

BURSA İLİ'NDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN OLASI ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

*Efsun DİNDAR** 
*Mesut DEMİRCAN*** 
*Nilay KESKİNDEN** 

Alınma: 03.06.2024 ; düzeltme: 29.07.2024 ; kabul: 29.07.2024

Öz: İklim değişikliği günümüzün en önemli global krizlerinden biri haline gelmiştir. Bu açıdan hem insanlar hem de doğal hayat üzerinde çok önemli etkileri olmaktadır. Sağlık sorunları yanında sosyal ve ekonomik açıdan da olumsuz etkileri bulunmakta olup, iklim değişikliği ile mücadelede önemli adımlar atılmaya başlanmıştır. Aynı zamanda iklim değişikliğine uyum sağlanabilmesi açısından da çeşitli çabalar ve araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalara örnek olarak iklim modeli yöntemi gösterilmekte olup, bu yöntem aracılığıyla iklim değişikliğinin gelecekteki etkilerini öngörülebilmektedir. Bu çalışma kapsamında Bursa ili için HadGEM-AO modeli ve RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları kullanılarak yağış trendleri incelenmiştir. RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları kullanılarak yapılan analizler iklim değişikliği konusunda önemli bilgiler sağlamaktadır. İklim değişikliği ve etkilerinin ele alındığı bu araştırma, gelecekteki stratejilerin belirlenmesine ve iklim değişikliğiyle mücadelede daha etkili adımlar atılmasına katkıda bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, HadGEM-AO modeli, RCP 4.5, RCP 8.5

Determining the Potential Impacts of Climate Change in Bursa Province

Abstract: Climate change has become one of the most pressing environmental issues of our time, with significant impacts on both people and natural ecosystems. In addition to health concerns, it also has adverse social and economic effects, prompting significant efforts to combat it. Various efforts and research are also being conducted to adapt to climate change. As an example of such efforts, the climate model method is highlighted, through which the future effects of climate change can be predicted. In this research, the aim is to examine precipitation trends using the HadGEM-AO model and RCP 4.5 and RCP 8.5 scenarios for the Bursa province. These analyses provide important insights into climate change. This research, which addresses climate change and its impacts, can contribute to the formulation of future strategies and the taking of more effective steps in combating climate change.

Keywords: Climate Change, HadGEM-AO Model, RCP 4.5, RCP 8.5

* Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Bursa

** İğdir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, demircanm@gmail.com

İletişim Yazarı: Doç. Dr. Efsun DİNDAR (efsun@uludag.edu.tr)

1.GİRİŞ

İklim değişikliği ülkemizde oldukça önemli ve gündemde olmaya başlayan bir konu haline gelmiştir. İklim değişikliği genellikle sera gazlarının artan konsantrasyonları sebebiyle atmosferdeki doğal sera etkisi güçlenmekte ve dünyamızda ısınmaya yol açmakta ve bu ise dünya iklim sisteminde değişimler meydana getirmektedir. Ayrıca, özellikle endüstriyel çalışmalar, fosil yakıtların kullanımı ormanların yok edilmesi, kentleşme ile tarım alanları açılması gibi arazi bozunumu ve benzeri insan faaliyetleri sonucunda atmosferdeki ısınma artmaya devam etmekte ve gün geçtikçe daha da tehlikeli hale gelmektedir.

İklim değişikliği sebebiyle dünya genelinde artan sıcaklıkla birlikte deniz seviyesinin yükselmesi ile denizlerin ısınması, ekstrem hava olaylarının sayısı, şiddet ve tekrar etme sıklığının artması, yağış deseninde değişiklik, buzulların erimesi ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri gibi birçok sonuçlar meydana gelmektedir. Bu değişiklikler sebebiyle, ekosistemler, tarım, su kaynakları etkilenmekte ve insan ve diğer canlıların sağlık durumlarında oldukça olumsuz sonuçlar gözlemlenebilmektedir.

Bu çalışmadaki amaç, iklim değişikliği göz önünde bulundurularak, Bursa'daki gelecek sıcaklık değişiklikleri ve buna bağlı olarak yağış değişimlerinin öngörülmesi üzerine analiz sunmaktır. Bu amaçla, HadGEM2 ailesinin bir versiyonu olan HadGEM2-AO modeli kullanılarak RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarından faydalanılmıştır. Bu senaryolardan yola çıkarak ve Bursa'nın coğrafi konumu ve topografik özelliklerinin iklim üzerindeki etkileri de dikkate alınarak, Bursa'nın gelecekte iklim değişikliği sebebiyle ne gibi durumlarla karşı karşıya kalacağı yorumlanmıştır. Ayrıca bu analizlerle, Bursa'nın iklim değişikliğine adaptasyon sürecinde karar alma ve politika oluşturma süreçlerine ışık tutulması hedeflenmiştir.

1.1. HadGEM2 Küresel İklim Modeli, RCP 4.5 ve RCP 8.5 Senaryoları

Hadley Merkezi Küresel Çevre Modeli (HadGEM2), Birleşik Krallık Met Office Hadley Merkezi tarafından geliştirilmiş, farklı iklim değişkenlerini ve süreçlerini simüle etmek amacıyla kullanılan bir iklim modeli ailesidir. Bu model ailesi, ortak bir fiziksel çerçeveye dayanan ve farklı karmaşıklık seviyelerine sahip özel yapılandırmalar içerir. HadGEM2 modeli, iklim değişikliği projeksiyonları yapmak, geçmiş iklim olaylarını yeniden oluşturmak ve çeşitli iklim süreçlerini anlamak için kullanılır.

