

## Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları

Mesut DEMİRCAN<sup>\*1</sup>, Hüdaverdi GÜRKAN<sup>1</sup>, Hüseyin ARABACI<sup>1</sup>, Mustafa COŞKUN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dai. Bşk.İlğı, Klimatoloji Şb. Md.lüğü, Ankara, Türkiye

### Özet:

Senaryo, dünyanın gelecekteki durumunun hayali olarak canlandırılması veya alternatif gelecek durumların tasvir edilmesidir. Temsili Konsantrasyon Yolları (RCPs) adı, esas amaçları Atmosferik Sera Gazları (GHGs) konsantrasyonlarının zaman bağımlı projeksiyonları sağladığını vurgulayan rotalar olmasını temsil etmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'yi içine alan bir bölge için gelecekteki iklim değişikliğinin muhtemel sonuçları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Küresel Dolaşım Modellerinin iyimser ve kötümser senaryolarının sonuçları kullanılmıştır. Bu çıktılardan, Türkiye için sıcaklık ve yağış projeksiyonları; bölgesel iklim modeli ile dinamik ölçek küçültme yöntemi kullanılarak, 20 km çözünürlükte ve 2016-2009 yıllarını kapsayan bir dönem için üretilmiştir. Model sonuçlarına göre Türkiye'nin ortalama sıcaklıklarında 1°C ilâ 6°C arasında bir artış olacaktır. Genel olarak kış mevsimi haricinde yağış miktarlarında azalma görülmektedir. Her ne kadar projeksiyon dönemi boyunca düzgün bir artma ya da azalma eğilimi olmasından çok yağışın düzensizlik rejimi dikkat çekmektedir.

### Anahtar sözcükler

RCP, (GHGs), Küresel Dolaşım Modellerinin, Bölgesel İklim Modeli İklim Değişikliği

### Abstract:

“A scenario is a coherent, internally consistent and plausible description of a possible future state of the world”. The name “representative concentration pathways – RCP’s” are referred to as pathways in order to emphasize that their primary purpose is to provide time-dependent projections of atmospheric greenhouse gasses (GHGs) concentrations. In this study, it is intended to reveal the possibilities of future climate change for Turkey and its surrounding region. HadGEM2-ES, Global Circulation Models’ scenarios outputs were used in the study. Temperature and precipitation projections were produced from these outputs, based on domain with 20 km resolution, covering period between 2016 and 2099 and using regional climate model and with dynamic downscaling method. According to the models results, it is expected that an increase between 1°C and 6°C in mean temperatures of Turkey. In generally precipitation amount shows a decreasing except winter season. Although there is no regular decreasing or increasing trend throughout projection period, it attracts more attention irregularity of precipitation regime.

### Keywords

RCP, GHGs, Global Circulation Models’, Regional Climate Model, Climate Change

## 1. Giriş

İklimin insan hayatındaki önemi, iklimin sosyal ve ekonomik hayatı olumlu ya da olumsuz etkileri ile nasıl etkilediği ile ilgilidir (Demir vd., 2013; Demircan vd., 2014 [a],[b],[c]). İnsanların daha iyi koşullar altında, daha sağlıklı bir şekilde yaşamlarını sürdürülebilmeleri için, gerek ulusal gerekse uluslararası birçok kurum ve kuruluş, organizasyon, merkezi ve yerel yönetimler ile sivil toplum örgütleri iklimde meydana gelebilecek değişimler ve bu değişimlerin etkilerinin doğru saptanabilmesi için farklı şekillerde gayret göstermektedirler.

Bu gayretlerden en önemlisi modelleme çalışmalarıdır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte ortam koşullarını ifade eden değişkenler, daha detaylı bir şekilde modellerde yer alabilmektedir. 1970’li yıllardan itibaren bilgisayarların bilimsel amaçlı kullanımlarının yaygınlaşması ile iklim modelleri de kullanılmaya başlamıştır. Çalışılan ilk modellerde sadece atmosfer ve atmosferde gözlenen parametrelere göre çalışmalar yer alırken; gelişmelere paralel olarak kara yüzeyi, okyanuslar, deniz buzları, sülfat, aerosoller, karbon çevrimi, dinamik bitki örtüsü ve atmosferin kimyası gibi etmenler modellere girdi oluşturan parametreler olmuştur.

