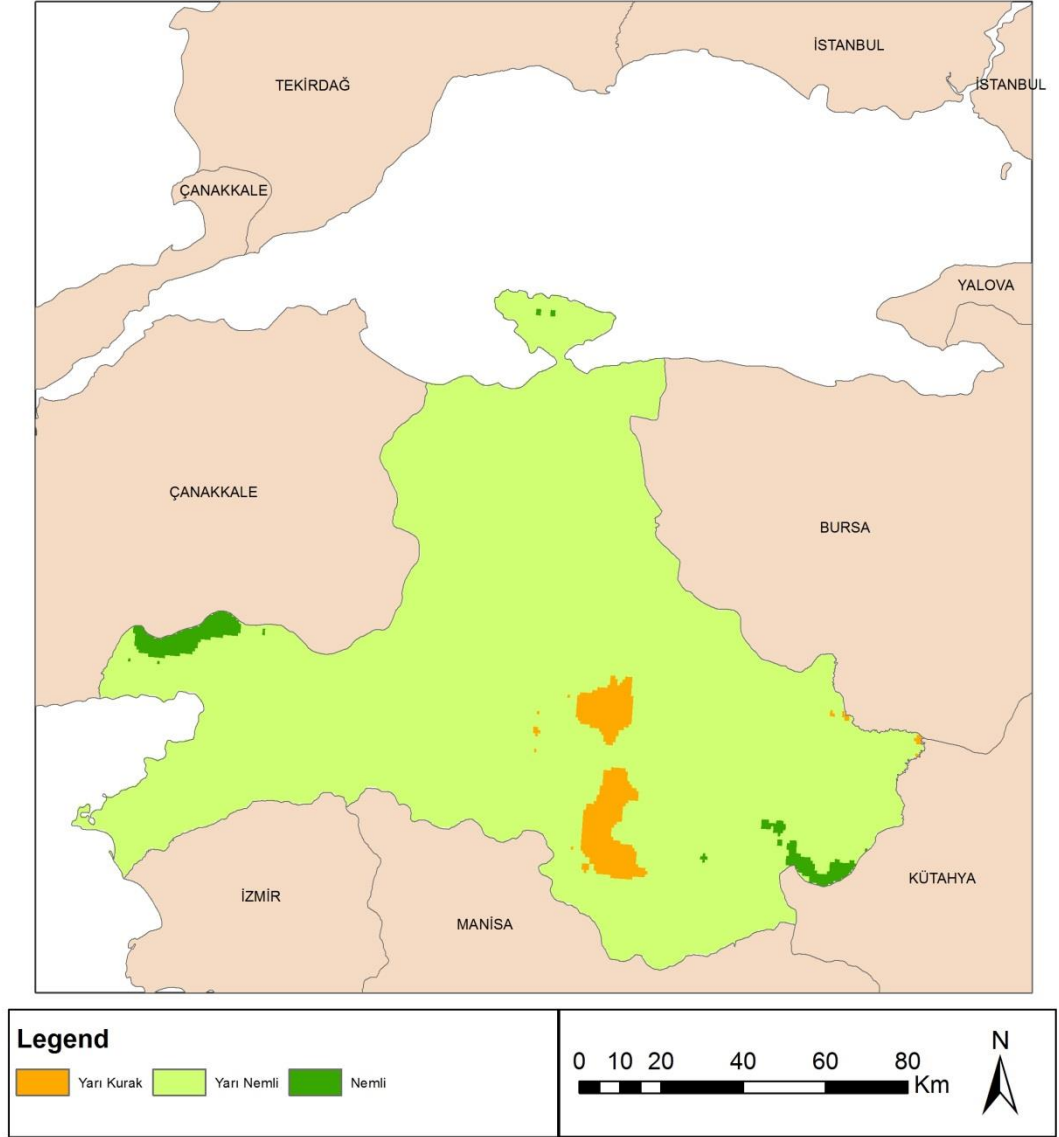
Şekil 3.29 2040 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs245 senaryosu

Emberger iklim sınıflandırmasına göre 2040 yılının durumunu gösterir harita incelendiğinde ilin neredeyse tamamının yarı nemli alanlardan oluştuğu ve yalnızca kuzey, doğu ve batı yönlü kıyıların az bir kısmının nemli alandan oluştuğu görülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu sınıflandırmaya göre Balıkesir'in sadece %5,0'mın nemli, %94,9'unun ise yarı nemli alandan oluştuğu belirlenmiştir. Emberger iklim sınıflandırması, SSPs585 senaryosuna göre oluşturulan 2040 senesi vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.30'da verilmiştir.



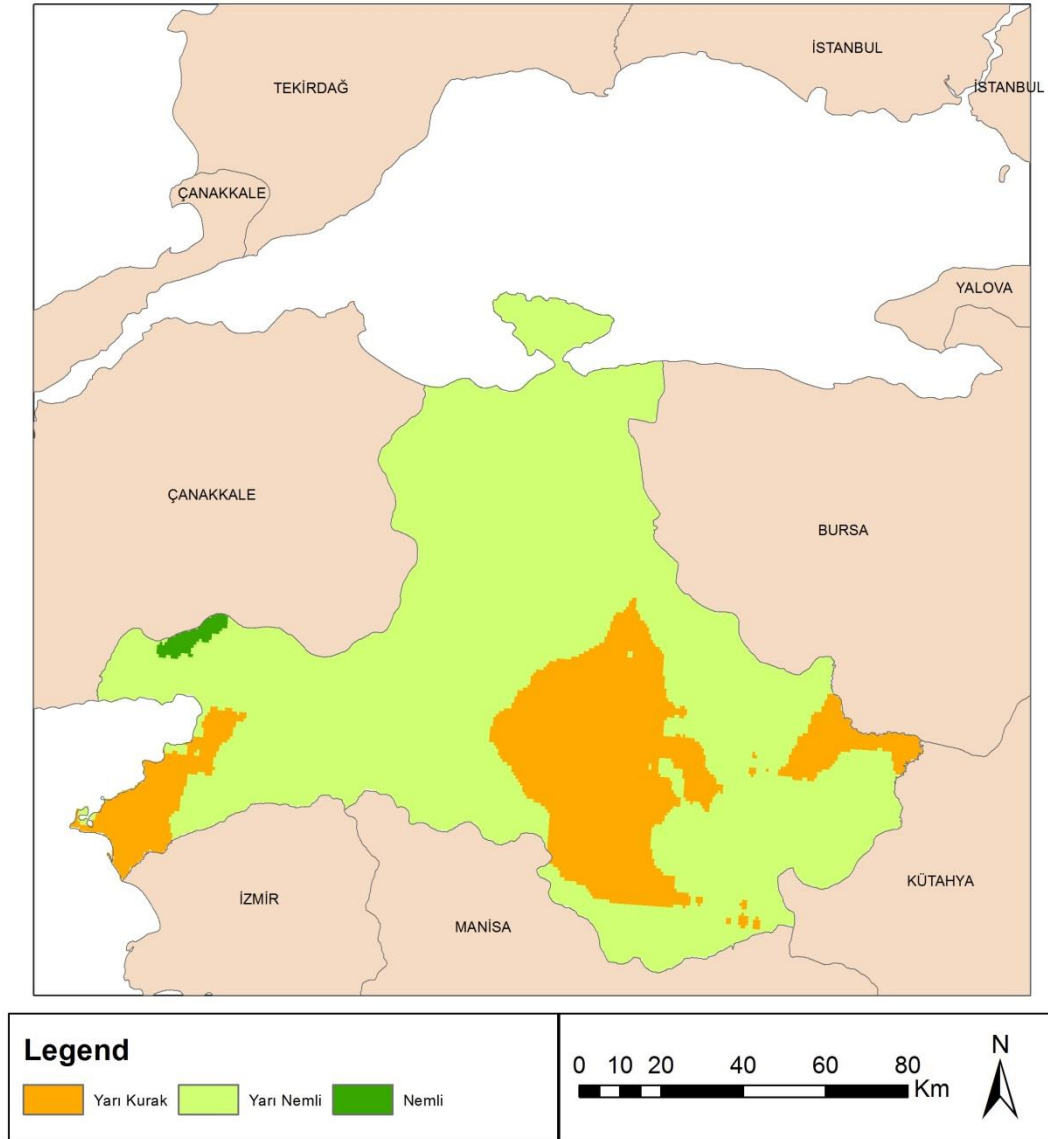
Şekil 3.30 2040 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs585 senaryosu

Emberger iklim sınıflandırması SSPs585 senaryosuna göre 2040 yılının durumunu gösterir harita incelendiğinde ilin neredeyse tamamına yakınının yarı nemli ve kuzey, doğu ve batı yönlü kıyı kesimlerinin ise nemli alanlardan oluştuğu görülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda Emberger iklim sınıflandırmasına göre ilin sadece %6,16'sının nemli, %93,83'ünün ise yarı nemli alandan oluştuğu belirlenmiştir. Emberger iklim sınıflandırması, SSPs245 senaryosuna göre oluşturulan 2060 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.31'de verilmiştir.



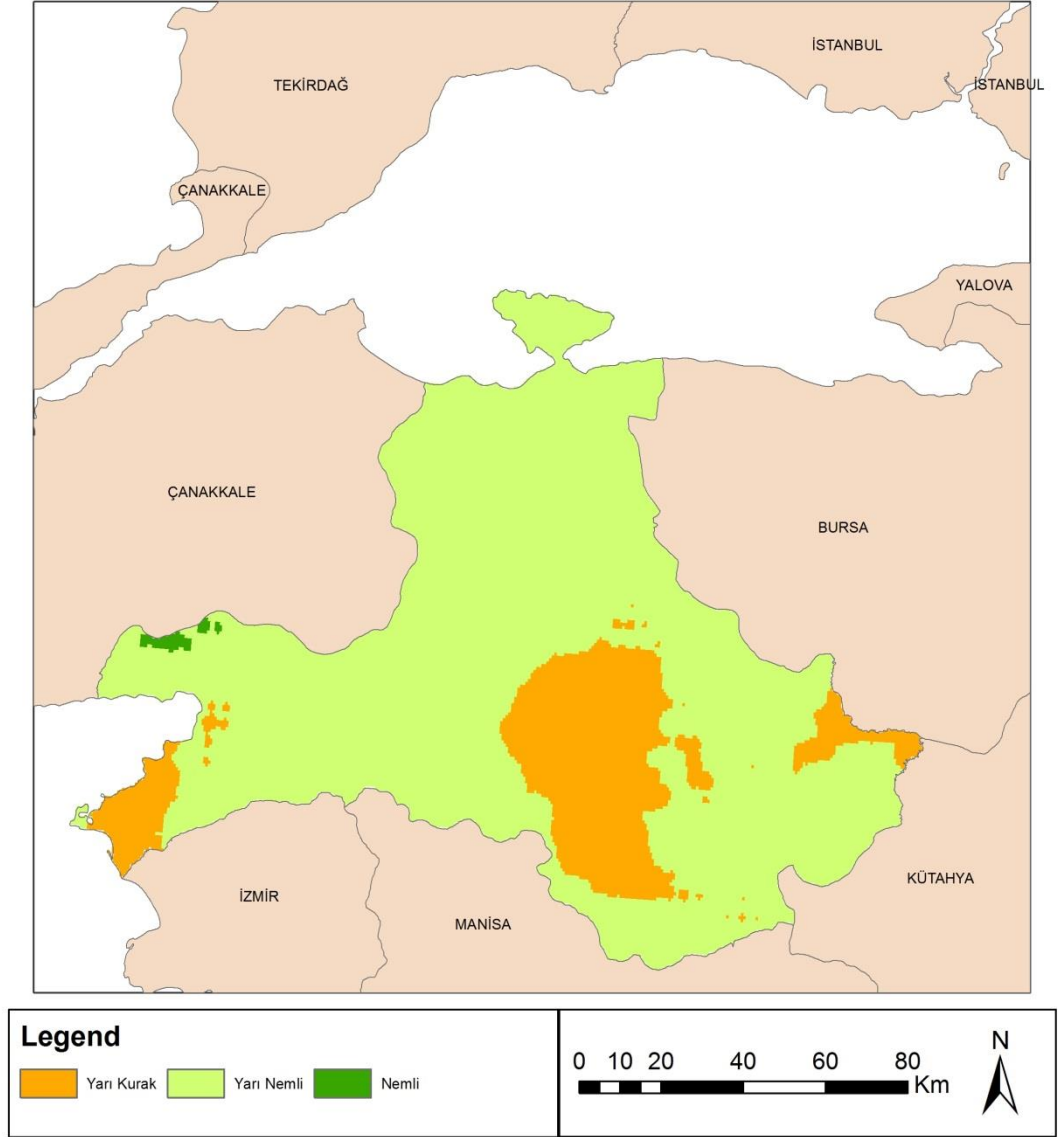
Şekil 3.31 2060 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs245 senaryosu

Emberger iklim sınıflandırması ile oluşturulan ve 2060 yılının vaziyetini gösteren harita incelendiğinde Balıkesir'in büyük bir kısmının yarı nemli alanlardan oluştuğu, nemli kısımların en aza indiği ve artık ilin güney kesimlerinde yarı kurak iklim kuşağının başladığı görülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu sınıflandırmaya göre Balıkesir'in yaklaşık %1,64'ünün nemli, %95,50'sinin yarı nemli ve %2,84'ünün yarı kurak olduğu sonucu çıkmıştır. Emberger iklim sınıflandırması, SSPs585 senaryosuna göre oluşturulan 2060 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.32'de verilmiştir.