HadGEM2 modeli, atmosfer, okyanus, kara yüzeyi ve buzullar gibi çeşitli iklim sistemlerinin bileşenlerini entegre eder. Bu çalışmada HadGEM2 serisinin HadGEM2-AO serisi kullanılarak Bursa iline ait sonuçlar elde edilmiştir. HadGEM2-AO modeli kullanılarak RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarında Bursa ilinin 2020-2039, 2040-2059, 2060-2079 ve 2080-2099 zaman periyodlarındaki sıcaklık değişimleri "<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>" aracılığıyla grafikler halinde gösterilmesi sağlanmıştır (Demircan M. vd.,2017).

1.2. Bursa İli Meteorolojik Özellikleri

Bursa İklimi Marmara Denizi'ne yakınlığı ve dağların denize paralel olarak uzanması nedeniyle çeşitli özellikler gösterir. İl merkezi ılıman bir iklime sahipken, genel olarak ilin tamamında farklı iklim tipleri görülür. Kısa mesafelerde bile iklim özellikleri değişkenlik gösterebilmektedir. Bursa ilinde kış aylarında çok sert soğuklar yaşanmaz. Bununla birlikte yaz aylarında ise büyük oranda bir kuraklık söz konusu olmamaktadır (ABİ, 2010).

Bir bölgenin iklim koşullarını etkileyen en önemli faktörlerden biri de coğrafi özelliklerdir. Coğrafi özellikler, bölgedeki yağış ve sıcaklık koşullarını etkileyerek farklı bölgelerde farklı iklim özelliklerinin oluşmasına sebep olmaktadır. Bu coğrafi özelliklere örnek olarak; yeryüzü şekilleri ile yükseltisi, dağların uzanış yönleri, bakı ile denize uzaklık, bitki örtüsü vb. gibidir (ABİ, 2010).

İklim sıcaklık ve yağış parametresi bilindiği gibi yüksekliğe bağlı olarak değişmektedir. Bursa'nın yükselti özellikleri göz önüne alındığında Türkiye'nin bir özeti gibi olduğu fark edilir. Gemlik, Mudanya ve Karacabey bölgelerindeki yükselti kıyılarda 0 m'yi bulurken, merkezde 100 m'yi, Uludağ'da ise yaklaşık olarak 2543 m'yi görmektedir. Bu özellikler daha önce de belirttiği gibi yağış ve sıcaklıklarda buna paralel olarak değişmesi sonucunu oluşturmaktadır (ABİ, 2010).

2. METODOLOJİ

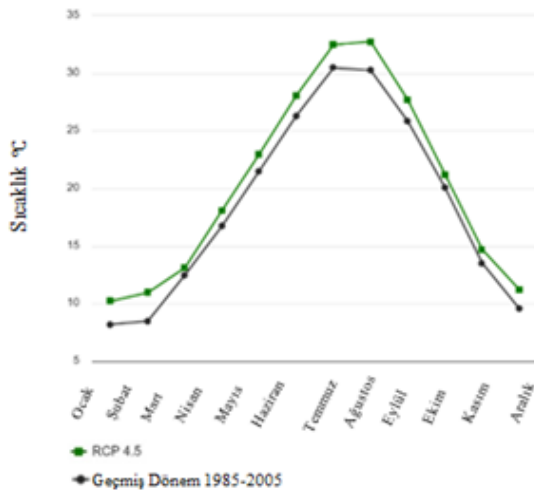
IPCC, (Intergovernmental Panel on Climate Change- Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) 5. Değerlendirme Raporu için 2007'de düzenlenen Uzmanlar Toplantısı'nda yeni emisyon/konsantrasyon senaryoları olan RCP3-PD, RCP4.5, RCP6.0 ve RCP8.5'in oluşturulmasına karar vermiştir (Demir vd., 2013; Demircan vd., 2014).

Bu çalışmada RCP 4.5 ve RCP 8.5 (Representative Concentration Pathways – Temsilci Konsantrasyon Yolları) senaryoları HadGEM2-ES küresel iklim modeli çıktılarıyla 2020-2039; 2040-2059, 2060-2079 ve 2080-2099 dönemlerine ait yıllık anomali değerleri elde edilerek bahsi geçen dönemler için sıcaklık ve yağış değişimleri analiz edilmiştir.

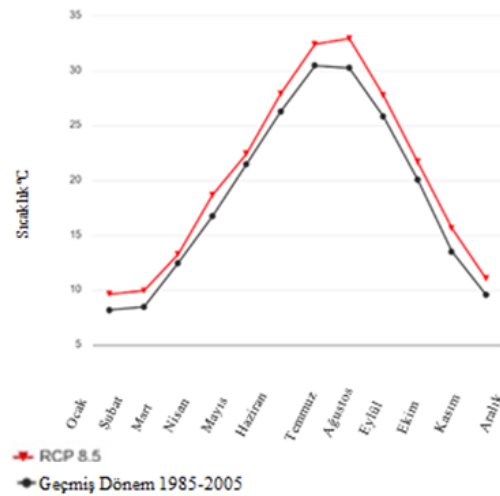
Ayrıca bu çalışmada Bursa'daki RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre ortalama maksimum ile ortalama minimum sıcaklık projeksiyonları ve yağış projeksiyonları; Dünya Bankasının iklim değişikliği çalışmaları için bir araç olarak hazırladığı <https://climateknowledgeportal.org> World Bank (Erişim:31.08.2023) sitesinden erişim sağlanarak harita ve grafikler oluşturulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