Hükümetlerarası İklim değişikliği Paneli (IPCC) 1988’de kurulmuştur. Bu kuruluşun yönlendirmeleri ile bilim insanları daha anlamlı bir çaba içine girmiştir. IPCC elde edilen sonuçları belli dönemlerde açıklamıştır. IPCC’de yüzlerce bilim adamının katkıda bulunduğu en son 4. Değerlendirme Raporu’nda, önce 40 farklı senaryo gözden geçirilmiş ve bunların içinden 7 senaryo belirlenmiştir. İklim modelleri ayrıntılı bir şekilde ortam şartlarını, beklenen değişimlere göre yeniden kurgulama imkânı vermektedir. 2007’de yayınlanan IPCC’nin 4. Değerlendirme Raporu’ndan bu tarafa, değişen arazi kullanımı/değişimi, sera gazı emisyonları ve konsantrasyonları, aerosol konsantrasyonu bilgileri ile gelişen teknolojik altyapı ve modelleme teknikleri yeni bir değerlendirme raporu hazırlanması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. IPCC yeni senaryolar ile 5. Değerlendirme Raporunu hazırlamış ve dünya gündemine sunmuştur.

İklim, geniş zaman dilimlerinde ve daha büyük alanlarda tecrübe edilmiş ortalama hava durumudur (Demircan vd. 2013; Demircan vd, 2014 [a],[b],[c],[d]). İklim normalleri iklim verilerinden hesaplanan ardışık otuz yılın ortalamasıdır. İklim normallerini kullanmak küresel değerlendirme ve iklim izleme çalışmalarını hazırlamak için standart temel oluşturan

\* Sorumlu Yazar E-posta: demircanm@gmail.com (Mesut Demircan)

çok önemli araçlardır. İklim referans dönemleri; 1961-1990, 1971-2000 ve 1981-2010 iklim normalleri olarak; iklim ve iklim değişikliği çalışmalarında kullanılmaktadır.

## 2. Metodoloji

IPCC raporlarında da belirtildiği üzere ülkemiz, iklim değişikliğine karşı en hassas bölgelerden biri olan Doğu Akdeniz havzasında yer almaktadır. IPCC'nin kararlaştırdığı yeni nesil senaryolar belirlenmesinden sonra küresel ölçekte, düşük çözünürlüklü iklim modelleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada Birleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi (CMIP5) kapsamında da tercih edilen küresel iklim modellerinin ülkemiz coğrafyası için oluşturduğu ortalama sıcaklık değerleri karşılaştırılmış ve ülkemiz ortalamasına en yakın sonuçlar üreten modeller tercih edilmiştir.

IPCC'nin geliştirdiği yeni nesil senaryo ailesinden küresel ölçekte de en çok tercih edilen senaryolar olan RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları tercih edilmiştir. RCP8.5 muhtemel en yüksek ışınimsal zorlama ve konsantrasyon rotasıdır. RCP8.5 diğer senaryolara göre daha yüksek sera gazı emisyonları ifade etmekte dolayısıyla da RCP'lerin üst sınırını belirtmektedir (Fisher vd., 2007; IPCC, 2008; Riahi vd., 2011). RCP8.5 senaryosuna göre 2100 yılında radyatif zorlamanın 8.5 W/m<sup>2</sup>'ye, eşdeğer CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının ise 1370 ppm dolayına ulaşması varsayılmaktadır. RCP4.5 ise orta bir dengede tutma rotası olup bu senaryoya göre radyatif zorlama değerinin 2100 yılında 4.5 W/m<sup>2</sup>'ye, eşdeğer CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının ise 650 ppm dolayına ulaşması varsayılmaktadır (Thomson vd., 2011). Bu senaryonun diğer senaryolara göre iki avantajı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi yüksek rota ile arasındaki farktan dolayı çok iyi sinyal elde edilebilmesi, ikincisi ise literatürde bu rota ile ilgili çok sayıda yayınlanmış çalışmanın bulunmasıdır. IPCC 5. Değerlendirme Raporunda (AR5) yayınlanan küresel iklim projeksiyonlarında RCP2.6 ile 32, RCP4.5 ile 42, RCP6.0 senaryosu ile 25, RCP8.5 senaryosu ile 39 farklı küresel model çalışması yapılmıştır. Küresel ölçekte en fazla tercih edilen senaryolar RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları olmuştur (IPCC, 2013).