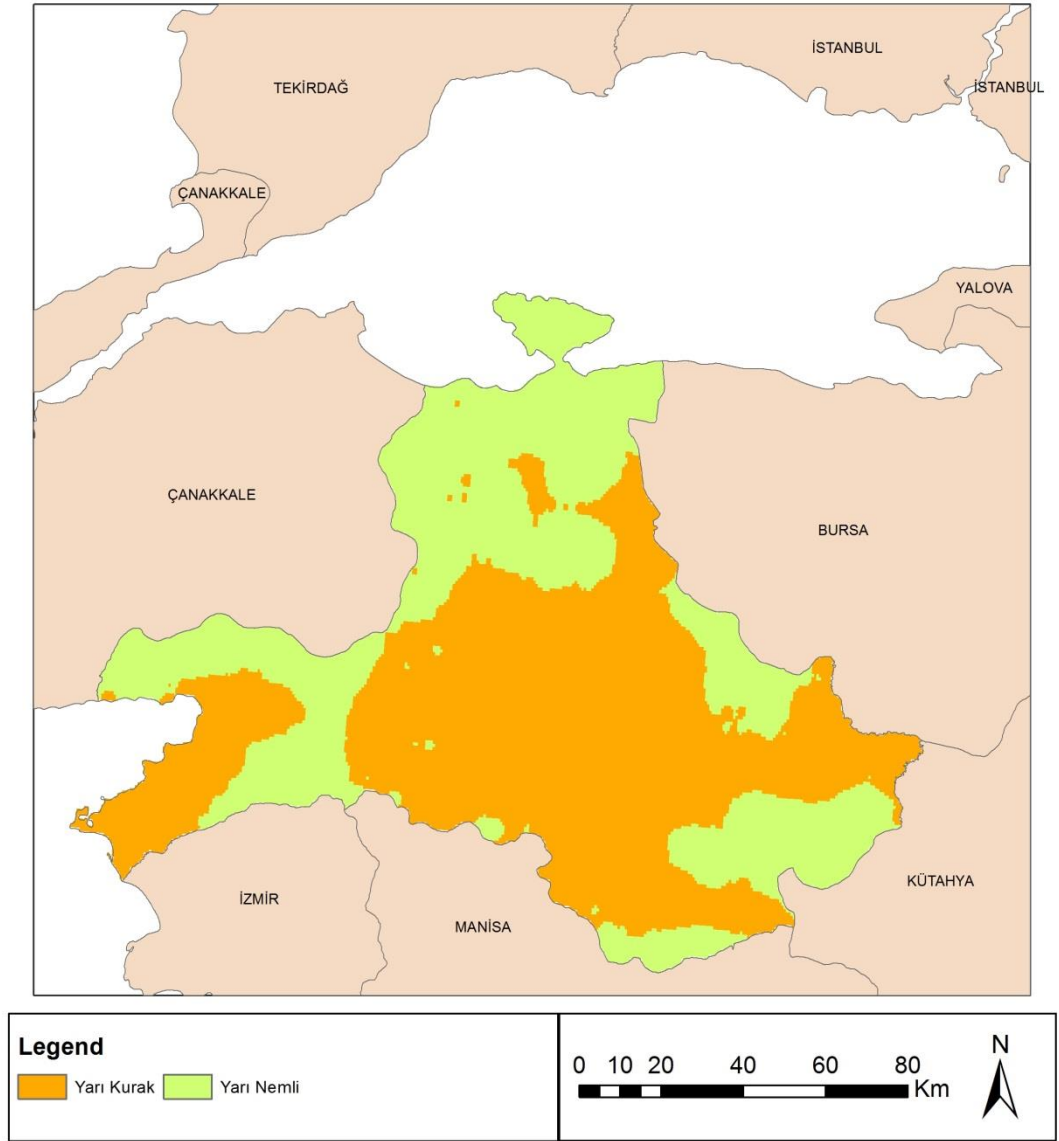
Şekil 3.32 2060 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs585 senaryosu

Emberger iklim sınıflandırması ile oluşturulmuş 2060 yılının vaziyetini gösteren haritaya bakıldığında Balıkesir'in büyük bir kısmının yarı nemli alanlardan oluştuğu, nemli kısımların yok denebilecek kadar en aza indiği ve ilin güney, doğu ve batı kesimlerinde yarı kurak iklim kuşağının oranında artış olduğu öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama ile Emberger iklim sınıflandırmasına göre Balıkesir'in %0,56'sının nemli, %78,30'unun yarı nemli ve %21,13'ünün yarı kurak olduğu belirlenmiştir. Emberger iklim sınıflandırması, SSPs245 senaryosu ile oluşturulan 2080 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.33'te verilmiştir.



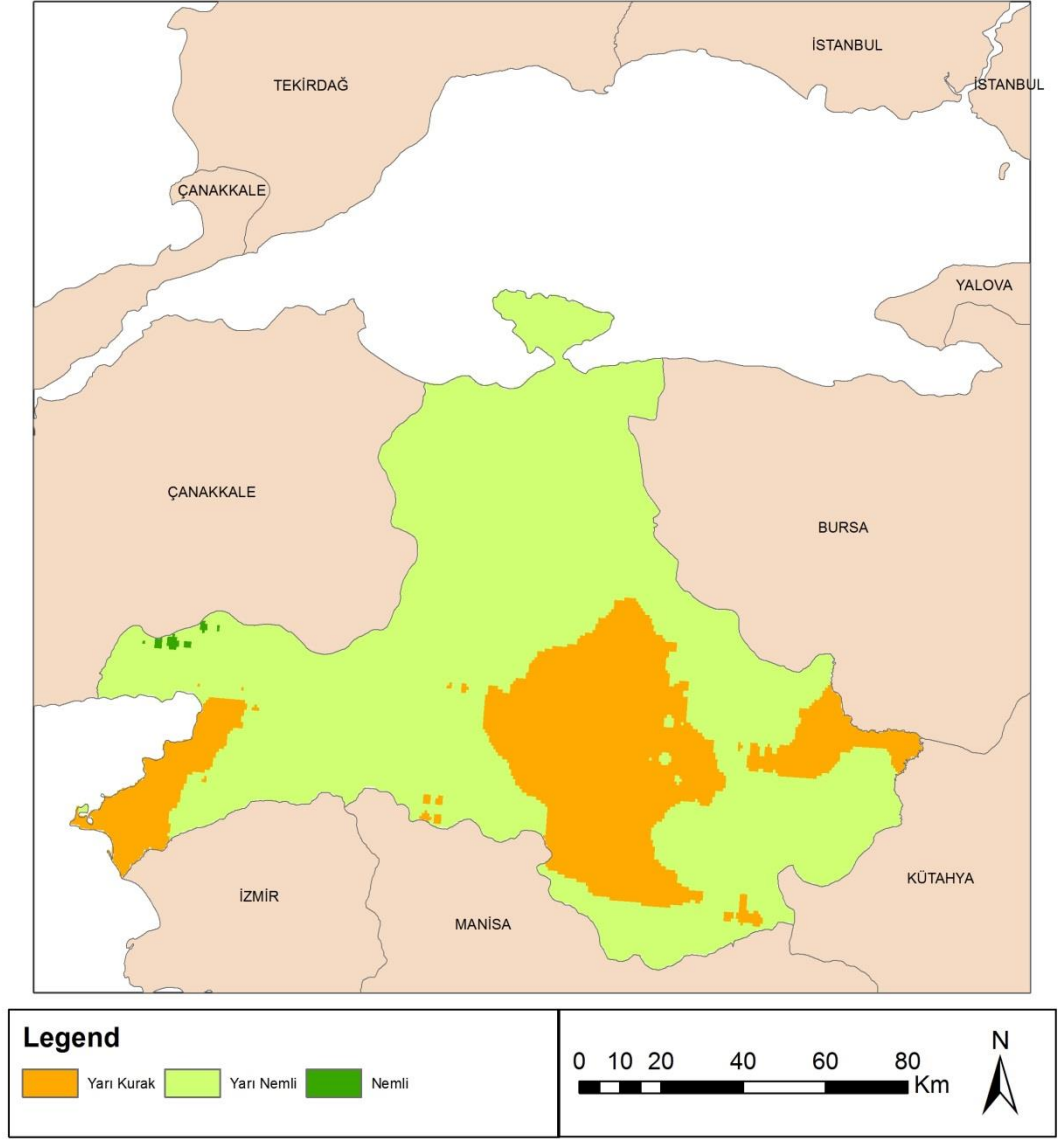
Şekil 3.33 2080 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs245 senaryosu

Emberger iklim sınıflandırması ile oluşturulan ve 2080 yılı durumunu gösteren harita irdelendiğinde Balıkesir'in büyük bir kısmının yarı nemli alanlardan oluştuğu, batı yönünde çok az nemli alan kaldığı ve ilin güney, doğu ve batı kesimlerinde yarı kurak iklim kuşağının oranında artış olduğu öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu sınıflandırmaya göre Balıkesir'in %0,36'sının nemli, %82,36'sının yarı nemli ve %17,26'sının yarı kurak olduğu belirlenmiştir. Emberger iklim sınıflandırması, SSPs585 senaryosuna göre oluşturulan 2080 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.34'te verilmiştir.



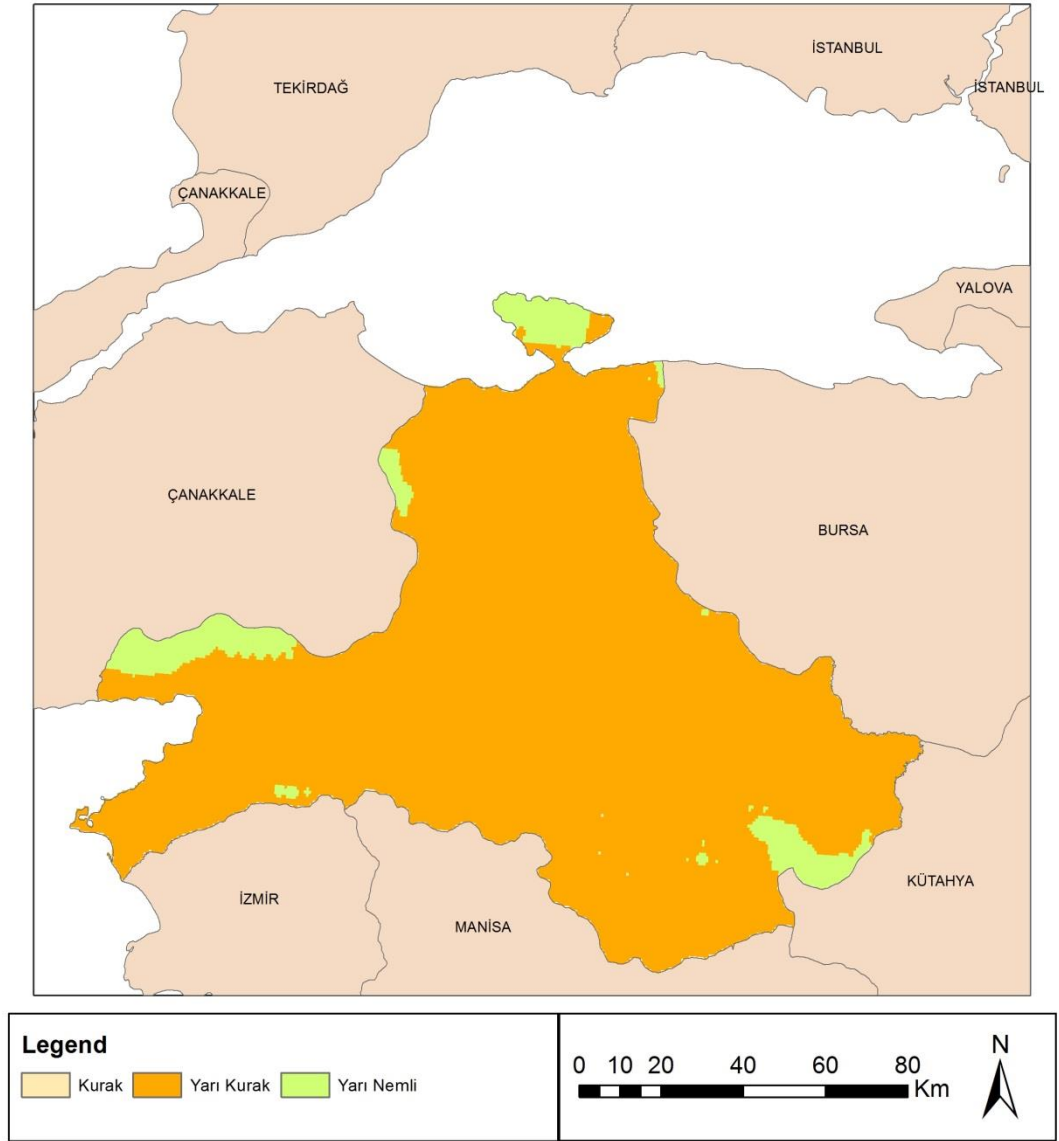
Şekil 3.34 2080 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs585 senaryosu

Emberger iklim sınıflandırması ile belirlenen 2080 yılı durumunu gösteren harita irdelendiğinde ilin neredeyse yarısının yarı kurak iklim kuşağına büründüğü, diğer yarısının da yarı nemli iklim kuşağında kaldığı gözlenmektedir. Nemli alanların ise artık tamamen yok olduğu öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu iklim sınıflandırması ile Balıkesir'in %43,35'inin yarı nemli ve %56,64'ünün yarı kurak alandan oluştuğu belirlenmiştir. Emberger iklim sınıflandırması, SSPs245 senaryosuna göre belirlenip 2100 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.35'te verilmiştir.



Şekil 3.35 2100 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs245 senaryosu

Emberger iklim sınıflandırması ile oluşturulan 2100 yılının durumunu gösteren harita irdelendiğinde Balıkesir'in büyük bir kısmının yarı nemli alanlardan oluştuğu, nemli kısımların yok denebilecek kadar en aza indiği ve ilin güney, doğu ve batı kesimlerinde yarı kurak iklim kuşağının oranında artış olduğu öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu iklim sınıflandırması ile Balıkesir'in %0,14'ünün nemli, %75,18'inin yarı nemli ve %24,66'sının yarı kurak alandan oluştuğu belirlenmiştir. Emberger iklim sınıflandırması, SSPs585 senaryosuna göre oluşturulan 2100 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.36'da verilmiştir.

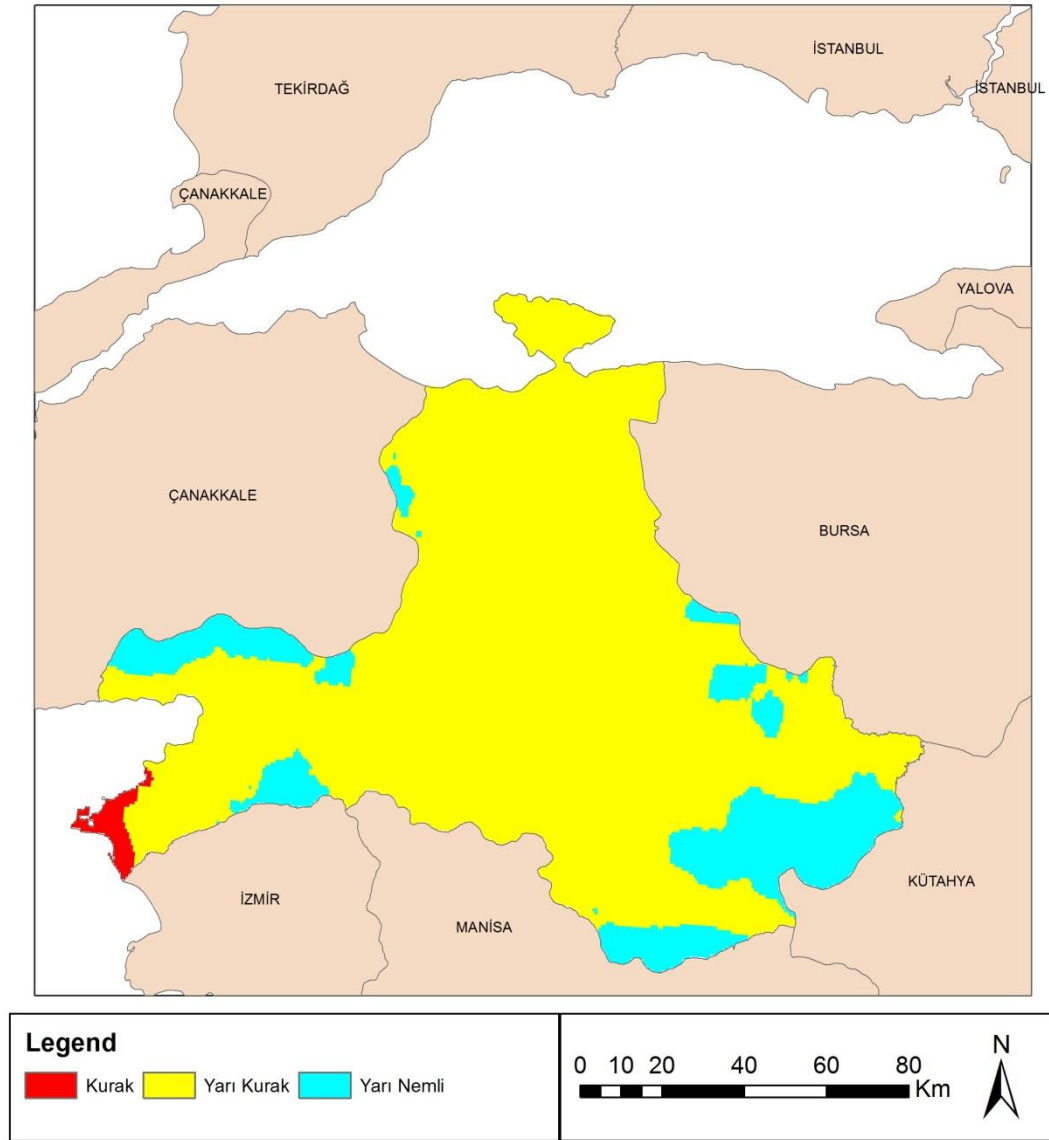


Şekil 3.36 2100 yılı için önerilen Emberger İS ve SSPs585 senaryosu

Emberger iklim sınıflandırması ile oluşturulan 2100 yılının durumunu gösteren harita irdelendiğinde Balıkesir'in neredeyse tamamının yarı kurak iklim kuşağına geçtiği, çok az bir kısmının yarı nemli iklim kuşağında kaldığı ve kurak iklim başlangıcının olduğu da gözlenmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu iklim sınıflandırması ile Balıkesir'in %6,46'sının yarı nemli, %93,52'sinin yarı kurak ve %0,009'unun kurak olduğu belirlenmiştir.