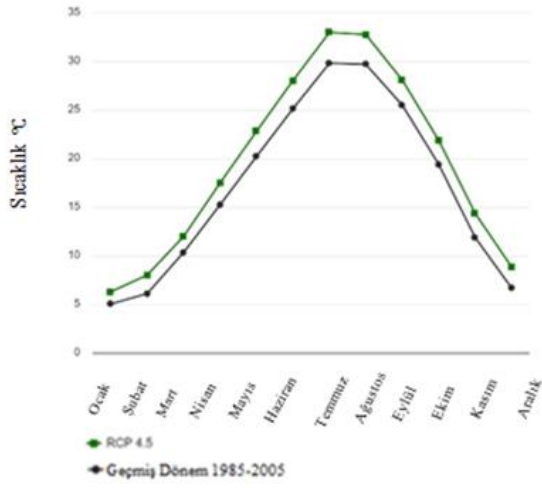
Bu çalışmada Modelleme çalışmalarından elde edilen verilere göre 2020-2039 yılları arasındaki maksimum sıcaklık değişimleri en iyi ve en kötü senaryo Şekil 1-8'de sunulmuştur. Ortalama maksimum sıcaklıklar, RCP 4.5 ve RCP 8.5 grafiklerine göre sırası ile en düşük kış ayları ve en yüksek yaz ayları olmak üzere; 2020-2039 döneminde 10 (Şekil 1)-15°C (Şekil 2) ile 30-35°C aralığında, 2040-2059 döneminde 5-10°C (Şekil 3) ile 30-35°C (Şekil 4) aralığında, 2060-2079 döneminde 8-10°C (Şekil 5) ile 34-36°C (Şekil 6) aralığında ve 2080-2099 döneminde ise 15-25°C (Şekil 7,8) ile 35-40°C aralığında olduğu görülmektedir.



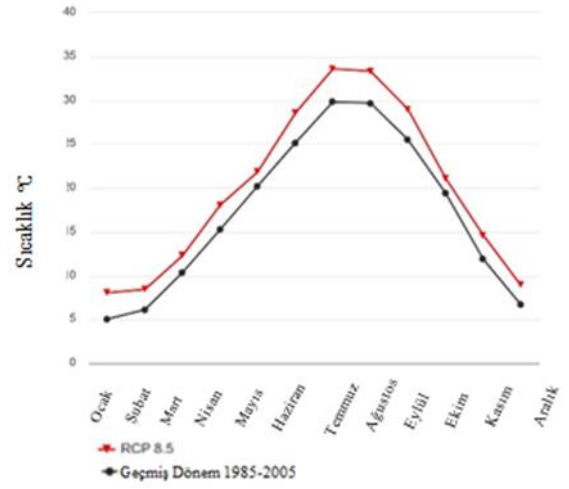
Şekil 1. 2020-2039 Yılları Arası Ortalama Maksimum Sıcaklık Değişimleri -RCP 4.5



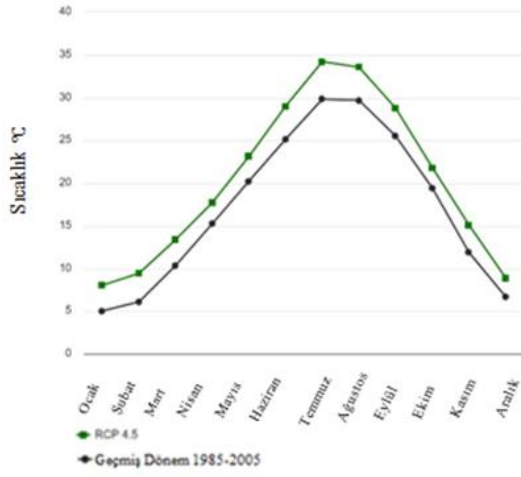
Şekil 2. 2020-2039 Yılları Arası Ortalama Maksimum Sıcaklık Değişimleri -RCP 8.5



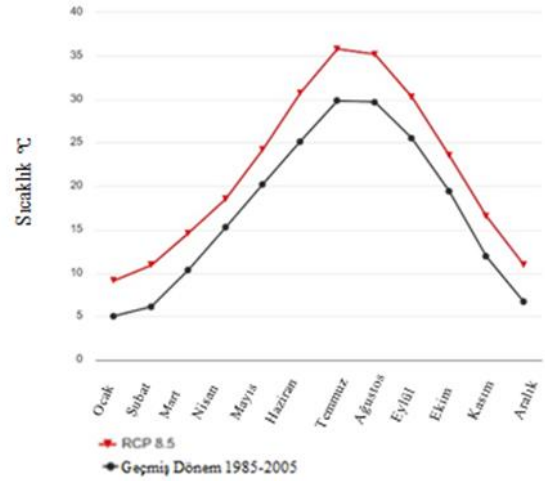
Şekil 3. 2040-2059 Yılları Arası Maksimum Sıcaklık Değişimleri -RCP 4.5



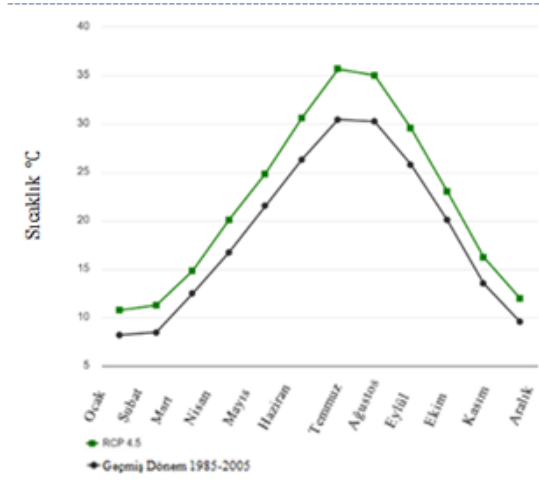
Şekil 4. 2040-2059 Yılları Arası Maksimum Sıcaklık Değişimleri -RCP 8.5