Bu çalışmada kullanılan modeller;

- Birleşik Krallık Meteoroloji Ofisinin Hadley Merkezinin Dünya Sistemi Modeli (ESM) (HadGEM2-ES) modeli,
- Max Plank Enstitüsünün (MPI-ESM-MR),
- Amerika Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA)'ne bağlı Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı (GFDL-Geophysical Fluid Dynamics Laboratory) tarafından geliştirilen GFDL-ESM2M küresel dolaşım modelleridir.

Bu modellere ait RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarının elde edilen çıktıları kullanılmıştır.

Çalışmamızda Bölgesel İklim Model Sistemi (Regional Climate Model System - RegCM) olarak tanımlanan, Amerikan Ulusal Atmosfer Araştırmaları Merkezi (NCAR) tarafından geliştirilmiş bölgesel iklim modeli kullanılmıştır. RegCM, Uluslararası Abdüsselam Teorik Fizik Merkezi'nin (ICTP) Yer Sistem Fiziği Bölümü (ESP) tarafından bölgesel iklim modeli olarak uyarlanmış ve geliştirilmesi halen devam etmektedir (Elguindi vd., 2011).

Geleceğe yönelik en uygun projeksiyonlar elde edebilmek için küresel veri setinden RegCM4.3.4 ile referans dönemi (1971-2000) için üretilen veriler dünyaca kabul görmüş küresel çapta gridlenmiş gözlem verilerine sahip olan CRU (Climate Research Unit/ East Anglia University-İngiltere) ve UDEL'e (University of Delaware-Amerika) ait gözlem verileri ile karşılaştırma yapılarak parametrisasyon yapılmıştır.

Düşük çözünürlükte olan küresel model verilerinden daha yüksek çözünürlüklü iklimsel parametreler elde etmek amacıyla RegCM4.3.4 Bölgesel İklim Modeli ve Nesting (İç içe simülasyonlar) yöntemiyle dinamik ölçek küçültme yapılarak 130x180 grid matrisinde 20 km çözünürlükte, 1971-2000 referans periyoduna göre 2016-2040, 2041-2070, 2071-2099 yılları için sıcaklık ve yağış projeksiyonları üretilmiştir. Projeksiyonlarda daha sağlıklı sonuç elde edebilmek için ~210 km çözünürlüklü verilerden önce 50 km çözünürlüklü projeksiyon daha sonra da 50 km çözünürlüklü verilerden 20 km çözünürlüklü projeksiyonlar elde edilmiştir.

## 3. Sonuçlar

"Türkiye için İklim Değişikliği Projeksiyonları" projesi Türkiye'de ilk kez yeni model ve senaryolar ile bir kamu kurumu tarafından kendi kaynakları ve personeli kullanılarak yapılmıştır. Üç farklı Küresel Dolaşım Modelinin (GCMs) iyimser (RCP4.5) ve kötümser (RCP8.5) senaryolarının (2016-2099) ölçek küçültme çalışmaları yapılmıştır. Proje çalışmaları farklı iklim ürünleri çalışmaları ile devam etmektedir.

Üç Küresel Dolaşım Modelinin iki senaryodan (RCP4.5 ve RCP8.5) elde edilen sonuçlara göre Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklık artışının; 2016-2040 dönemi için 1°C - 2°C arasında; 2041-2070 dönemi için 1.5°C - 4°C arasında ve son dönem olan 2071-2099 dönemi 1.5°C - 5°C arasında olması öngörülmektedir. Bazı senaryolarda 21 yy. son otuz yılında (2071-2100) sıcaklık artışının kış mevsiminde 3°C ve yaz mevsiminde 8°C'ye ulaşması da öngörülmektedir.

Yağışlarda; tüm dönemlerde kış mevsimi için ülke genelinde yağış miktarında artışlar, ilkbahar mevsiminde tüm dönemlerde ülkenin sahil ve kuzeydoğu kesimleri haricinde yağış miktarında azalışlar, yaz mevsiminde tüm dönemlerde ülkenin batı sahilleri ve kuzeydoğu bölümleri haricinde yağış miktarında azalışlar ve sonbahar mevsiminde genel olarak yağış miktarında bir azalma öngörülmektedir. Her ne kadar projeksiyon dönemi boyunca (2016-2099) yağış miktarında düzenli bir artış ve azalış eğilimi olmasa da, yağış rejiminin düzensizliği dikkat çekicidir.