3.2.3 Lang İklim Sınıflandırması

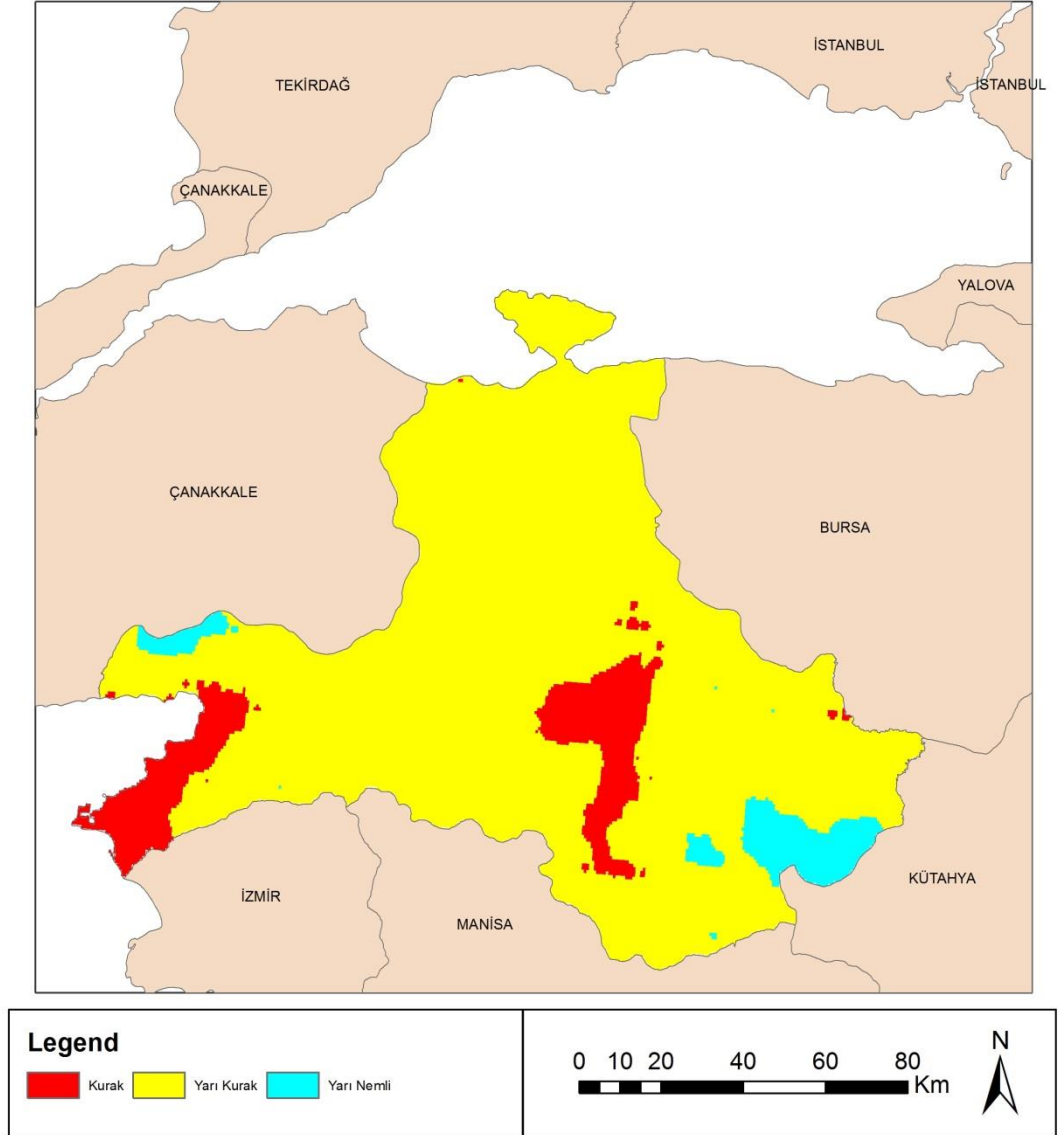
Çalışma alanı olan Balıkesir’de Lang iklim sınıflandırması kullanılıp mevcut durum ile ileride (2040 ve 2100 senelerinde) olması mümkün vaziyet belirlenerek haritalandırılmış, karşılaştırmalı olarak açıklanmıştır. Lang iklim sınıflandırmasına göre günümüzdeki vaziyet Şekil 3.37’de verilmiştir.



Şekil 3.37 2020 yılı güncel verileri kapsayan Lang İS

Lang iklim sınıflandırmasına göre günümüzdeki vaziyeti gösteren harita irdelendiğinde Balıkesir’in büyük bir kısmının yarı kurak alanlardan oluştuğu

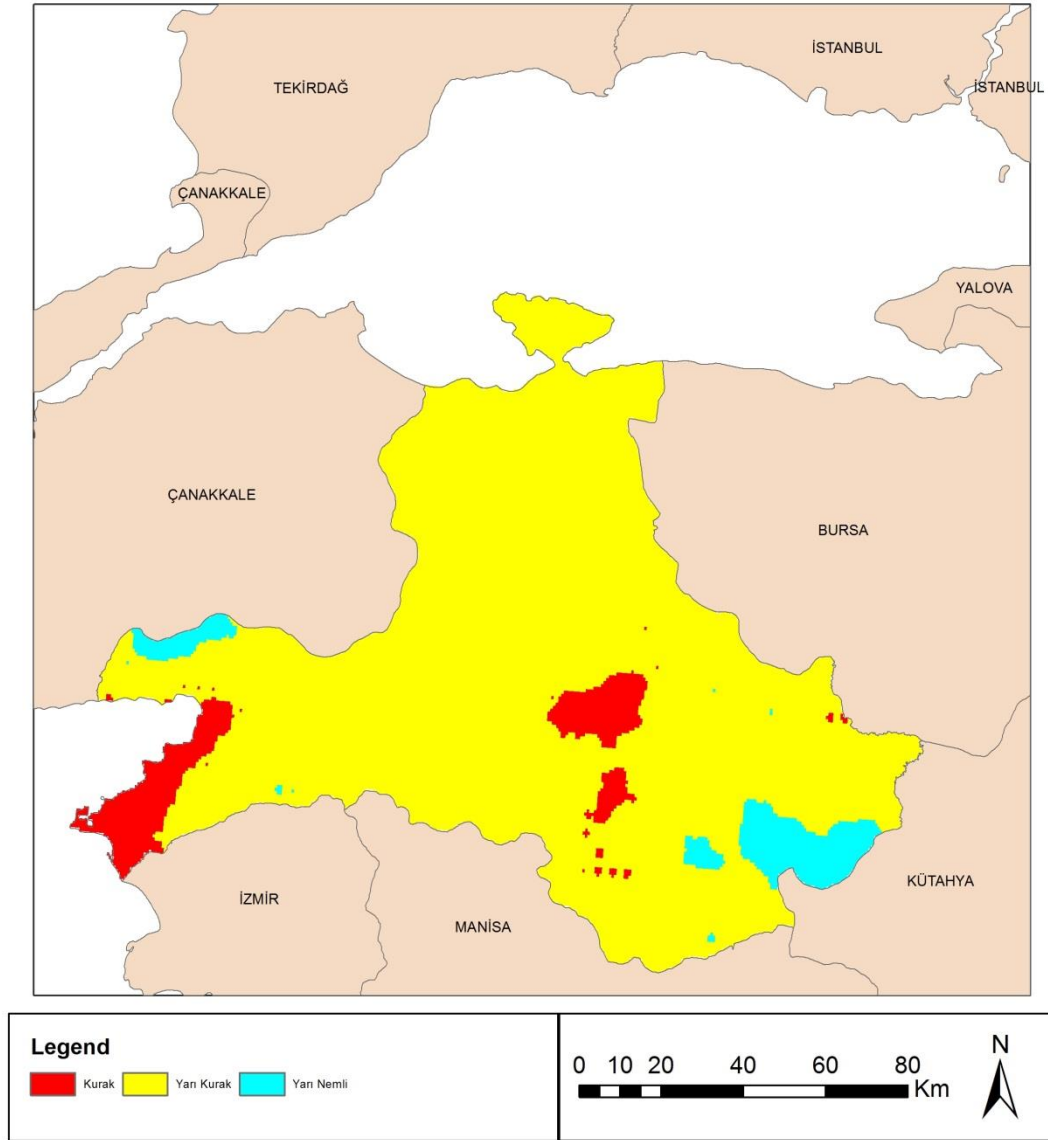
öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu iklim sınıflandırması ile Balıkesir'in %1,00'inin kurak, %14,95'inin yarı nemli ve %84,04'ünün yarı kurak olduğu ortaya konmuştur. Lang iklim sınıflandırması, SSPS245 senaryosu ile belirlenen 2040 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.38'de verilmiştir.



Şekil 3.38 2040 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs245 senaryosu

Lang iklim sınıflandırması ile oluşturulan ve 2040 yılı durumunu gösteren harita irdelendiğinde Balıkesir'in büyük bir kısmının yarı kurak alanlardan oluştuğu, doğu ve batı yönlerinde ise yarı nemli ve kurak iklim tipleri öngörülmektedir. Yapılmış

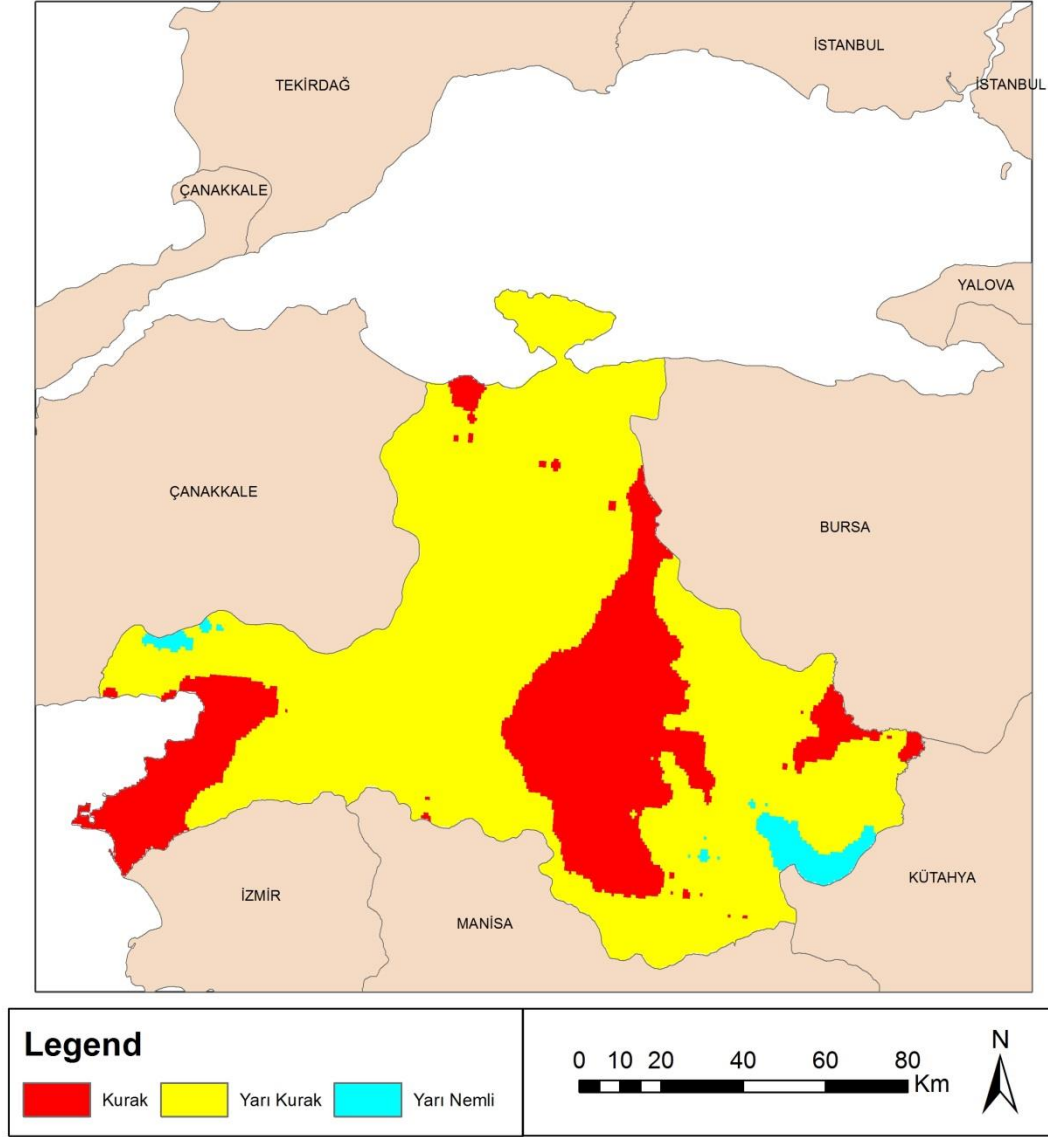
olan hesaplama sonucunda söz konusu iklim sınıflandırması ile Balıkesir'in %9,31'inin kurak, %4,20'sinin yarı nemli ve %86,48'inin yarı kurak olduğu ortaya konmuştur. Lang iklim sınıflandırması, SSP585 senaryosu ile belirlenen 2040 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.39'da verilmiştir.