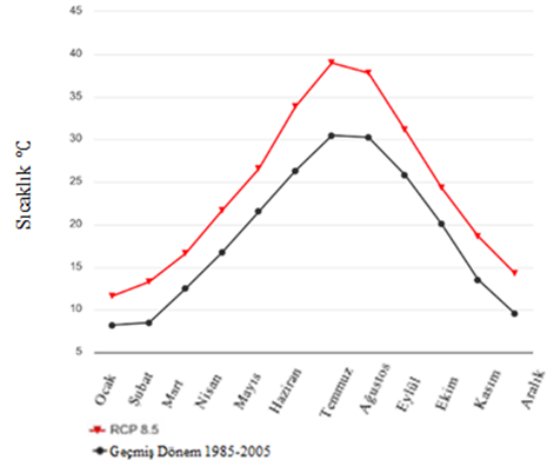
Şekil 5. 2060-2079 Yılları Arası Maksimum Sıcaklık Değişimleri Ortalamaları-RCP 4.5



Şekil 6. 2060-2079 Yılları Arası Maksimum Sıcaklık Değişimleri Ortalamaları-RCP 8.5

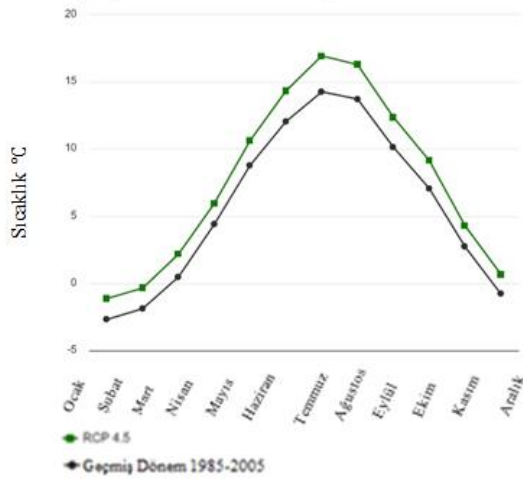


Şekil 7. 2080-2099 Yılları Arası Maksimum Sıcaklık Değişimleri Ortalamaları-RCP 4.5

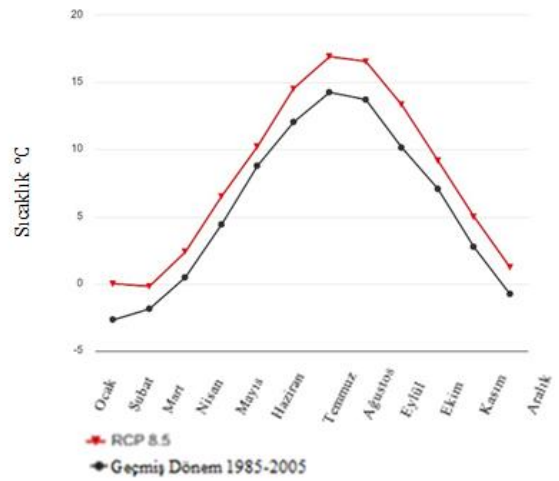


Şekil 8. 2080-2099 Yılları Arası Maksimum Sıcaklık Değişimleri Ortalamaları-RCP 8.5

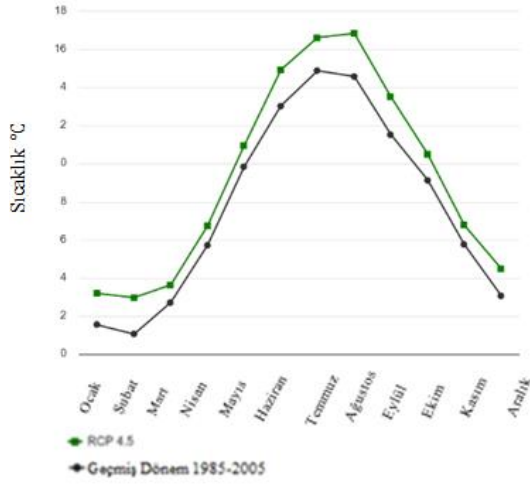
Şekil 9-16'da minimum sıcaklık değişimleri en iyi ve en kötü senaryoya göre gösterilmektedir. Ortalama minimum sıcaklıklar, RCP 4.5 ve RCP 8.5 grafiklerine göre sırası ile en düşük kış ayları ve en yüksek yaz ayları olmak üzere; 2020-2039 döneminde -5 (Şekil 9)-4°C (Şekil 10) ile 15-20°C aralığında, 2040-2059 döneminde 0-4°C (Şekil 11) ile 16-20°C (Şekil 12) aralığında, 2060-2079 döneminde 2-5°C (Şekil 13) ile 18-20°C (Şekil 14) aralığında ve 2080-2099 döneminde ise 0-5°C (Şekil 15) ile 15-25°C (Şekil 16) aralığında olduğu görülmektedir.



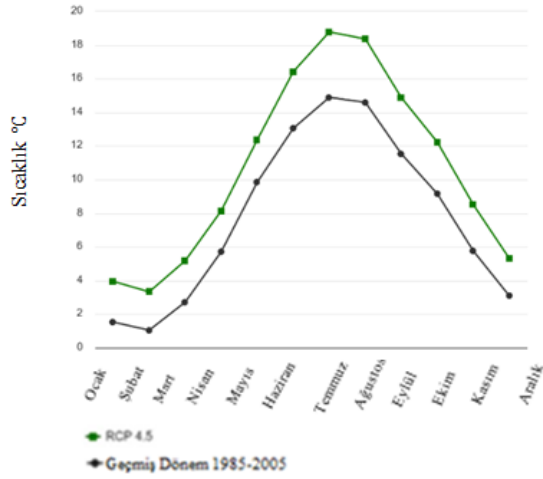
Şekil 9. 2020-2039 Yılları Arası Minimum Sıcaklık Değişimleri -RCP 4.5