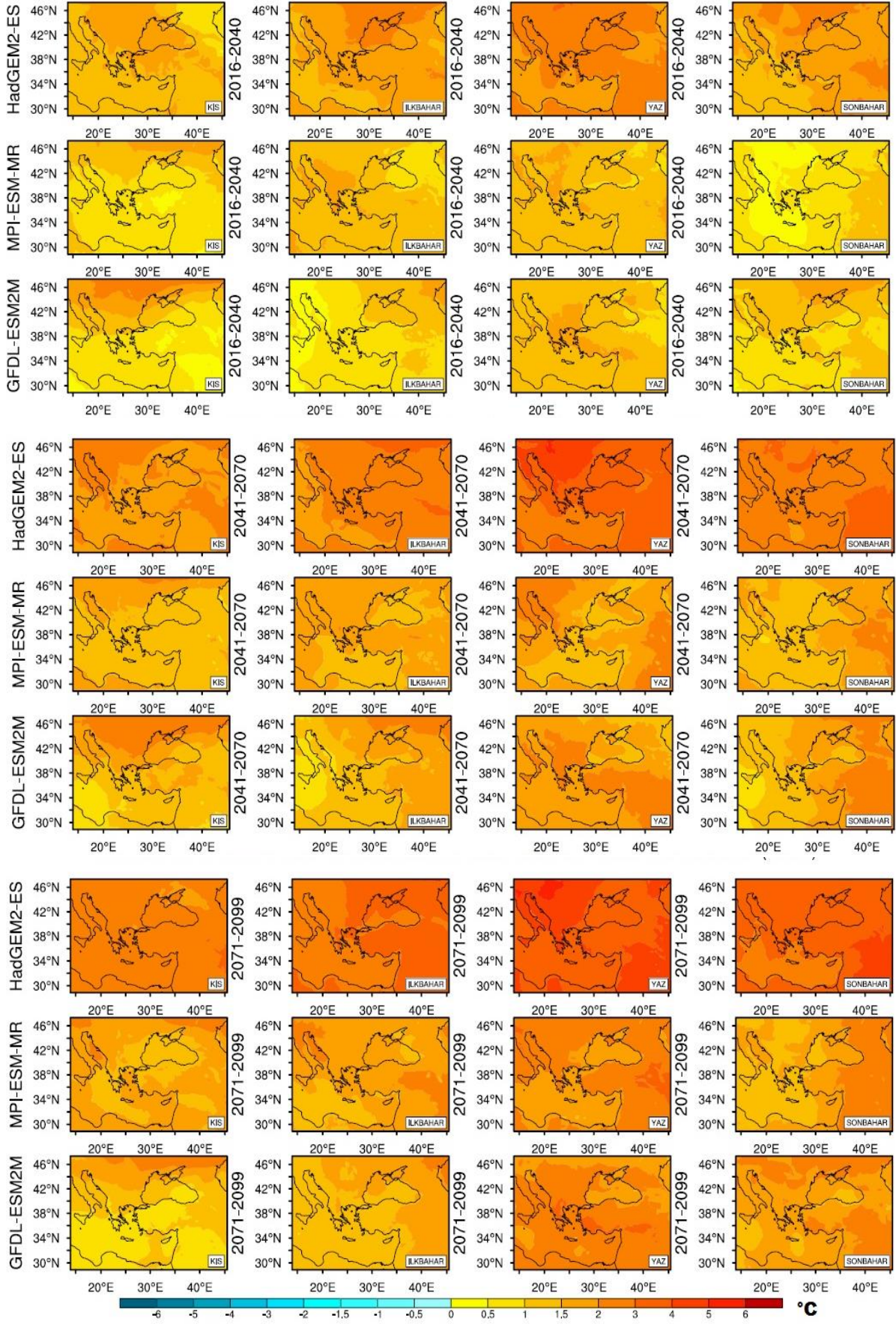
İklim değişikliği bağlamında, yeni iklim şartlarında Türkiye nehir havzalarında ciddi risklerin oluşması öngörülmektedir. Bunlardan bir tanesi, özellikle Fırat-Dicle havzası olmak üzere, Anadolu'nun iç kesimleri ve güneyindeki havzalarda yağış miktarındaki azalıştır. İkincisi ise artan sıcaklıkların yağış cinsi değişikliklerine neden olması ve kış mevsimindeki yağın karın yağmura dönüşmesidir. Kar yıl boyunca su sağlayan önemli bir kaynaktır. Ayrıca artan sıcaklıkların baharda erken erimesine neden olacaktır. Üçüncü sorun ise, özellikle yaz mevsiminde ve özellikle Anadolu'nun batı ve kuzey sahil kesimlerinde aşırı yağışların oluşma riskidir. Bu aşırı yağışlar son yıllarda olduğu gibi sellere neden olabileceklerdir. Ayrıca artan sıcaklıklar; fırtına, dolu ve hortum gibi aşırı hava olaylarının sayısında ve şiddetinde artışa yol açabilecektir.