Şekil 3.39 2040 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs585 senaryosu

Lang iklim sınıflandırması ile oluşturulan 2040 yılı durumunu gösteren harita irdelendiğinde Balıkesir'in büyük bir kısmının yarı kurak alanlardan oluştuğu, doğu ve batı yönlerinde ise yarı nemli ve kurak iklim tipleri öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu iklim sınıflandırması ile Balıkesir'in

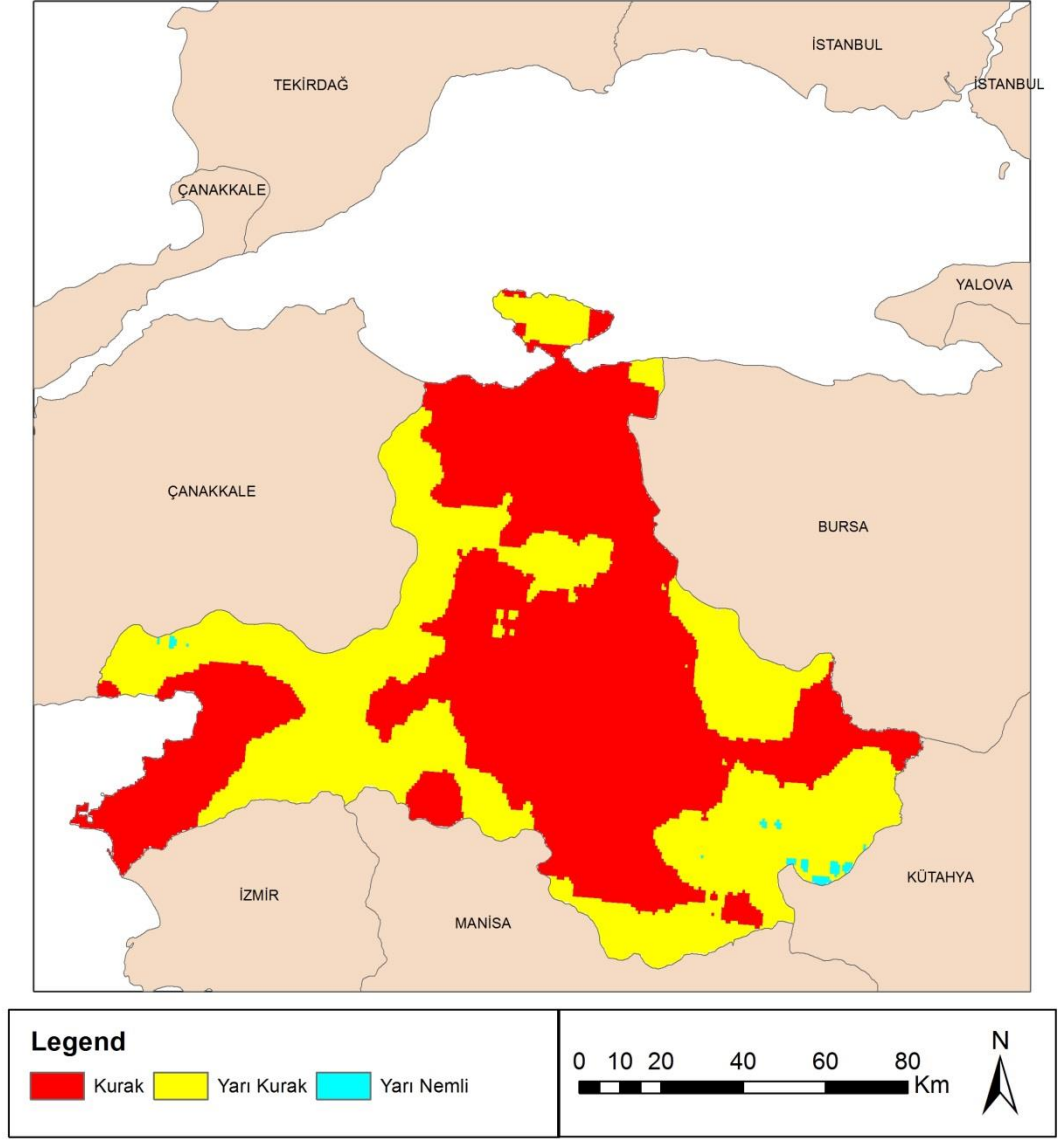
%6,01'inin kurak, %4,46'sının yarı nemli ve %89,51'inin yarı kurak olduğu ortaya konmuştur. Lang iklim sınıflandırması, SSPS245 senaryosu ile belirlenen 2060 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.40'ta verilmiştir.



Şekil 3.40 2060 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs245 senaryosu

Lang iklim sınıflandırması ile oluşturulan ve 2060 yılı durumunu gösteren harita irdelendiğinde Balıkesir'in yarı kurak alanları ile birlikte kuraklığa doğru bir artış öngörülmektedir. Yarı nemli alanların ise azaldığı öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu iklim sınıflandırması ile Balıkesir'in %24,42'sinin kurak, %2,01'inin yarı nemli, %73,56'sının yarı kurak alandan oluştuğu

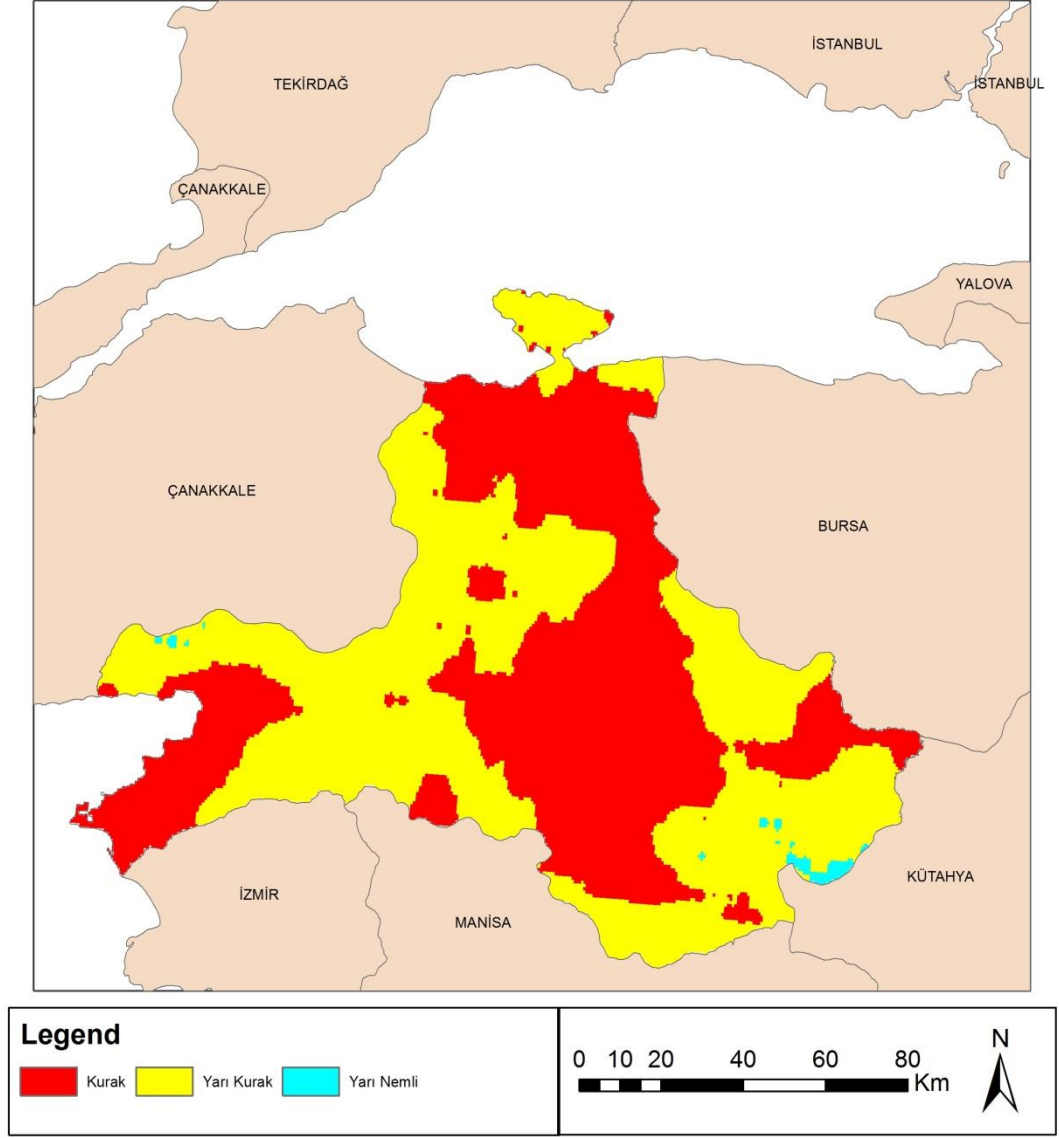
belirlenmiştir. Lang iklim sınıflandırması, SSP585 senaryosu ile oluşturulan 2060 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.41’de verilmiştir.



Şekil 3.41 2060 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs585 senaryosu

Lang iklim sınıflandırması ile oluşturulan 2060 yılı durumunu gösteren harita irdelendiğinde Balıkesir’in büyük bir kısmının kurak alanlardan oluştuğu, yarı kurak alanların bile azaldığı yarı nemli iklim tipinin ise yok olduğu öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu iklim sınıflandırması ile Balıkesir’in %57,24’ünün kurak, %0,29’unun yarı nemli ve %42,46’sının yarı kurak alandan

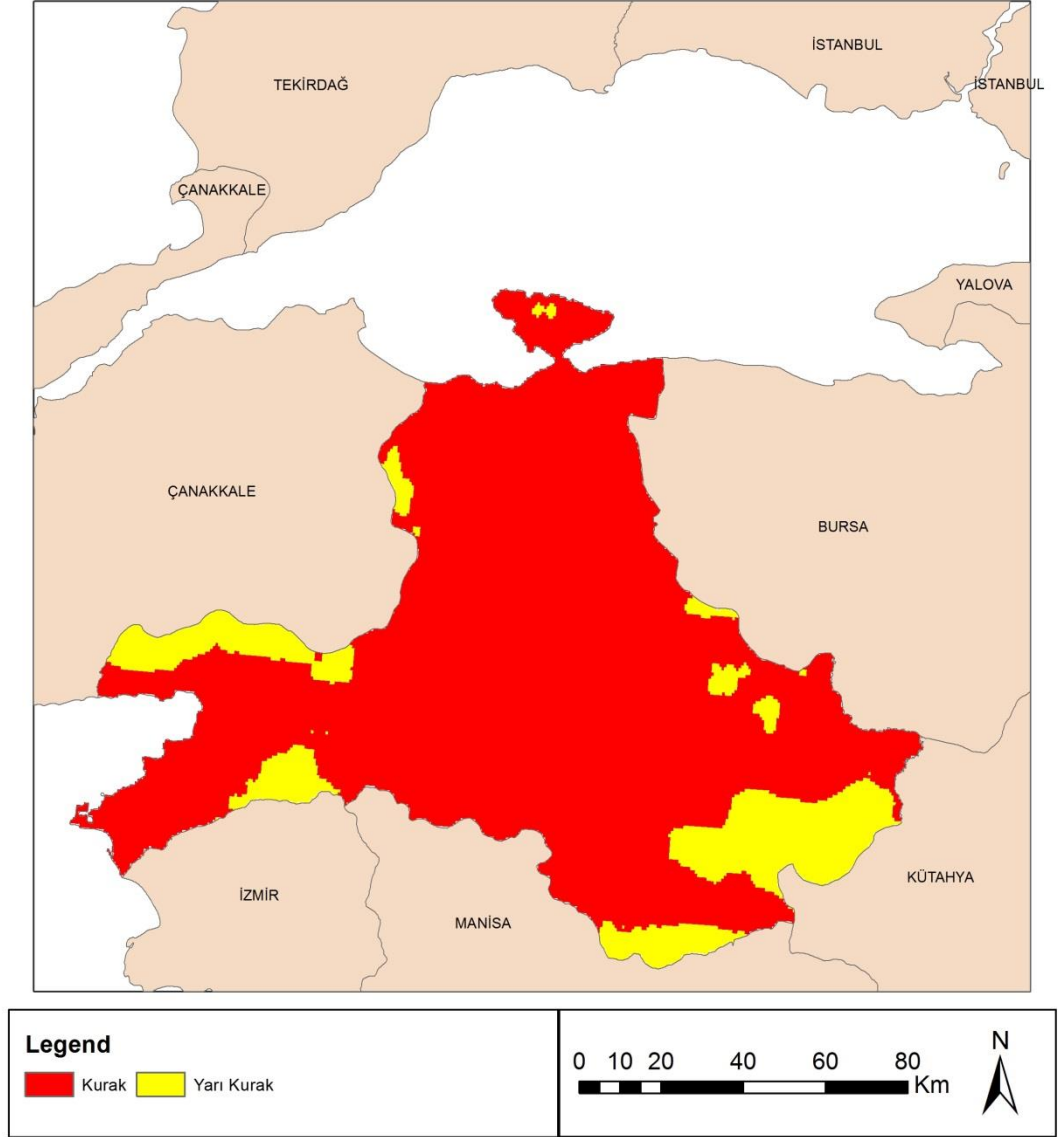
oluştugu belirlenmiştir. Lang iklim sınıflandırması, SSPS245 senaryosu ile oluşturulan 2080 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.42’de verilmiştir.



Şekil 3.42 2080 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs245 senaryosu

Lang iklim sınıflandırması ile oluşturulan 2080 yılı durumunu gösteren harita irdelendiğinde Balıkesir’in kurak ve yarı kurak iklim tipi alanları oranının birbirine çok yakın olduğu gözlenmektedir. Yarı nemli alanların ise yok olduğu öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu iklim sınıflandırması ile Balıkesir’in %47,11’inin kurak, %0,56’sının yarı nemli ve %52,31’inin yarı kurak alandan oluştuğu belirlenmiştir. Lang iklim sınıflandırması,

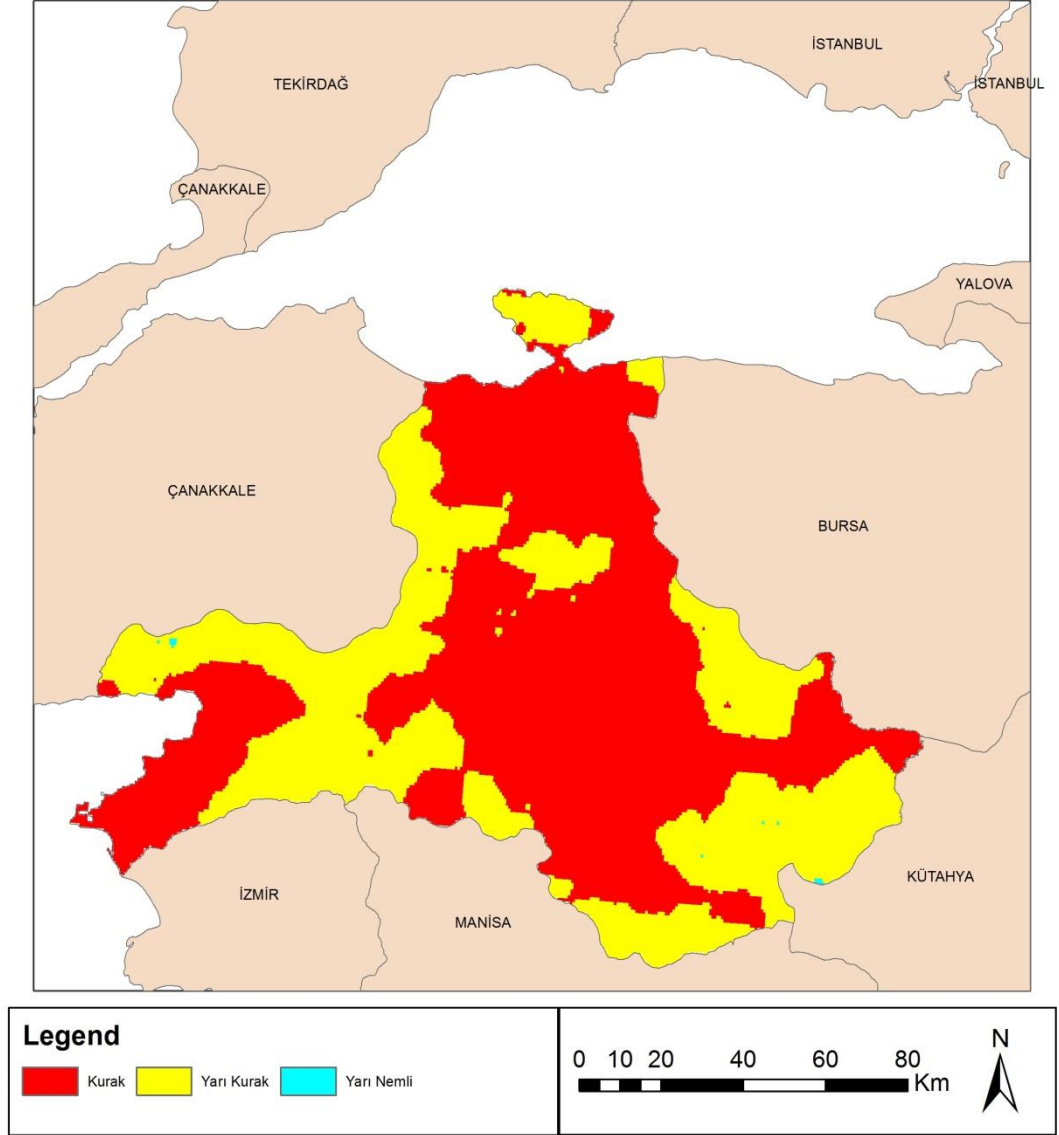
SSPS585 senaryosuna göre oluşturulan 2080 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.43'te verilmiştir.