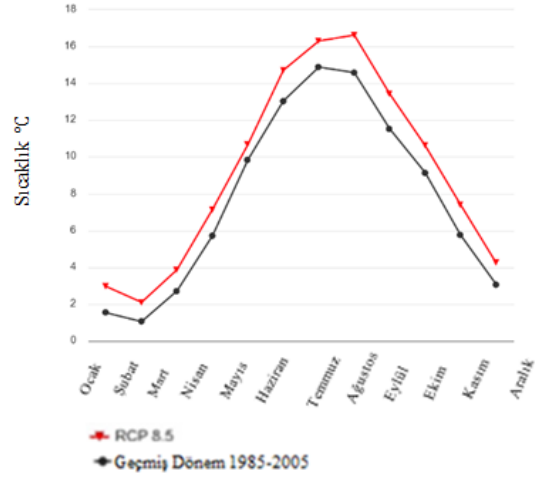
Şekil 10. 2020-2039 Yılları Arası Minimum Sıcaklık Değişimleri -RCP 8.5



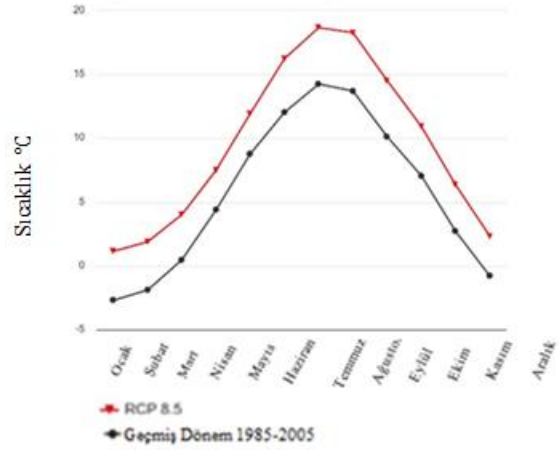
Şekil 11. 2040-2059 Yılları Arası Minimum Sıcaklık Değişimleri Ortalamaları-RCP 4.5



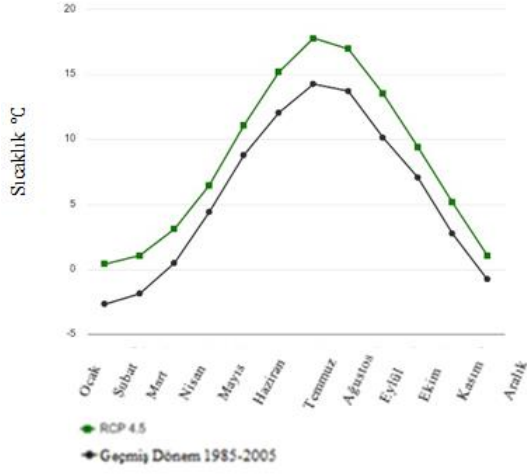
Şekil 13. 2060-2079 Yılları Arası Minimum Sıcaklık Değişimleri Ortalamaları-RCP 4.5



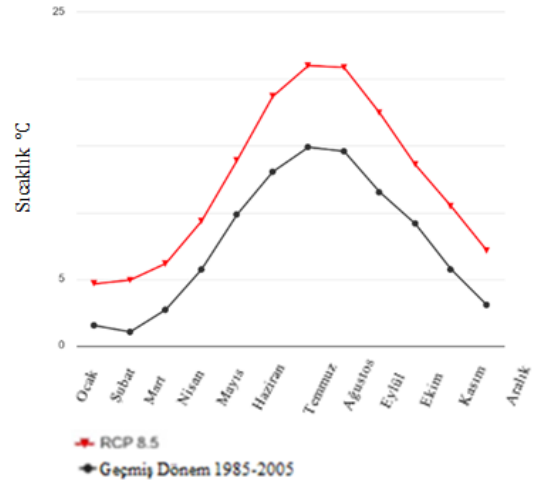
Şekil 12. 2040-2059 Yılları Arası Minimum Sıcaklık Değişimleri Ortalamaları-RCP 8.5



Şekil 14. 2060-2079 Yılları Arası Minimum Sıcaklık Değişimleri Ortalamaları-RCP 8.5

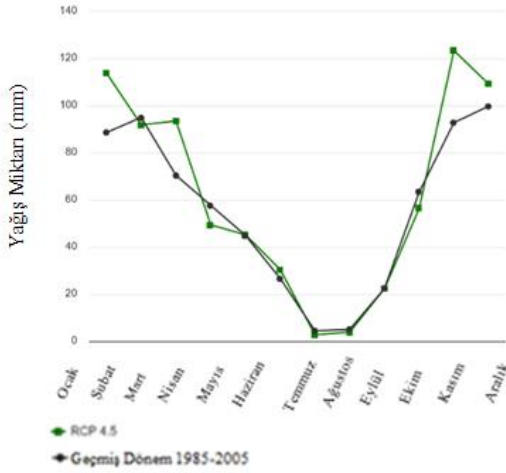


Şekil 15 2080-2099 Yılları Arası Minimum Sıcaklık Değişimleri Ortalamaları-RCP 4.5

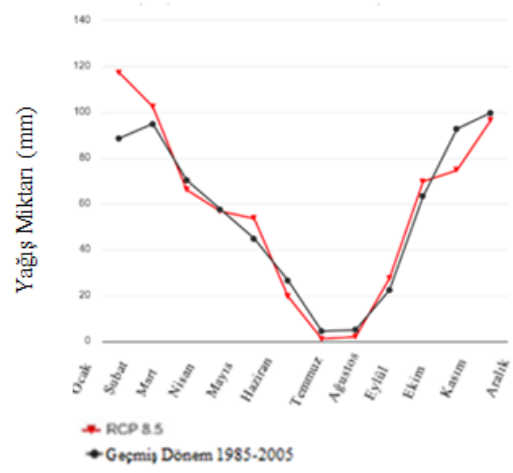


Şekil 16. 2080-2099 Yılları Arası Minimum Sıcaklık Değişimleri Ortalamaları-RCP 8.5