İklim değişikliği öngörü çalışmaları bütün sektörlerle uyum, önleme ve azaltma çabalarında yani paydaşların gelecek planlarında -ki bunlar iklim ve iklim model çıktıları temelli yapılmalıdır- esas veri ve temel altlığı sağlamaktadır. İklim değişikliği çalışmaları kapsamında farklı iklim modellerinin senaryoları, Türkiye ve çevresi için ölçek küçültme yöntemi ile üretilmelidir. Böylelikle gelecekte muhtemel olması öngörülen iklim değişikliği olasılıklarını daha detaylı görmek mümkün olacaktır. Yüksek çözünürlüklü iklim model projeksiyonları erişilebilir olduğunda ve sektörler bu verileri uyum, önleme ve azaltma planlarında kullandıklarında, çalışmalarının doğruluğu ve başarısı da artacaktır.

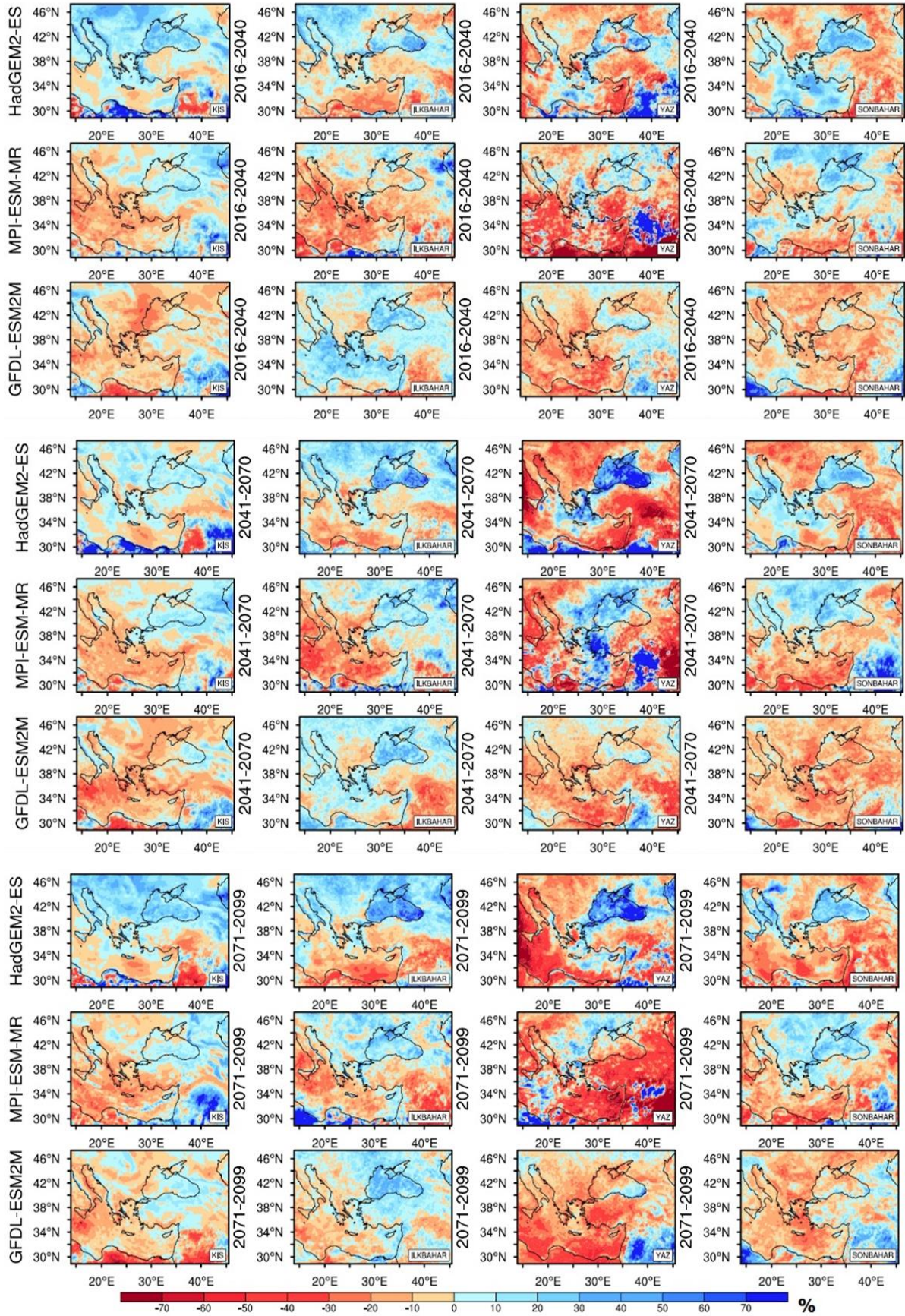
#### 4. Kaynaklar

1. Anthes, R.A., (1977). A cumulus parameterization scheme utilizing a one-dimensional cloud model, *Mon. Weather Rev.*, 117, 1423-1438
2. Bozkurt D. and Sen O.L., (2011). Precipitation in the Anatolian Peninsula: sensitivity to increased SSTs in the surrounding seas. *Clim Dyn* 36 (3-4):711-726
3. Bozkurt D., Turuncoglu U., Sen O.L., Onol B. and Dalfes H.N., (2012). Downscaled simulations of the ECHAM5, CCSM3 and HadCM3 global models for the eastern Mediterranean-Black Sea region: evaluation of the reference period. *Clim Dyn* 39(1-2):207-225
4. Bozkurt D. and Sen O.L., (2013). Climate change impacts in the Euphrates-Tigris Basin based on different model and scenario simulations. *J Hydrol* 480:149-161
5. Bozkurt D., Sen O.L. and Hagemann, S., (2015). Projected river discharge in the Euphrates-Tigris Basin from a hydrological discharge model forced with RCM and GCM outputs. *Clim Res*, Vol. 62: 131-147, 2015, doi: 10.3354/cr01268
6. Black E., Brayshaw D. and Rambeau C., (2010) Past, present and future precipitation in the Middle East: insights from models and observations. *Philos Trans R Soc A* 368:5173-5184
7. Demir, İ. (2011). Bölgesel iklim modeli projeksiyonları, ECHAM5-B1 (Regional Climate Model Projections). In: 5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book: ITU, 27-29 April 2011, İstanbul - Turkey.
8. Dickinson, R., Henderson-Sellers, A. and Kennedy, P., (1993). Biosphere-atmosphere transfer scheme (bats) version 1e as coupled to the NCAR community climate model, Technical report, National Center for Atmospheric Research.
9. Emanuel, K.A., and M. Zivkovic-Rothman, (1999). Development and evaluation of a convection scheme for use in climate models, *J. Atmos. Sci.*, 56, 1766-1782.
10. Evans J. P., (2009). 21st century climate change in the Middle East. *Clim. Change*, 92, 417-432