Şekil 3.43 2080 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs585 senaryosu

Lang iklim sınıflandırmasına göre belirlenen 2080 yılı vaziyetini gösteren harita incelendiğinde Balıkesir'in neredeyse tamamının kurak alanlardan oluştuğu, yarı kurak alanların bile azaldığı öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu iklim sınıflandırması ile Balıkesir'in %85,73'ünün kurak, %14,26'sının yarı kurak alandan oluştuğu belirlenmiştir. Lang iklim sınıflandırması, SSPs245

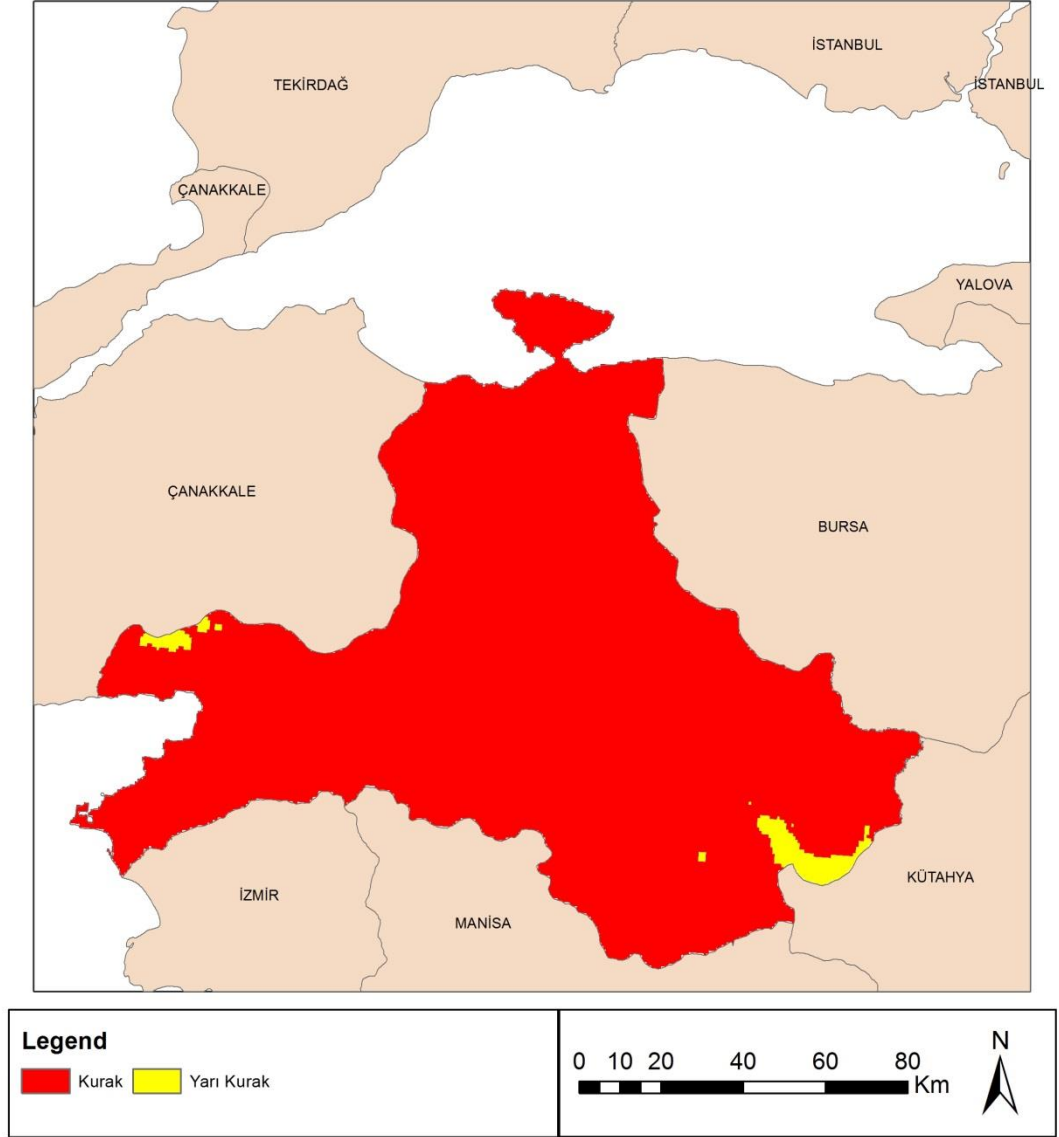
senaryosuna göre oluşturulan 2100 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.44'te verilmiştir.



Şekil 3.44 2100 yılı için önerilen Lang İS ve SSPs245 senaryosu

Lang iklim sınıflandırması ile belirlenen ve 2100 senesi vaziyetini gösteren haritaya bakıldığında Balıkesir'in kurak ve yarı kurak iklim tipi alanları oranının birbirine çok yakın olduğu gözlenmektedir. Yarı nemli alanların ise hemen hemen hiç kalmadığı öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda Lang iklim sınıflandırması ile Balıkesir'in %59,55'inin kurak, %0,05'inin yarı nemli ve %40,38'inin yarı kurak

alandan oluştuğu belirlenmiştir. Lang iklim sınıflandırması, SSP585 senaryosuna göre oluşturulan 2100 yılı vaziyetini gösteren harita, Şekil 3.45'te verilmiştir.



Şekil 3.45 2100 yılı için önerilen Lang İS ve SSP585 senaryosu

Lang iklim sınıflandırmasına göre 2100 yılı durumunu gösteren harita incelendiğinde Balıkesir'in neredeyse tamamının kurak iklim tipine dönüştüğü görülmektedir. Doğu ve batı kıyı kısımlarının çok az bir bölümünün ise yarı kurak iklim tipinde olduğu ve bunun oranının da çok az olduğu öngörülmektedir. Yapılmış olan hesaplama sonucunda söz konusu iklim sınıflandırması ile Balıkesir'in %98,40'ının kurak, %1,59'unun ise yarı kurak olduğu belirlenmiştir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında Balıkesir ili genelindeki bazı iklim parametreleri ve bu iklim parametrelerine bağlı üç iklim tipi bakımından değerlendirilmesi yapılmış, günümüz ve gelecekteki tahmin durumları karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçları, iklim değişikliğinin Balıkesir üzerinde son derece etkili olacağını ve iklim parametrelerinde önemli ölçüde değişikliklerin oluşacağını göstermektedir.

Benzer değişiklikler sıcaklık durumu için de geçerlidir. Balıkesir’de mevcut yıllık ortalama sıcaklığın 8,69 °C ile 16 °C arasında değişiklik gösterdiği, il genelinin yaklaşık %0,04’ünde yıllık ortalama sıcaklık değerinin 9 °C’nin altında olduğu, %1,98’inde de 16,1 °C’nin üstünde olduğu belirlenmiştir. SSPs8.5 senaryosuna göre 2100 yılında yıllık ortalama sıcaklıklar 14,9 °C ile 22,7 °C aralığında değişeceği, ortalama yıllık sıcaklığın il genelinin yaklaşık %0,49’unda 14,9 ile 16 °C arasında, %37,85’inde 19-20 °C ve %2,21’inde de 22,1 °C’den daha sıcak olacağı öngörülmektedir. Aşağıda Tablo 4.1’de yıllık ortalama sıcaklık değerlendirme sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4.1 İklim parametrelerinden YOS değerlendirmeleri

Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerlendirmeleri		
Yıllar	°C	%
2020	13-14	43,09
SSPs 4.5		
2040	14-15	34,95
2060	15-16	40,59
2080	16-17	43,67
2100	16-17	36,72
SSPs 8.5		
2040	15-16	42,51
2060	16-17	41,59
2080	17-18	39,07
2100	19-20	37,85

Sıcaklık ve yağış değerlerindeki değişikliğin iklim tipinde de korkutucu boyutta değişikliğe sebep olacağı tahmin edilmektedir. Örneğin De Martonne iklim sınıflandırmasına göre Balıkesir il genelinin günümüzde yaklaşık %0,10’unun Akdeniz iklimi, %23,89’unun yarı nemli, %69,05’inin nemli, %6,95’inin ise çok

nemli bölgeleri kapsadığı hesaplanmıştır. Ancak De Martonne 2100 yılı için SSPs8.5 senaryosunda yarı kurak iklim tipinin, il genelinin yaklaşık %58,06'ını kapsayacağı öngörülmektedir.

Dolayısıyla değişiklikler sıcaklık artışı, yağış miktarında azalma ve bunlara bağlı olarak iklim tiplerinde kuraklığa doğru kayma olarak kendini göstermektedir. Çalışma kapsamında yapılan hesaplamalar sonucunda günümüzde il genelinin %0,28'inde yağış miktarı 600 mm'nin altında iken, %27,66'sında ise 700 mm'nin üzerindedir. SSPs8.5 senaryosuna göre 2100 yılında yıllık ortalama yağış miktarının 496 mm ile 650 mm arasında değişeceği, il sınırlarının yaklaşık olarak %0,02'sinin 500 mm ve daha az, %47,85 gibi yarıya yakın kısmının 550-600 mm, %2,93'ünün ise 651-685 mm aralığında yağış alacağı tahmin edilmektedir. Yani günümüzde Balıkesir'in sadece %0,28'inde yağış miktarı 600 mm'nin altında iken bu oranda 2100 yılında %47,85'e çıkacağı tahmin edilmektedir. Aşağıda Tablo 4.2'de yıllık ortalama yağış değerlendirme sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4.2 İklim parametrelerinden YOY değerlendirmeleri

Yıllık Ortalama Yağış Değerlendirmeleri		
Yıllar	(mm)	(%)
2020	650-700	46,69
SSPs 4.5		
2040	650-700	49,08
2060	650-700	48,54
2080	650-700	41,08
2100	650-700	48,14
SSPs 8.5		
2040	650-700	44,04
2060	600-650	50,57
2080	600-650	52,16
2100	550-600	47,85

SSPs8.5 senaryosuna göre Balıkesir'de 2100 yılında Kurak ve Yarı kurak iklime sahip alanların oluşacağı; Akdeniz iklimi ve Yarı nemli iklimin yok denecek kadar azalacağı öngörülmektedir. Diğer iklim tiplerinde de benzer senaryolar öngörülmektedir. Yapılan hesaplamalar neticesinde Emberger iklim sınıflandırmasına göre günümüzde il genelinin yaklaşık %72,93'ünün yarı nemli, %27,06'sının nemli alanlardan oluştuğu belirlenmiştir. SSPs8.5 senaryosuna göre

2100 yılında Balıkesir il sınırları içindeki yarı nemli alan oranının iyice azalacağı ve yarı kurak alan oranının önemli derecede artış göstereceği beklenmektedir.

Sonuç olarak günümüzde kurak bölgeler Balıkesir ilinde bulunmazken 2100 yılında %98,40 oranında ortaya çıkması öngörülmektedir. Yine aynı şekilde günümüzde %72,93 seviyesinde olan yarı nemli iklim kuşağının 2100 yılında %6,46 seviyesine gerilemesinin öngörülmesi de karşılaşılabilecek tehlikenin ne denli büyük olduğunu göstermektedir.

Birçok çalışmada da neredeyse tüm dünyada etkili olan küresel iklim değişikliğinin dolaylı veya doğrudan etkileri dile getirilmektedir. Yağışlardaki değişikliklerin zaman serisi analizleriyle tespit edilmeye çalışıldığı çalışmaların (Türkeş, 1996; Sarış, 2006; Karabulut, 2009; Gönençgil vd., 2010; Ölgen, 2010; Sarış vd., 2010; Bahadır, 2011b; Türkeş ve Deniz 2011; Sütgibi, 2015) yanında, çeşitli zamansal ve mekansal ölçeklerde olası yağış değişikliklerinin bölgesel ve küresel iklim modelleri tümleşerek analizlerin yapıldığı bir çok yerli ve yabancı yayın bulunmaktadır (Tatlı, 2004; Önel vd., 2009; Altınsoy vd., 2011; Bahadır, 2011a; Öztürk vd., 2011; Demir vd., 2013; Şen vd., 2013; Chou vd., 2014; Demircan vd., 2014a,b; Turp vd., 2014; Akçakaya vd., 2015; Babaeiana vd., 2015; Efe vd., 2015; Gampe vd., 2016; Gürkan vd., 2016; Lee vd., 2016; Wang vd., 2016; Cetin vd., 2018d,e; Güngör vd., 2020).

Yapılan çalışmalar küresel iklim değişikliğinin ülkemizde de yıkıcı etkileri olacağını göstermektedir. Cantürk (2020), küresel ısınmaya bağlı olarak oluşan iklim değişikliği ve Samsun ilindeki kuraklık durumunu RCP senaryoları ile belirlemiş ve 2050 senesinde Samsun'da sıcaklıktaki ortalamanın artacağını, yağıştaki miktarın azalacağını ve bunun sonucunda iklim tiplerinin karasal iklim tipine dönüşeceğini ve 2070 senesinde bu oranın aşırı artacağını ortaya koymuştur. Aktaş (2020), Konya'da küresel ısınmaya bağlı olarak sıcaklık değerlerinde önemli boyutta artış görüleceğini, yağış miktarlarının önemli boyutta azalacağını, kuraklığın ciddi boyutlara ulaşacağını hatta çöl alanlarının bile oluşabileceğini ortaya koymuştur.

Küresel ısınma ile iklim değişikliği yeryüzünde yaşamı tehdit etmekte olan en önemli tehlikelerden birisidir ve dünyanın başatmak zorunda kaldığı geri döndürülemez iki

sorunundan birisi olarak kabul edilmektedir (Ertugrul vd., 2019; Aktaş, 2020; Cetin, 2020a). İklim değişikliği pek çok alanda önemli tehlikelerin oluşmasına sebep olacaktır. Bu süreçten en çok etkilenecek canlı grubu ise bitkilerdir (Ertugrul vd., 2021; Varol vd., 2021). Bunun sebebi, doğal süreçten çok daha hızlı gelişecek iklimsel değişikliklere karşı bitkilerin etkin bir göç mekanizmasına sahip olmamasıdır (Sevik vd., 2020c,d; Cesur vd., 2021).

İklim değişikliği, ormanlık alanlar, tarımsal üretim ve gıda güvenliği için önemli boyutta tehlike oluşturmaktadır (Aktaş, 2020). Bitkilerin gelişimi, genetik yapıları (Hrivnak vd., 2017; Yigit vd., 2018; Sevik vd., 2019a,b; Yucedag vd., 2019; Imren vd., 2021) ile çevre koşullarının (Turkyilmaz vd., 2018a,b; Varol vd., 2019a,b; Yigit vd., 2019; Ozel vd., 2020) etkileşimine bağlı olarak şekillenmektedir. Bitki gelişimini şekillendiren başlıca faktörler ise edafik (Kravkaz Kuscu vd., 2018a,b; Ozkazanc vd., 2019; Ozel vd., 2021) ve klimatik (Cetin vd., 2018f,g; Sert vd., 2019; Sevik vd., 2019c,d; Turkyilmaz vd., 2020) faktörlerdir.