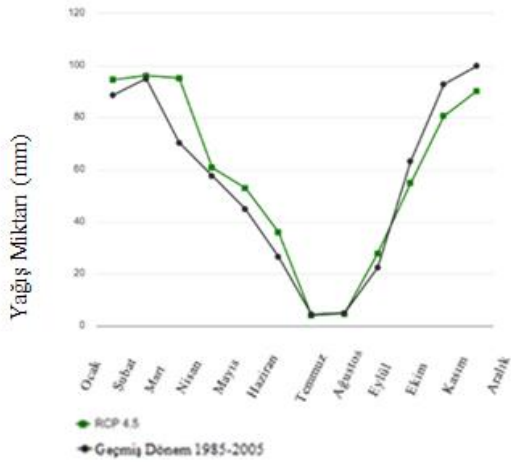
RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları kullanılarak 2020-2039, 2040-2059, 2060-2079 ve 2080-2099 periyodik dönemleri için yıllık yağış ortalamaları Şekil 17-24'te verilmiştir. 2020-2039 yılları arasında en iyi ve en kötü senaryoya göre yağış miktarı en düşük yaz aylarında 0-20 mm arasında ve en yüksek kış aylarında 120-140 mm arasında olduğu görülmektedir (Şekil 17,18). 2040-2059 döneminde yine en iyi ve en kötü senaryoya göre yağış miktarı en düşük Yaz aylarında 0-20 mm arasında ve en yüksek kış aylarında 100-120 mm arasında olduğu görülmektedir (Şekil 19,20). 2060-2079 döneminde yine en iyi ve en kötü senaryoya göre yağış miktarı en düşük Yaz aylarında 0-20 mm arasında ve en yüksek kış aylarında 80-100 mm arasında olduğu görülmektedir (Şekil 21,22). 2080-2099 döneminde yine en iyi ve en kötü senaryoya göre yağış miktarı en düşük yaz aylarında 0-20 mm arasında ve en yüksek kış aylarında 80-100 mm arasında olduğu görülmektedir (Şekil 23,24).



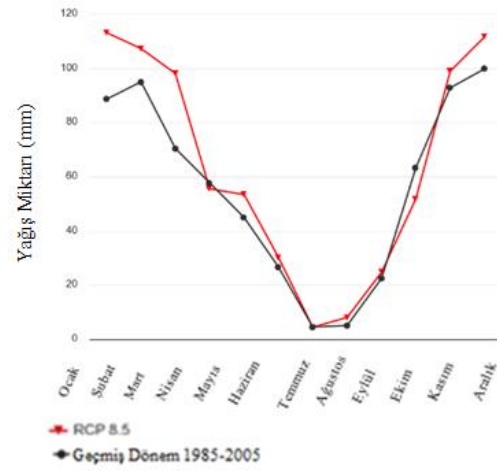
Şekil 17. 2020-2039 Yılları Arası Yağış Değişiklikleri-RCP 4.5



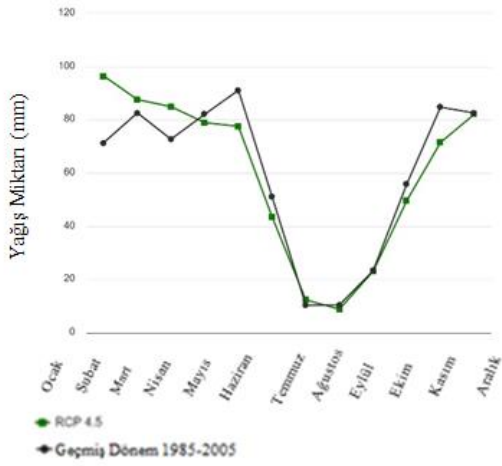
Şekil 18. 2020-2039 Yılları Arası Yağış Değişiklikleri-RCP 8.5



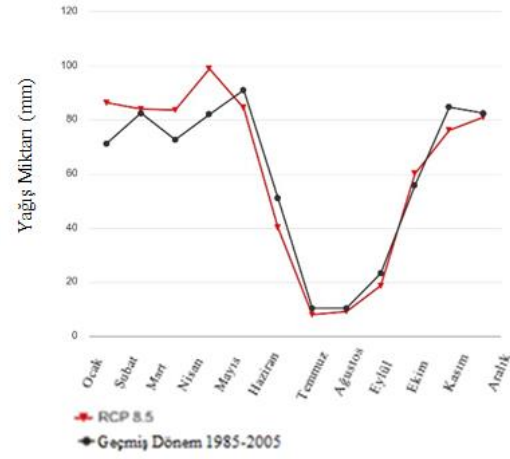
Şekil 19. 2040-2059 Yılları Arası Yağış Değişiklikleri-RCP 4.5



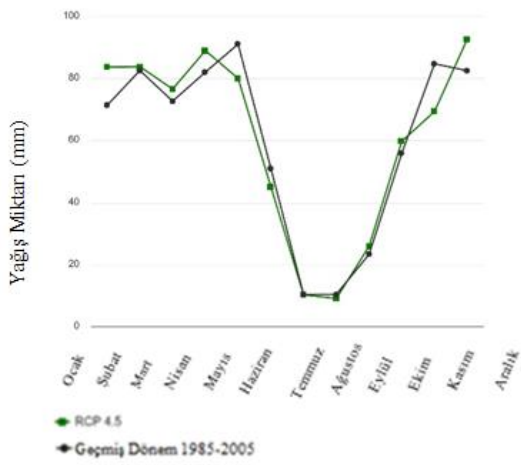
Şekil 20. 2040-2059 Yılları Arası Yağış Değişiklikleri-RCP 8.5