11. Fujihara Y., K. Tanaka, T. Watanabe, T. Nagano, T. Kojiri, (2008). Assessing the impacts of climate change on the water resources of the Seyhan River Basin in Turkey: Use of dynamically downscaled data for hydrologic simulations, *J. of Hydro.*, 353, 33- 48
12. Gao X., and Giorgi F., (2008). Increased aridity in the Mediterranean region under greenhouse gas forcing estimated from high resolution simulations with a regional climate model. *Global Planet. Change*, 62, 195-209.
13. Giorgi, F., Marinucci M.R., and Bates G.T., (1993a). Development of a second generation regional climate model (RegCM2), I, Boundary layer and radiative transfer processes, *Mon. Wea. Rev.*, 121, 2794-2813.
14. Giorgi, F., Marinucci M.R., De Canio G., and G.T. Bates, (1993b). Development of a second generation regional climate model (RegCM2), II, Convective processes and assimilation of lateral boundary conditions, *Mon. Weather Rev.*, 121, 2814- 2832.
15. Grell, G., (1993). Prognostic evaluation of assumptions used by cumulus parameterizations, *Mon. Wea. Rev.* Grell, G.A., J. Dudhia and D.R. Stauffer (1995). A description of the fifth-generation Penn State/NCAR mesoscale model (MM5), NCAR/TN-398+STR, pp. 122.
16. Hemming D., Buontempo C., Burke E., Collins M. and Kaye N., (2010). How uncertain are climate model projections of water availability indicators across the Middle East, *Phil. Trans. R. S.C. A*, 368, 5117-5135.
17. Hsie, E.Y., R.A. Anthes, and D. Keyser, (1984). Numerical simulation of frontogenesis in a moist atmosphere, *J. Atmos. Sci.*, 41, 2581-2594.
18. Holtlag, A., de Bruijn, E., and Pan, H. L., (1990). A high resolution air mass transformation model for short-range weather forecasting. *Mon. Wea. Rev.*, 118, 1561-1575.
19. Kiehl, J., Hack, J., Bonan, G., Boville, B., Breigle, B., Williamson, D., and Rasch, P., (1996). Description of the NCAR Community Climate Model (CCM3). NCAR Technical Note, NCAR / TN-420+STR, National Center for Atmospheric Research.
20. Kitoh, A., A. Yatagai, P. Alpert, (2008). First super-high-resolution model projection that the ancient Fertile Crescent will disappear in this century. *Hydrol. Res. Lett.*, 2, 1-4.
21. Lin, S. J., (2004). A vertically Lagrangian finite-volume dynamical core for global models, *Monthly Weather Review*, 132, 2293-2307.
22. Öno, B. and Semazzi FHM., (2009). Regionalization of climate change simulations over the eastern Mediterranean. *J Climate* 2009; 22, 1944-61.
23. Öno, B., (2012). Understanding the coastal effects on climate by using high resolution regional climate simulation. *Clim Res* 52:159-174