Dolayısıyla iklim bileşenlerinde meydana gelecek değişiklikler bitkilerin alışık oldukları klimatik faktörlerin değişmesine ve bitkilerin strese girmelerine sebep olabilecektir (Topacoglu vd., 2016; Yigit vd., 2016a; Turkyilmaz vd., 2019; Varol vd., 2020). Strese giren bitkilerde büyüme ve gelişimde yavaşlama, üreme süreçlerinin sekteye uğraması vb. olumsuzluklar görülebilmektedir (Cetin vd., 2020). Örneğin Bangladeş'te *Chukrasia tabularis*, *Toona ciliata*, ve *Lagerstroemia speciosa* üzerinde yapılan bir çalışmada her üç türde de radyal ağaç büyümesinin RCP 8.5 senaryosuna göre %20 azalacağı, bu durumun özellikle tropikal ormanların karbon dengesi üzerinde ciddi sonuçları olabileceği belirlenmiştir (Rahman vd., 2018).

İklim değişikliğinin, bitkiler üzerine dolaylı etkilerinin de yıkıcı boyutta olabileceği belirtilmektedir. Yapılan çalışmalar, iklim değişikliğinin bazı zararlı böcek ve mantarların yayılışını da etkileyerek ikincil bir tehdit oluşturacağı ve bu sebeplerden dolayı bazı bölgelerde birçok bitki türünün ve saf ormanların gelecekte yok olma tehdidiyle karşı karşıya kalabileceği belirtilmektedir (Pureswaran vd., 2018; Santana vd., 2019). Bu nedenlerle küresel iklim değişikliği ve olası olumsuz etkileri şüphesiz günümüzde en popüler gündem maddeleridirler.

Bu önemli konulara karşı insanoğlu duyarsız kalmamalıdır. Bilimsel araştırma sonuçlarına göre çeşitli önleyici tedbirler ivedilikle alınmalıdır. Bu çalışma ile öngörülerde bulunulan iklim değişikliği senaryolarının Balıkesir ili için gösterdiği olumsuz etkiler de durumun ne derecede önemli olduğunu ortaya koymaktadır.



5. ÖNERİLER

Sistemik olarak dünyanın birçok yerinde gerçekleşen kuraklık, günümüzde de iklim değişikliği sebebiyle yağış rejiminin bozulduğu ve doğal nem dengesinin sağlanamadığı yerlerde öngörülemeyen zamanlarda, öngörülemeyen şekillerde görülmeye başlamıştır. Kuraklık sebeplerinin en başında yağış miktarının az olması gelmektedir. Bu önlenemez etkilere karşı alınacak tedbirler geleceğimiz için büyük önem arz etmektedir.

Çalışma alanında iklim yapısı ve coğrafi konum sebebiyle verimli tarım arazileri bulunmaktadır. Yaşanacak iklim değişikliği sebebiyle 2020 yılından 2100 yılına kadarki senaryolarda öngörüldüğü üzere kurak iklim tipinin oluşumu, bu arazilerde tarım yetiştiriciliğinde sorunlar yaşanacağını göstermektedir. Bu sorunların en başında kuraklığa bağlı olarak su kaynaklarının kıtlığı öne çıkmaktadır. Dolayısıyla tarım alanlarında kullanılacak sulama sularının bilinçli tüketilmesi önerilmektedir. Örneğin su tasarrufu sağlamayan sulama sistemleri yerine damla sulama tercih edilmelidir. Ayrıca suları, kireç ve bakterilerden arındıran filtreler kullanılmalıdır.

Yine artan nüfusla birlikte su kaynaklarının etkili kullanılması için evlerin ya da işletmelerin çatılarına yağmur suyu depolama sistemi bağlanabilir. Böylece su kullanımından tasarruf sağlanabilir.

Tarım sektörü için çeşitli uyum çalışmaları planlanmalıdır. Bu çalışmalar coğrafi koşulların farklı olmasından dolayı bölgesel ve il bazlı olmalıdır. Tarım havzalarındaki bitki türleri için iklimik yaşamdaki eşik değerleri ele alınmalıdır. Değişen iklim şartlarına ayak uydurması zor olan bir ürünün bölgede yaşaması maliyetli ve zor olacaktır. Bu sebeple bitkilerin yaşam ortamlarındaki değişiklik ve coğrafik iklimsel kaymalar belirlenerek uyum maliyetlerinde azalma sağlanabilir.

Çalışma alanındaki SSPs4.5 ve SSPs8.5 senaryolarına göre yıllar bazında iklimsel olarak kurak ve yarı kurak alanlardaki oluşum, fosil yakıt tüketiminin en

aza indirilmesi, sera gazı etkilerinin azaltılması gerektiğini göstermektedir. Fosil yakıt tüketimi yerine bölgenin güneşi çok alan yerlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi kullanımı önerilmektedir. Bunun yanı sıra rüzgâr ve jeotermal enerji kaynakları da kullanılabilir.

Kuraklığa dayanıklı bitki ve tohum çeşitlerinin geliştirilmesi ve sayılarının artırılması, genetik çeşitliliğin yüksek düzeyde tutulması önerilmektedir. Genetik çeşitlilikteki oranların yüksekliği, değişen çevre şartlarına uyum sağlamada, hastalıklara karşı dirençte ve türlerin adaptasyonunda etkili olmaktadır. Örneğin genetik yapısı bilinen sertifikalı tohumların kullanılması, gelecekte gen kaynağı olarak kullanılabilmesini sağlar. Bu örnekte olduğu gibi birçok çeşit koruma altına alınmalı ve gen koruma ormanları oluşturulmalıdır. Gelecek nesiller için var olan genetik miras korunarak aktarılmalıdır.

Tarımsal işlemler, amonyak ve metan gibi emisyonların atmosfere karışımına sebep olmaktadır. Kimyasal gübre ve çiftlik hayvanları, Avrupa'nın amonyak emisyonlarının çoğunu oluşturmaktadır. Kimyasal gübre kullanımı bir sera gazı olan azotdioksit emisyonlarını artırmaktadır. Bu nedenle fosfor ve azot içeren gübrelerin kullanımı azaltılmalıdır.

Bitkiler ve ağaçlar atmosfere nem salgıladıkları için yağmurun oluşmasında oldukça önemli bir etkiye sahiptirler. Ağaçların bilinçsizce kesilmesi, ormanlık alanların korunmaması gibi durumlar kuraklığa sebep olmaktadır. Bunun yanında orman yangınları da kuraklığı artırmaktadır. Orman alanlarının korunması adına kitlesel ve bireysel ölçeklerde önlemler alınmalıdır.

Ülke olarak ve il bazında kalkınma planları geliştirilerek sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Şehirleşme süresince iklim değişikliğine uyumlu nitelikli yeşil alanların sayısı artırılmalıdır. Yer altı sularının kalitesi ve miktar durumu belirlenmeli, su kaynaklarının korunması için nehir havzası ve kuraklık yönetim planları uygulanmalıdır. Arıtılmış atıksuların başta tarım alanları olmak üzere il bazında yeniden kullanılması sağlanmalıdır. Fosil yakıt kaynaklı hava kirliliğinin önüne geçmek amacıyla bireyleri özel araç yerine toplu taşımaya yönlendirmek,

hatta bisiklet kullanmak gibi basit teşvikler gelecek adına alınmış önemli adımlardan bazıları olabilir.



KAYNAKLAR

- Adiguzel, F., Cetin, M., Kaya, E., Simsek, M., Gungor, S., & Sert, E. B. (2020). Defining suitable areas for bioclimatic comfort for landscape planning and landscape management in Hatay, Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 139(3), 1493-1503.
- Akalın, M. (2014). İklim Değişikliğinin Tarım Üzerindeki Etkileri, Bu Etkileri Gidermeye Yönelik Uyum ve Azaltım Stratejileri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2).
- Akçakaya, A., Sümer, U. M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy, S., Bölük, E., Arabacı, H., Açar, Y., Ekici, M., Yağan, S., & 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, Y. (2011). İklim ve Biyoiklim. Ankara, Palme Yayıncılık.
- Aktaş, B. (2020). Küresel Isınmaya Bağlı Olarak Konya’da Bazı İklim Parametreleri Ve İklim Tiplerinde Meydana Gelebilecek Olası Değişiklikler. Yüksek Lisans Tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kastamonu.
- Alaqouri, H. A. A., Genc, C. O., Aricak, B., Kuzmina, N., Menshikov, S., & Cetin, M. (2020a). The possibility of using Scots pine needles as biomonitor in determination of heavy metal accumulation. *Environmental Science and Pollution Research International*.
- Alaqouri, H. A. A., Ozer Genc, C., Aricak, B., Kuzmina, N., Menshikov, S., & Cetin, M. (2020b). The Possibility of Using Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Needles as Biomonitor in the Determination of Heavy Metal Accumulation *Applied Ecology and Environmental Research*, 18 (2):3713-3727.
- Alterra, A. Z. A., Bayraktar, O. Y., & Soylemez, H. (2019). Investigation of the effects of modified bitumen on asphalt concrete performance by industrial waste. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 5(2), 93-100.
- Altınsoy H. Öztürk, T., Türkeş, M., & Kurnaz M.L. (2011). “Küresel İklim Model Kullanılarak Akdeniz Havzası’nın Gelecek Hava Sıcaklığı ve Yağış Değişikliklerinin Kestirilmesi” Türk Coğrafya Kurumu, *Uluslararası katılımlı Ulusal Coğrafya Kongresi Bildiri Dokümanı*, s.7-10 Sep.2011.
- Aricak, B., Cetin, M., Erdem, R., Sevik, H., & Cometen, H. (2019). The change of some heavy metal concentrations in Scotch pine (*Pinus sylvestris*) depending

on traffic density, organelle and washing. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (3), 6723-6734.

Aricak, B., Cetin, M., Erdem, R., Sevik, H., & Cometen, H. (2020). The usability of Scotch pine (*Pinus sylvestris*) as a biomonitor for traffic-originated heavy metal concentrations in Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29 (2): 1051-1057.

Babaeiana, I., Modiriana, R., Karimian, M., & Zarghamib, M. (2015). "Simulation of climate change in Iran during 2071-2100 using PRECIS regional climate modelling system" *Desert* 20/2 pp.123-134.

Bachelet, D., Ferschweiler, K., Sheehan, T., & Strittholt, J. (2016). Climate change effects on southern California deserts. *Journal of Arid Environments*, 127, 17-29.

Bahadır, M. (2011). Türkiye'de İklim Değişikliğinin İklim Bölgelerine Yansımada Kuzey-Güney Yönlü Sıcaklık ve Yağış Değişim Öngörülleri. *Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi*, 26, 1-18.

Bahadır, M. (2011a). "Türkiye'de İklim Değişikliği'nin İklim Bölgelerine Yansımada Kuzey-Güney Yönlü Sıcaklık ve Yağış Değişim Öngörülleri" *Türk Dünyası Araştırmaları Vakfı, Akademik Bakış Dergisi* (26) Eylül-Ekim s.1-18.

Bahadır, M. Ö., & M. A. (2011b). "Acıgöl Havzası'nda Yağışın Trend Analizi ve Haritalanması". *Türk Coğrafya Dergisi*, 57 s.33-42.

Baygül, M. (2018). Çorum İli İklim Özelliklerinin Farklı İklimsel Modellemeler İle Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *OnDokuzMayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Samsun.

Bayraktar, O. Y., Sağlam-Citoglu, G., Belgin, C. M., Cetin, S., & Cetin, M. (2019a). Investigation of effect of brick dust and silica fume on the properties of portland cement mortar. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(11), 7823-7832.

Bayraktar, O. Y., Sağlam-Citoglu, G., Belgin, C. M., & Cetin, M. (2019b). Investigation of the mechanical properties of marble dust and silica fume substituted portland cement samples under high temperature effect. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(5), 3865-3875.

Bayraktar, O. Y., Sağlam-Citoglu, G., & Abo Aisha, A. E. S. (2019c). The use of scrap tires in the construction sector. *International Journal of Trend in Research and Development*, 6(1), 253-256.

Bayraktar, O.Y. (2020a). Durability performance of concrete structures exposed to fire, *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 9(11), 70-81.

- Bayraktar, O.Y. (2020b). Risk management in construction sector. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 8(2), 237-243.
- Bozdogan Sert, E., Kaya, E., Adiguzel, F., Cetin, M., Gungor, S., Zeren Cetin, I., & Dinc, Y. (2021). Effect of the surface temperature of surface materials on thermal comfort: a case study of Iskenderun (Hatay, Turkey). *Theoretical and Applied Climatology*, 144(1), 103-113.
- Cantürk, Ö. (2020). Samsun’da Bazı İklim Parametreleri Ve Kuraklık Durumunun Küresel Isınmaya Bağlı Olarak Değişimi. *Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kastamonu.
- Cesur, A., Zeren, Cetin I., Abo, Aisha AES., Alrabiti, OBM., Aljama, AMO., Jawed AA., Cetin, M., Sevik, H., & Ozel, HB. (2021). The usability of Cupressus arizonica annual rings in monitoring the changes in heavy metal concentration in air. *Environmental Science and Pollution Research (Environ Sci Pout Res)* 2021. DOI: 10.1007/s11356-021-13166-4; <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13166-4>
- Cetin, M. (2015a). Determining the bioclimatic comfort in Kastamonu city, *Environmental Monitoring & Assessment*, 187(10), 640. doi:10.1007/s10661-015-4861-3.
- Cetin, M. (2015b). Using GIS analysis to assess urban green space in terms of accessibility: case study in Kutahya. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 22(5), 420-424.
- Cetin, M. (2016a). A Change in the Amount of CO₂ at the Center of the Examination Halls: Case Study of Turkey. *Studies on Ethno-Medicine*, 10(2), 146-155.
- Cetin, M., & Sevik, H. (2016a). Measuring the Impact of Selected Plants on Indoor CO₂ Concentrations. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(3): 973-979.
- Cetin, M. (2016b). Determination of bioclimatic comfort areas in landscape planning: A case study of Cide Coastline, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 4 (9), 800-804.
- Cetin, M., & Sevik, H. (2016b). Indoor quality analysis of CO₂ for Kastamonu University. *In Conference of the International Journal of Arts & Sciences*, 9(3); 71-76.
- Cetin, M., & Sevik, H. (2016c). Evaluating the recreation potential of Ilgaz Mountain National Park in Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 188 (1), 52.