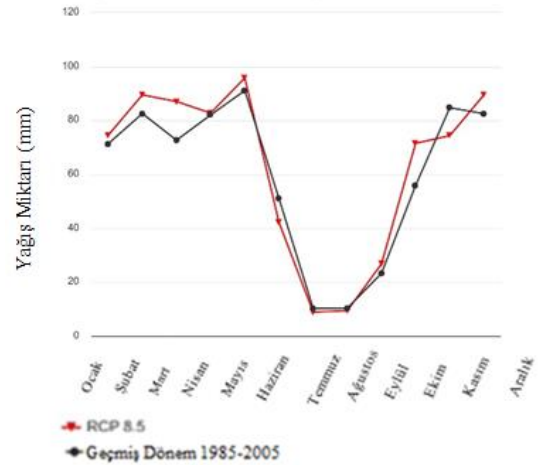
Şekil 21. 2060-2079 Yılları Arası Yağış Değişiklikleri-RCP 4.5



Şekil 22. 2060-2079 Yılları Arası Yağış Değişiklikleri-RCP 8.5



Şekil 23. 2080-2099 Yılları Arası Yağış Değişiklikleri-RCP 4.5



Şekil 24. 2080-2099 Yılları Arası Yağış Değişiklikleri-RCP 8.5

Yukarıda verilen grafiklere göre maksimum sıcaklık ortalamalarına bakıldığında 2020-2039 zaman dönemi için RCP 8.5 senaryosunda en yüksek sıcaklık ortalamalarına bakıldığında, en yüksek sıcaklıklar ağustos aylarında $\sim 33^{\circ}\text{C}$ civarında, en düşük sıcaklıklar ise ocak aylarında $\sim 10^{\circ}\text{C}$ olarak görülmektedir. Aynı şekilde maksimum sıcaklık ortalamaları RCP 8.5 senaryosuna göre 2080-2099 zaman döneminde, en yüksek sıcaklık temmuz aylarında $\sim 39^{\circ}\text{C}$, ocak ayında $\sim 12^{\circ}\text{C}$ olarak görülmesi beklenmektedir. İki zaman dönemi kıyaslandığında 2080-2099 tarih aralığında başlangıç dönemi olan 2020-2039 tarih aralığına göre yaklaşık 5°C 'lik bir artış olacağı gözlemlenmektedir.

Minimum sıcaklık ortalamalarına bakıldığında ise 2020-2039 zaman döneminde ve RCP 8.5 senaryosunda, en yüksek sıcaklıklar ağustos aylarında $\sim 16^{\circ}\text{C}$ civarında, en düşük sıcaklıklar ise ocak aylarında $\sim 3^{\circ}\text{C}$ olarak görülmektedir. Aynı şekilde minimum sıcaklık ortalamaları RCP 8.5 senaryosuna göre 2080-2099 zaman döneminde, en yüksek sıcaklık yine temmuz aylarında $\sim 21^{\circ}\text{C}$, Ocak ayında $\sim 5^{\circ}\text{C}$ olarak görülmesi öngörülmektedir. İki zaman dönemi kıyaslandığında 2080-2099 zaman dönemindeki sıcaklık ortalamalarında, 2020-2039 dönemine göre 5°C 'lik bir artış olacağı gözlemlenmektedir.

Sıcaklık parametresindeki değişimlerin yıllık yağış miktarlarını da etkilemesi beklenmektedir. Yukarıda verilen grafikler incelendiğinde 2020-2039 döneminde genel olarak yağışların kış ile ilkbahar mevsimlerinde ve ayrıca RCP 8.5 senaryosunda yaz mevsiminde uzun yıllar referans değerinin üzerinde olacağı görülmektedir. Bu dönemde en fazla yağış kış mevsimlerinde 90-110 mm aralığında beklenmektedir. En düşük yağış ise 5-10 mm seviyesinde olacak şekilde yaz mevsimlerinde beklenmektedir. Diğer dönemlerde ise kış mevsimi hariç yağışlarda tüm mevsimlerde azalma söz konusudur. Bölgenin deniz kenarı olması, sıcaklık artışına bağlı olarak buharlaşma faktörünü de arttıracığı için kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinin yağış miktarlarında artışa neden olabilecektir. Sıcaklık ve nem artışı kararsızlık yağışlarına ve bu durumun zaman zaman şiddetli yağışların oluşması ve sele yol açabileceği düşünülmektedir.

2080-2099 zaman döneminde, 2020-2039 zaman dönemine göre 10mm'lik bir azalış olması beklenmektedir. Orta dönemlerde ise (2040-2059 ve 2060-2079) 2020-2039 dönemi ile aynı yağış aralığında olması beklenirken yine 2080-2099 döneminde 10mm'lik bir fark ile daha az yağış olması beklenmektedir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Bursa İli'nde meydana gelen ve ilerleyen zamanlarda meydana gelecek olan iklim değişikliklerinin ne gibi sonuçlara sebep olacağı ve ayrıca bu sonuçlardan nasıl etkileneceğini belirlemek amaçlanmıştır. RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları kullanılarak Bursa iline ait sıcaklık ve yağış değişimleri grafikleri elde edilmiştir.