- Cetin, M., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2017a). Changes in the particulate matter and CO₂ concentrations based on the time and weather conditions: the case of Kastamonu. *Oxidation Communications*, 40(1-II), 477-485.
- Cetin, M., Ahmaida, E. A., Mossi, M. M. M., & Sevik, H. (2017b). The effect of the amount of CO₂ on *Sansevieria trifasciata* in indoor environment. *The 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity* 05-08 July 2017, Minsk – BELARUS, p:280.
- Cetin, M., Sevik, H., & Saat, A. (2017c). Indoor air quality: the samples of Safranbolu Bulak Mencilis cave. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(10), 5965-5970.
- Cetin, M., Sevik, H., & Zeren, I. (2017d). Coastal biocomfort mapping for Doganyurt planning: a case study of the Yesilyuva Nature Park. *The effects of environmental policies on sustainability: theory and methods*, 43.
- Cetin, N., Mansuroğlu, S., & Önaç, A. K. (2018). Xeriscaping Feasibility as an Urban Adaptation Method for Global Warming: A Case Study from Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(3): 1009-1018.
- Cetin, M., Sevik, H., Yigit, N., Ozel H.B., Aricak, B., & Varol, T. (2018a). The variable of leaf micromorphological characters on grown in distinct climate conditions in some landscape plants. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (5): 3206-3211.
- Cetin, M., Onac, A. K., Sevik, H., Canturk, U., & Akpınar, H. (2018b). Chronicles and geoheritage of the ancient Roman city of Pompeiopolis: a landscape plan. *Arabian Journal of Geosciences*, 11 (24), 798.
- Cetin, M., Yildirim, E., Canturk, U. & Sevik, H. (2018d). Investigation of bioclimatic comfort area of Elazığ city centre. In book title: Recent Researches in Science and Landscape Management (Edited by Recep Efe, Murat Zencirkiran and İsa Curebal), Cambridge Scholars Publishing. ISBN (10): 1-5275-1087-5, ISBN (13): 978-1-5275-1087-6, *Lady Stephenson Library, Newcastle upon Tyne*, NE6 2PA, UK. 324-333.
- Cetin, M., Sevik, H., Canturk, U., & Cakir, C. (2018e). Evaluation of the recreational potential of Kutahya Urban Forest. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (5), 2629-2634.
- Cetin, M., Sevik, H., & Yigit, N. (2018f). Climate type-related changes in the leaf micromorphological characters of certain landscape plants. *Environmental monitoring and assessment*, 190 (7), 404.
- Cetin, M., Zeren, I., Sevik, H., Cakir, C., & Akpınar, H. (2018g). A study on the determination of the natural park's sustainable tourism potential. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190 (3), 167.

- Cetin, M. (2019). The effect of urban planning on urban formations determining bioclimatic comfort area's effect using satellitia imagines on air quality: a case study of Bursa city. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(10), 1237-1249.
- Cetin, M., Adiguzel, F., Gungor, S., Kaya, E., & Sancar, M. C. (2019). Evaluation of thermal climatic region areas in terms of building density in urban management and planning for Burdur, Turkey. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(9), 1103-1112.
- Cetin, M., Altera, A. Z. A., & Bayraktar, O. Y. (2019). Advanced road materials highway infrastructure and features. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences* 5(1), 36-42.
- Cetin, M., Onac, A. K., Sevik, H., & Sen, B. (2019a). Temporal and regional change of some air pollution parameters in Bursa. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(3), 311-316.
- Cetin, M., Sevik, H., Aricak, B., Ozturk, A., Genc, C. O., Aisha, A. E. S. A., Jawed, A.A., Aljama, A.M.O. & Alrabiti, O. B. M. (2019b). The Investigation of the Changing in Concentration of Some Heavy Metals in Seeds, Leaves, and Branches because of Traffic Density: a Case Study of Acer Platanoides. *Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 83-92.
- Cetin, M. (2020). The Changing of Important Factors in The Landscape Planning Occur Due to Global Climate Change in Temperature, Rain and Climate Types: A Case Study of Mersin City, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 8(12): 2695-2701.
- Cetin, M., Sevik, H., & Cobanoglu, O. (2020). Ca, Cu, and Li in washed and unwashed specimens of needles, bark, and branches of the blue spruce (*Picea pungens*) in the city of Ankara. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-10.
- Cetin, M., Dönmez, A. H., & Türkkkan, F. (2020). An Investigation on Employees' Methods of Coping with Stress in the COVID-19 Outbreak Process. *Electronic Turkish Studies*, 15(6).
- Cetin, M. (2020a). Climate comfort depending on different altitudes and land use in the urban areas in Kahramanmaras City. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 13 (8), 991-999.
- Cetin, M. (2020b). The Changing of Important Factors in The Landscape Planning Occur Due to Global Climate Change in Temperature, Rain and Climate Types: A Case Study of Mersin City. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(12), 2695-2701.

- Chandio, A. A., Magsi, H., & Ozturk, I. (2020). Examining the effects of climate change on rice production, case study of Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(8), 7812-7822.
- Cheval, S., Dumitrescu, A., & Birsan, M.V. (2017). Variability of the aridity in the South-Eastern Europe over 1961–2050. *Catena*, 151, 74-86.
- Chou, S.C., Lyra, A., Mourao, C., Dereczynski, C., Pilotto, Gomes, J., Bustamante, J., Tavares, P., Silva, A., Rodrigues, A., Compos, D., Chagas, D., Sueiro, G., Siqueira, G., & Marengo, J. (2014). “Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios” *American Journal of Climate Change* 3/5 p.15.
- Ciceu, A., Popa, I., Leca, S., Pitar, D., Chivulescu, S., & Badea, O. (2020). Climate change effects on tree growth from Romanian forest monitoring Level II plots. *Science of The Total Environment*, 698, 134129.
- Cordes, L. S., Blumstein, D. T., Armitage, K. B., CaraDonna, P. J., Childs, D. Z., Gerber, B. D., & Ozgul, A. (2020). Contrasting effects of climate change on seasonal survival of a hibernating mammal. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(30), 18119-18126.
- Cörüt, C. (2019). Küresel Isınmanın Yangın Sigortalarında Seylap Riskine Olan Etkisinin Türkiye’de Coğrafi Bölgelere Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü*. İstanbul.
- CNRM (2017, 06 06). CNRM-CM5 (IPCC). National Centre for Meteorological Research, <http://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article126>
- Çepel, N. (2003). Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. Ankara: *TÜBİTAK Yayınları*.
- D'amato, G., Pawankar, R., Vitale, C., Lanza, M., Molino, A., Stanziola, A., & D'amato, M. (2016). Climate change and air pollution, effects on respiratory allergy. *Allergy, asthma & immunology research*, 8(5), 391-395.
- Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A., Demircan, M., & Akçakaya, A. (2013). Rcp4. 5 Senaryosuna göre Türkiye’de sıcaklık ve yağış projeksiyonları. III. *Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK*, 3-5.
- Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Yazıcı, B., Gürkan, H. & Akçakaya, A. (2014). Türkiye’de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları. *TÜCAUM-VIII. Coğrafya Sempozyumu*, 23-24.
- Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Yazıcı, B., Gürkan, H., Tuvan, A., & Akçakaya, A. (2014a). “Yeni Senaryolara Göre Türkiye Akarsu Havzalarında İklim Değişikliği Projeksiyonları” *TÜCAUMVIII. Coğrafya Sempozyumu Konferans Dokümanı* 11-20.

- Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskiöglü, O., Yazıcı, B., Gürkan, H., Tuvan, A., & Akçakaya, A. (2014b). "Türkiye’de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları". TÜCAUM-VIII. *Coğrafya Sempozyumu Konferans Dokümanı* 1-10.
- Efe, B., Toros, H., & Deniz, A. (2015). "Türkiye Geneli Yağış ve Sıcaklık Verilerinde Eğilimler ve Salınımlar" VII. *Atmospheric Science Symposium*, 28-30 April 2015, Bildiri Dokümanı.
- Erlat, E. (2014). Dünya İklimleri (1. Baskı). *Ege Üniversitesi Basımevi*. İzmir.
- Ersoy, T. (2019). Konya İli Meteorolojik Kuraklık Analizi. Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Isparta.
- Ertugrul, M., Ozel, H. B., Varol, T., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). Investigation of the relationship between burned areas and climate factors in large forest fires in the Canakkale region. *Environmental monitoring and assessment*, 191 (12), 737.
- Ertugrul, M., Varol, T., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2021). Influence of climatic factor of changes in forest fire danger and fire season length in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(1), 1-17.
- Fan, J., Wu, L., Zhang, F., Xiang, Y., & Zheng, J. (2016). Climate change effects on reference crop evapotranspiration across different climatic zones of China during 1956–2015. *Journal of Hydrology*, 542, 923-937.
- Gampe, D., Nikulin, G., & Ludwig, R. (2016). "Using an ensemble of regional climate models to assess climate change impacts on water scarcity in European river basins". *Science of the Total Environment* 573 pp.1503-1518.
- George, M., Bruzzese, J. M., & Matura, L. A. (2017). Climate change effects on respiratory health, Implications for nursing. *Journal of Nursing Scholarship*, 49(6), 644-652.
- Gholami, V., Jolandan, M. A., & Torkaman, J. (2017). Evaluation of climate change in northern Iran during the last four centuries by using dendroclimatology. *Natural Hazards*, 85(3), 1835-1850.
- Gönençgil, B., & İçel, G. (2010). "Türkiye’nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Yıllık Toplam Yağışlarda Görülen Değişimler (1975-2006)". *Türk Coğrafya Dergisi*, 55 s.1-12, İstanbul.
- Gungor, S., Cetin, M., & Adiguzel, F. (2020). Calculation of comfortable thermal conditions for Mersin urban city planning in Turkey. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-8.
- Gürkan, H., Demir, Ö., Atay, H., Eskiöglü, O., Yazıcı, B., Demircan, M., Kocatürk, A., & Akçakaya, A. (2015). Mpi-Esm-Mr Modelinin Rcp4.5 ve Rcp8.5

Senaryolarına Göre Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları. VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, *İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi*, İstanbul, Türkiye.

Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Eskiöğlü, O., Şensoy, S., & Yazıcı, B. (2016). GFDL-ESM2M Modeli temelinde RCP4. 5 ve RCP8. 5 senaryolarına göre Türkiye için sıcaklık ve yağış projeksiyonları.

Hepbilgin, B., & Koç, T. (2017a). Bölgesel iklim verilerine göre Kazdağı ve yakın çevresinde olası sıcaklık değişiklikleri. (2000-2099).

Hepbilgin, B., & Koç, T. (2017b). HadGEM2-ES/RegCM4. 3.4 küresel/bölgesel model verilerine göre Kaz Dağı ve yakın çevresinin yağışlarında olası değişiklikler (2000-2099). *Türk Coğrafya Dergisi* (69), 39-46.

Hırlak, F. (2020). Yerel Düzeyde İklim Değişikliği İle Mücadelede İklim Eylem Planlarının Rolü Ve İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı. Yüksek Lisans Tezi, *Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*. Çanakkale.

Holopainen, J. K., Virjamo, V., Ghimire, R. P., Blande, J. D., Julkunen-Tiitto, R., & Kivimäenpää, M. (2018). Climate change effects on secondary compounds of forest trees in the northern hemisphere. *Frontiers in plant science*, 9, 1445.

Hristov, A. N., Degaetano, A. T., Rotz, C. A., Hoberg, E., Skinner, R. H., Felix, T., & Ott, T. L. (2018). Climate change effects on livestock in the Northeast US and strategies for adaptation. *Climatic Change*, 146(1-2), 33-45.

Hrivnák, M., Paule, L., Krajmerová, D., Kulaç, Ş., Şevik, H., Turna, İ., Tvauri, I. & Gömöry, D. (2017). Genetic variation in Tertiary relics: The case of eastern-Mediterranean *Abies* (Pinaceae). *Ecology and evolution*, 7 (23), 10018-10030.

Imren, E., Kurt, R., Yuçedag, C., Bilir, N., Ozel, H.B., Cetin, M., & Sevik, H. (2021). Selection of Superior Clones By The Multi-Dimensional Decision Making Techniques in Scots Pine Seed Orchard, *Journal of Forests*, 8(1): 13-22.

Ji-Woo Lee, Song-You Hong, Eun-Chul Chang, Myoung-Seok Suh & Hyun-Suk Kang (2014). "Assessment of future climate change over East Asia due to the RCP scenarios downscaled by GRIMs-RMP" *Climate Dynamics* 42/3 pp.733-747.

Kaplan, G., Gulcan, A., Cagdas, B., & Bayraktar, O. Y. (2021). Impact of recycled coarse aggregates obtained from waste concretes on the lightweight pervious concrete properties. *Environmental Science and Pollution Research*, DOI: 10.1007/s11356-020-11881-y (In press).

- Karabulut, M., & Cosun, F. (2009). “Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi* (1) s.65-83.
- Karaman, S., & Gökalp, Z. (2010). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 3 (1): 59-66, 2010 ISSN: 1308-3945, E-ISSN: 1308-027X, www.nobel.gen.tr
- Kaya, E., Agca, M., Adiguzel, F., & Cetin, M. (2019). Spatial data analysis with R programming for environment. *Human and ecological risk assessment: An International Journal*, 25(6), 1521-1530.
- Kilicoglu, C., Cetin, M., Aricak, B., & Sevik, H. (2020). Site selection by using the multi-criteria technique-a case study of Bafra, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192 (9), 1-12.
- Kilicoglu, C., Cetin, M., Aricak, B., & Sevik, H. (2021). Integrating multicriteria decision-making analysis for a GIS-based settlement area in the district of Atakum, Samsun, Turkey. *Theor Appl Climatol*. 143, 379–388. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03439-2>.
- Koç, E. M. (2011). İklim Değişikliğinin Tarıma Olası Etkilerinin Wofost Bitki İklim Modeli ile Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul.
- Koç, I. (2021). Using Cedrus atlantica’s annual rings as a biomonitor in observing the changes of Ni and Co concentrations in the atmosphere, *Environmental Science and Pollution Research*. Doi:10.1007/s11356-021-13272-3.
- Koçman, A. (1993). Türkiye İklimi. İzmir: *Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları*.
- Kravkaz-Kuscu, I. S., Cetin, M., Yigit, N., Savaci, G., & Sevik, H. (2018a). Relationship between Enzyme Activity (Urease-Catalase) and Nutrient Element in Soil Use. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27 (5). 2107-2112.
- Kravkaz-Kuscu, I. S., Sariyildiz, T., Cetin, M., Yigit, N., Sevik, H., & Savaci, G. (2018b). Evaluation of the soil properties and primary forest tree species in Taskopru (Kastamonu) district. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (3), 1613-1617.
- Lauffenburger, Z. H., Gurdak, J. J., Hobza, C., Woodward, D., & Wolf, C. (2018). Irrigated agriculture and future climate change effects on groundwater recharge, northern High Plains aquifer, USA. *Agricultural Water Management*, 204, 69-80.
- Li, Y., Yao, N., Sahin, S., & Appels, W. M. (2017). Spatiotemporal variability of four precipitation-based drought indices in Xinjiang, China. *Theoretical and applied climatology*, 129(3-4), 1017-1034.

- Lynch, A. J., Myers, B. J., Chu, C., Eby, L. A., Falke, J. A., Kovach, R. P., & Whitney, J. E. (2016). Climate change effects on North American inland fish populations and assemblages. *Fisheries*, 41(7), 346-361.
- Met Office (2017, 08 10). Met Office climate prediction model: HadGEM2 family. UK Meteorological Office: <http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/climate-models/hadgem2>
- MPI (2017, 06 06). Max-Planck-Institut für Meteorologie. MPI: <https://www.mpimet.mpg.de/en/science/models/mpi-esm/>
- Nelson, G., Bogard, J., Lividini, K., Arsenault, J., Riley, M., Sulser, T. B., & Wiebe, K. (2018). Income growth and climate change effects on global nutrition security to mid-century. *Nature Sustainability*, 1(12), 773-781.
- Ortakavak, Z., Çabuk, S. N., Cetin, M., Kurkcuoglu, M. A. S., & Cabuk, A. (2020). Determination of the nighttime light imagery for urban city population using DMSP-OLS methods in Istanbul. *Environmental monitoring and assessment*, 192(12), 1-17.
- Ozel, H. B., Donduran, B., Cakmakli, E., & Sevik, H. (2020). Factors affecting success in natural regeneration works of cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) In Kas region of Antalya. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 6 (2), 054-059.
- Ozel H.B., Varol, T., Emir, T., & Sevik, H. (2021). Effects of Extraction from Compartment on Soil Enzymes. *American Journal of Engineering Research*. 10(2): 115-121.
- Ozkazanc, N. K., Ozay, E., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). The habitat, ecological life conditions, and usage characteristics of the otter (*Lutra lutra* L. 1758) in the Balıkdami Wildlife Development Area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191 (11), 645.
- Ölgen, M.K. (2010). “Türkiye’de Yıllık ve Mevsimsel Yağış Değişkenliğinin Alansal Dağılımı”. *Ege Coğrafya Dergisi*, 19/1 s.85-95.
- Önol, B., Ünal, Y.S., & Dalfes, H.N. (2009). “İklim Değişimi Senaryosunun Türkiye Üzerindeki Etkilerinin Modellenmesi”. *İTÜ Dergisi/d*, 8(5), s.169-177.
- Öztürk T., Türkeş, M, & Kurnaz, M.L. (2011). “RegCM4.3.5 İklim Modeli Benzetimleri Kullanılarak Türkiye’nin Gelecek Hava Sıcaklığı ve Yağış Klimatolojilerindeki Değişikliklerin Çözümlemesi, *Ege Coğrafya Dergisi*, 20/1 s.17-27.
- PCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)].

Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

- Pravalié, R., Sîrodoev, I., & Peptenatu, D. (2014). Detecting climate change effects on forest ecosystems in Southwestern Romania using Landsat TM NDVI data. *Journal of Geographical Sciences*, 24(5), 815-832.
- Pudmenzky, C., King, R., & Butler, H. (2015). Broad scale mapping of vegetation cover across Australia from rainfall and temperature data. *Journal of Arid Environments*, 120, 55-62.
- Pureswaran, D. S., Roques, A., & Battisti, A. (2018). Forest insects and climate change. *Current Forestry Reports*, 4(2), 35-50.
- Rahimi, J., Ebrahimpour, M., & Khalili, A. (2013). Spatial changes of extended De Martonne climatic zones affected by climate change in Iran. *Theoretical and applied climatology*, 112(3-4), 409-418.
- Rahman, M., Islam, M., & Bräuning, A. (2018). Tree radial growth is projected to decline in South Asian moist forest trees under climate change. *Global and planetary change*, 170, 106-119.
- Reinmuth-Selzle, K., Kampf, C. J., Lucas, K., Lang-Yona, N., Fröhlich-Nowoisky, J., Shiraiwa, M., & Ziegler, K. (2017). Air pollution and climate change effects on allergies in the anthropocene: abundance, interaction, and modification of allergens and adjuvants. *Environmental science & technology*, 51(8), 4119-4141.
- Robinson, M. (2008). *America Debates Global Warming Crisis or Myth*. New York: Published by The Rosen Publishing Group.
- Rogora, M., Frate, L., Carranza, M. L., Freppaz, M., Stanisci, A., Bertani, I., & Cerrato, C. (2018). Assessment of climate change effects on mountain ecosystems through a cross-site analysis in the Alps and Apennines. *Science of the total environment*, 624, 1429-1442.
- Santana, P. A., Kumar, L., Da Silva, R. S., & Picanço, M. C. (2019). Global geographic distribution of *Tuta absoluta* as affected by climate change. *Journal of Pest Science*, 92(4), 1373-1385.
- Sarış, F. (2006). "Türkiye'de Yağış Yoğunluğunun Alansal ve Zamansal Değişimi" *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale.
- Sarış, F., Hannah, D. M., & Eastwood, W. J. (2010). "Changes in Precipitation and River Flow in Northeast Turkey: Associations With the North Atlantic Oscillation" *Paper presented at the Proceedings of the 6th World FRIEND Conference*, Fez, Morocco.

- Sarış, F., Hannah, M. D., Eastwood, J. W. (2010). "Changes in Precipitation and River Flow in Northeast Turkey: Associations With the North Atlantic Oscillation" *Sixth World Friend Conference*, (October, 2010), Fez, Morocco.
- Shang, X., Jiang, X., Jia, R., & Wei, C. (2019). Land use and climate change effects on surface runoff variations in the upper Heihe River basin. *Water*, 11(2), 344. Smerdon, B. D. (2017). A synopsis of climate change effects on groundwater recharge. *Journal of Hydrology*, 555, 125-128.
- Sert, E. B., Turkmen, M., & Cetin, M. (2019). Heavy metal accumulation in rosemary leaves and stems exposed to traffic-related pollution near Adana-İskenderun Highway (Hatay, Turkey). *Environmental monitoring and assessment*, 191(9), 553.
- Sert, E. B., Kaya, E., Adiguzel, F., Cetin, M., Gungor, S., Cetin, I. Z., & Dinc, Y. (2021). Effect of the surface temperature of surface materials on thermal comfort: a case study of Iskenderun (Hatay, Turkey). *Theoretical and Applied Climatology*, 1-11.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., & Pinar, B. (2019a). Determining toxic metal concentration changes in landscaping plants based on some factors. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12 (8), 983-991.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozturk, A., Ozel, H. B., & Pinar, B. (2019b). Changes in Pb, Cr and Cu concentrations in some bioindicators depending on traffic density on the basis of species and organs. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (6), 12843-12857.
- Sevik, H., Ozel, H. B., Cetin, M., Özel, H. U., & Erdem, T. (2019c). Determination of changes in heavy metal accumulation depending on plant species, plant organism, and traffic density in some landscape plants. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12 (2), 189-195.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozturk, A., Yigit, N., & Karakus, O. (2019d). Changes in micromorphological characters of *Platanus orientalis* L. leaves in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (3), 5909-5921.
- Sevik, H. (2020). Change of Cu Concentration in Some Edible Landscape Plants Grown in Ankara City Center. *Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. 6 (1), 1-7.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Akarsu, H., & Cetin, I. Z. (2020a). Analyzing of usability of tree-rings as biomonitors for monitoring heavy metal accumulation in the atmosphere in urban area: a case study of cedar tree (*Cedrus* sp.). *Environmental Monitoring and Assessment*, 192 (1), 23.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Ozel, S., & Cetin, I. Z. (2020b). Changes in heavy metal accumulation in some edible landscape plants depending on traffic density. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192 (2), 78.

- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. U., Ozel, H. B., Mossi, M. M. M., & Cetin, I. Z. (2020c). Determination of Pb and Mg accumulation in some of the landscape plants in shrub forms. *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (2), 2423-2431.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Erbek, A., & Cetin, I. Z. (2020d). The effect of climate on leaf micromorphological characteristics in some broad-leaved species. *Environment, Development and Sustainability*, 1-13.
- Sevik, H. (2021). The Variation of Chrome Consantration in Some Landscape Plants Due to Species, Organ and Traffic Density. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(3), 595-600.
- Sütgibi, S. (2015). “Büyük Menderes Havzasının Sıcaklık, Yağış ve Akım Değerlerindeki Değişimler ve Eğilimler” *Marmara Coğrafya Dergisi* 31/1, s.398-414.
- Şen, Ö. L., Bozkurt, D., Göktürk, O. M., DüNDAR, B., & Altürk B. (2013). “Türkiye’de İklim değişikliği ve Olası Etkileri” 3. *Taşkın Sempozyumu’nda sunulmuştur*. İstanbul, Türkiye.
- Şen, G., Güngör, E., & Şevik, H. (2018). Defining the effects of urban expansion on land use/cover change: a case study in Kastamonu, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 190 (8), 454.
- Tağıl, Ş., & Ersayın, K. (2015). Balıkesir İlinde Dış Ortam Termal Konfor Değerlendirmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 8(41): ISSN: 1307-9581.
- Tate, L., & Gustard, A. (2000). Drought Definition: A Hydrological Perspective. J.V. Vogt ve F. Somma, (Ed.), *Drought and drought mitigation in Europe* (14. Baskı) içinde (23-48). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Tatlı, H., Nüzhet Dalfes, H., & Sibel Menteş, Ş. (2004). A statistical downscaling method for monthly total precipitation over Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 24(2), 161-180.
- Topacoglu, O., Sevik, H., & Akkuzu, E. (2016). *Effects of water stress on germination of Pinus nigra Arnold. Seeds. Pak. J. Bot*, 48 (2), 447-453.
- Turan, E. S. (2018). Turkey’s Drought Status Associated with Climate Change. *Artvin Çoruh University Natural Hazards Application and Research Center Journal of Natural Hazards and Environment*. 4(1), 63-69, DOI: 10.213247/dacd.357384.
- Turan, E. S. (2018). Türkiye'nin iklim değişikliğine bağlı kuraklık durumu. *Doğ Afet Çev Derg*, 2018; 4(1), 63-69.

- Turkyilmaz, A., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Cetin, M. (2018a). Using Acer platanoides annual rings to monitor the amount of heavy metals accumulated in air. *Environ Monit Assess* 190:578.
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., & Cetin, M. (2018b). The use of perennial needles as bio-monitors for recently accumulated heavy metals. *Landsc Ecol Eng* 14 (1):115–120.
- Turkyilmaz, A., Sevik H., Isinkaralar K, & Cetin M. (2019). Use of tree rings as a bioindicator to observe atmospheric heavy metal deposition, *Environmental Science and Pollution Research*, 26 (5), 5122-5130.
- Turkyilmaz, A., Cetin, M., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Saleh, E. A. A. (2020). Variation of heavy metal accumulation in certain landscaping plants due to traffic density. *Environment, Development and Sustainability*, 22 (3), 2385-2398.
- Turp, M.T., Öztürk, T., Türkeş, M., & Kurnaz, M.L. (2014). “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, 1- 24.
- Türkeş, M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 16(9), 1057-1076.
- Türkeş, M., & Erlat, E. (2003). Precipitation changes and variability in Turkey linked to the North Atlantic Oscillation during the period 1930–2000. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 23(14), 1771-1796.
- Türkeş, M., & Deniz, Z. (2011). “Climatology of South Marmara Division (North West Anatolia) and observed variations and trends. *Journal of Human Sciences* 8/1.
- Türkeş, M. (2012). Türkiye’de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1-32.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, *İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi (İDSKEP)*, Haziran 2016, Ankara.
- Ucun Ozel, H., Ozel, H. B., Cetin, M., Sevik, H., Gemici, B. T., & Varol, T. (2019). Base alteration of some heavy metal concentrations on local and seasonal in Bartın River. *Environmental monitoring and assessment*, 191(9), 594.
- Ucun Ozel, H., Gemici, B. T., Gemici, E., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2020). Application of artificial neural networks to predict the heavy metal contamination in the Bartın River. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18.

UNFCCC (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change.

United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) (1994). United Nations Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. 30 Kasim 2019, <https://www.unccd.int/>

URL-1 (2019). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. IPCC Özel Raporları. <https://cygm.csb.gov.tr/ipcc-ozel-raporlari-haber-248919> Erişim Tarihi: 28/02/2021.

URL-2 (2019). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. İklim Değişikliğinin Kar Erimelerine ve Akımlarına Etkisinin Belirlenmesi Projesi. 2. Eğitim Çalışması. https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ta%C5%9Fk%C4%B1n%20OSON/%C4%B0klim%20Projeksiyonlar%C4%B1-Veri%20Analizi_CBalli.pdf Erişim Tarihi: 09/03/2021.

URL-3 (2021). T.C. Kültür Ve Turizm Bakanlığı. Balıkesir İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. Fiziki Özellikler <https://balikesir.ktb.gov.tr/TR-65836/fiziki-ozellikler.html> Erişim Tarihi: 22/02/2021.

URL-3 (2021). T.C. Kültür Ve Turizm Bakanlığı. Balıkesir İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. İklim <https://balikesir.ktb.gov.tr/TR-65837/iklim.html> Erişim Tarihi: 22/02/2021.

URL-4 (2016). Balıkesir'de Tarım. <http://www.investinbalikesir.com/tr/24425/BALIKESIRDE-TARIM> Erişim Tarihi: 01/03/2021.

URL-5 (2021). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Resmi İstatistikler. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BALIKESIR> Erişim Tarihi: 01/03/2021.

URL-6 (2021). Coğrafi Bilgi Sistemi. Coğrafi bilgi sistemi - Wikipedi (wikipedia.org) Erişim Tarihi: 01/03/2021.

Varol, T., Gormus, S., Cengiz, S., Ozel, H. B., & Cetin, M. (2019a). Determining potential planting areas in urban regions. *Environmental monitoring and assessment*, 191(3), 1-14.

Varol, T., Ertuğrul, M., Özel, H. B., Emir, T., & Cetin, M. (2019b). The effects of rill erosion on unpaved forest road. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(1), 825-839.

Varol, T., Emir, T., Akgul, M., Ozel, H. B., Acar, H. H., & Cetin, M. (2020). Impacts of Small-Scale Mechanized Logging Equipment on Soil Compaction in Forests. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1-11.

- Varol T., Canturk U., Cetin, M., Ozel, H. B., & Sevik, H. (2021). Impacts of climate change scenarios on European ash tree (*Fraxinus excelsior* L.) in Turkey. *Forest Ecology and Management* 491 (2021) 119199. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119199.
- Wang, X., Huang, G., & Baetz, B. W. (2016). Dynamically-downscaled probabilistic projections of precipitation changes: A Canadian case study. *Environmental Research*, 148, 86-101.
- Yardımcı, G. (2007). İklim Değişikliği. *Derleme*.
- Yıldız, M. (2017). Çanakkale'nin Bazı İklim Parametrelerinin Küresel İklim Değişikliği Sürecindeki Durumu ve Su Kullanımına Olası Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Erzurum.
- Yigit, N., Öztürk, A., & Sevik, H. (2014). Ecological impact of urban forests (Example of Kastamonu urban forest). *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*. 2014; 3 (12): 558-562.
- Yigit, N., Sevik, H., Cetin, M., & Kaya, N. (2016). Determination of the effect of drought stress on the seed germination in some plant species. *Water stress in plants*, 43-62.
- Yigit, N., Cetin, M., & Sevik, H. (2018). The Change in Some Leaf Micromorphological Characters of *Prunus laurocerasus* L. Species by Their Habitat. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6 (11), 1517-1521.
- Yigit, N., Cetin, M., Ozturk, A., Sevik, H., & Cetin, S. (2019). Variation of Stomatal Characteristics in Broad Leaved Species Based on Habitat. *Applied Ecology and Environmental Research* 17 (6):12859-12868.
- Yucedag, C., Kaya, L. G., & Cetin, M. (2018). Identifying and assessing environmental awareness of hotel and restaurant employees' attitudes in the Amasra District of Bartın. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190 (2), 60.
- Yucedag, C., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). Variability in morphological traits of seedlings from five *Euonymus japonicus* cultivars. *Environmental monitoring and assessment*, 191(5), 1-4.
- Yucedag, C., Cetin, M., Ozel, H. B., Aisha, A. E. S. A., Alrabiti, O. B. M., & Jama, A. M. O. A. (2021). The impacts of altitude and seed pretreatments on seedling emergence of Syrian juniper (*Juniperus drupacea* (Labill.) Ant. et Kotschy). *Ecological Processes*, 10(1), 1-6.
- Zarghami, M., Abdi, A., Babaeian, I., Hassanzadeh, Y., & Kanani, R. (2011). Impacts of climate change on runoffs in East Azerbaijan, Iran. *Global and Planetary Change*, 78(3-4), 137-146.

Zeren Cetin, I. (2019). Trabzon ekoturizm potansiyelinin GIS kullanımı ile biyoklimatik konfor açısından değerlendirilmesi. Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi. *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Zeren Cetin, I., Ozel, H. B., & Varol, T. (2020). Integrating of settlement area in urban and forest area of Bartın with climatic condition decision for managements. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 13(8), 1013-1022.

Zeren Cetin, I., & Sevik, H. (2020). Investigation of the relationship between bioclimatic comfort and land use by using GIS and RS techniques in Trabzon. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 1-14.

Zhou, Y., Hartemink, A. E., Shi, Z., Liang, Z., & Lu, Y. (2019). Land use and climate change effects on soil organic carbon in North and Northeast China. *Science of the Total Environment*, 647, 1230-1238.