Elde edilen verilere göre, RCP 8.5 senaryosuna bakıldığında 2020-2039 döneminde kış aylarında en düşük maksimum sıcaklık $10-15^{\circ}\text{C}$ aralığında gözlemlenirken, yaz aylarında ise en yüksek sıcaklıkların $30-35^{\circ}\text{C}$ aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Aynı şekilde 2080-2099 dönemine bakıldığında bu değerlerin kış aylarında $15-25^{\circ}\text{C}$ aralığına kadar çıktığı ve yaz aylarında ise $35-40^{\circ}\text{C}$ aralığına çıktığı görülmektedir. Böylelikle iki zaman dönemi kıyaslandığında 2080-2099 tarih aralığında başlangıç dönemi olan 2020-2039 tarih aralığına göre yaklaşık 5°C 'lik bir artış olacağı gözlemlenmektedir.

Sıcaklıkların yıl boyu artması tarımsal üretim dönemini artırırken, soğuklama ihtiyacı olan bitki ve meyve ağaçlarında olumsuz etkilere neden olabilecektir. Sonbahar yağışlarında görülen azalma, bu dönem ekimi yapılacak bitkilerde olumsuz etkilere neden olabilecektir.

RCP 4.5 senaryosunda da benzer bir eğilim görülmektedir. Hem maksimum hem de minimum sıcaklıklarda artış gözlenmektedir. Sıcaklık artışı ve yağış azalışı birlikte değerlendirildiğinde kurak dönemlerin olabileceği ön görülmekte olup özellikle tarım ve su sektöründe gerekli önlemlerin alınmaması durumunda bu sektörlerde kayıplar görülebilecektir.

Mevsimlik yağış deseni değişimi ele alındığında ilk dönemlerde ilkbahar yağışı fazla iken sonraki dönemlerde kış mevsiminde yağış fazlalığı görülmektedir. 2080-2099 döneminde özellikle kış mevsiminde yağış miktarında artış gözlenecek olup, iklim değişikliği sebebiyle meydana gelecek olan normalin dışındaki yağışlardan dolayı oluşacak olan sel gibi doğal afetler gibi olumsuz koşullardan kaçınabilmek adına, Bursa ilinde su yönetiminin ve alt yapı planlanmasının bu koşullara uygun bir şekilde geliştirilmesi gerekmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadırlar.

YAZAR KATKISI

Bu araştırmada; Efsun DİNDAR çalışmanın kavramsal ve/veya tasarım süreçlerinin belirlenmesi ve yönetimi, Nilay KESKİNDEN veri toplama, veri analizi ve yorumlama, makale taslağının oluşturulmasında, Mesut DEMİRCAN fikirsel içeriğin eleştirel incelenmesi ve düzenlenmesinde katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

1. Ankara Üniversitesi, Türkiye iklim Araştırmaları, (Erişim:31.08.2023, <http://geography.humanity.ankara.edu.tr/turkiye-iklim-arastirmalari/>)
2. Çamalan Gülten vd. “Türkiye Kuraklık Projeksiyonları”, (Araştırma Dairesi Başkanlığı Meteorolojik Afetler Şube Müdürlüğü, 2021, Ankara)
3. Demircan Mesut, Türkoğlu Necla, Çiçek İhsan, (2017). İklim Değişikliği: Modelden Sektörel Uygulamalara (Climate Change: From Model to Sectoral Applications), Türk Coğrafya Kurumu 75. Yıl Uluslararası Kongresi, Ankara
4. Demircan Mesut. vd., “Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları Ve İklim Değişikliği”, (Meteoroloji Genel Müdürlüğü Matbaası, 2015) <https://doi.org/10.53472/jenas.1136337>
5. Demircan Mesut, Arabacı Hüseyin, Gürkan Hüdaverdi, Eskioğlu Osman, Coşkun Mustafa, (2017). Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios, Türkiye Su Bilimi ve Yönetimi Dergisi (Turkish Journal Of Water Science & Management), ISSN:2536 474X Publication number:6777, Volume: 1 Issue: 1, Ankara <https://doi.org/10.31807/tjwsm.297183>
6. Dikmen Bilal vd. “Sakarya Ve Susurluk Havzaları Kuraklık Yönetim Planının Hazırlanması Projesi”, Susurluk Havzası Kuraklık Yönetim Planı Stratejik Çevresel Değerlendirme Kapsam Belirleme Raporu, (Taşkın Ve Kuraklık Yönetimi Dairesi Başkanlığı, 2022, tarimorman.gov.tr)
7. Hayaloğlu Pınar, “İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri” “Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi”, 9/25(2018):52-62
8. Prof. Dr. Kınacı Cumali vd. “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi”, Proje Nihai Raporu, (T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı, Haziran 2016, tarimorman.gov.tr)

9. Prof. Dr. Cindoruk Sıddık vd. , “Bursa Sürdürülebilir Enerji Ve İklim Değişikliği Uyum Planı İzleme Ve Değerlendirme Raporu (Sera Gazı Emisyonu Ve Eylem Planı)” , Bursa Büyükşehir Belediyesi, <https://www.bursa.bel.tr/haber/iklim-degisikligiyle-mucadele-28257> 2022
10. Şener Şehnaz, Şener Erhan, Davraz Ayşen, “Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey)”, “Science of The Total Environment”,(Nisan,2017),584-585,131-144
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.102>
11. Ustaoglu Fikret, Taş Beyhan, Tepe Yalçın, Topaldemir Halim., “Comprehensive assessment of water quality and associated health risk by using physicochemical quality indices and multivariate analysis in Terme River, Turkey”, “Environmental Science and Pollution Research”,(Kasım, 20219,28-44, 62736-62754) 10.1007/s11356-021-15135-3
12. Yılmaz Erkan., & Çiçek İhsan. (2016). Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması. Journal of Human Sciences, 13(3), 3973-3994 doi:10.14687/jhs.v13i3.3994
13. World Bank Group, Climate Change Knowledge Portal, <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/turkiye/cmip5> (Erişim:31.08.2023)