24. Öno B and Unal YS., (2012). Assessment of climate change simulations over climate zones of Turkey. *Reg Environ Change*. doi:10.1007/s10113-012-0335-0
25. Öno B., (2012). Effects of Coastal Topography on Climate: High-Resolution Simulation with a Regional Climate Model, *Clim. Research*, doi: 10.3354/cr01077.
26. Öno, B., Bozkurt, D., Turuncoglu, U.U., Sen, O.L., and Dalfes H.N., (2013). Evaluation of the twenty-first century RCM simulations driven by multiple GCMs over the Eastern Mediterranean-Black Sea region, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, *Clim Dyn* (2014) 42:1949-1965, DOI 10.1007/s00382-013-1966-7
27. Özdoğan M., (2011). Climate change impacts on snow water availability in the Euphrates-Tigris basin. *Hydrol Earth Syst Sci* 15:2789-2803Pal JS,
28. Ozturk, T., Türkeş M. and Kurnaz, M.L., (2014). Analysing Projected Changes in Future Air Temperature and Precipitation Climatology of Turkey by Using RegCM4.3.5 Climate Simulations, *Aegean Geographical Journal*, 20/1 (2011), 17-27, Izmir-TURKEY
29. Turp, M.T., Ozturk, T., Türkeş M. and Kurnaz, M.L., (2014). Investigation of Projected Changes for Near Future Air Temperature and Precipitation Climatology of Turkey and Surrounding Regions by Using the Regional Climate Model RegCM4.3.5, *Aegean Geographical Journal*, 23/1 (2014), 1-24, Izmir-TURKEY
30. Ozturk, T., Turp, M.T., Türkeş M., Kurnaz, M.L., (2016). Projected changes in temperature and precipitation climatology of Central Asia CORDEX Region 8 by using RegCM4.3.5, *Atmospheric Research* 183 (2017) 296-307

31. Pal, J., Small, E. and Eltahir, E., (2000). Simulation of regional-scale water and energy budgets: Representation of subgrid cloud and precipitation processes within RegCM, *J Geophys Res-Atmospheres*.
32. Pal J.S., Giorgi F., Bi X. et al, (2006). The ICTP RegCM3 and RegCM2.5: regional climate modeling for the developing World. *Bull Am Meteorol Soc*.
33. Sen OL, Unal A, Bozkurt D, Kindap T, (2011). Temporal changes in the Euphrates and Tigris discharges and teleconnections. *Environ Res Lett* 6:024012. doi:10.1088/1748-9326/6/2/024012
34. Zeng, X., Zhao, M. and Dickinson, R. E., (1998). Intercomparison of bulk aerodynamic algorithms for the computation of sea surface fluxes using togo coare and tao data, *Journal of Climate*
35. IPCC (2007). *Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, impacts, and Response Strategies: IPCC Expert Meeting Report*, September, 2007, Netherlands.
36. IPCC (2013). *Climate Change 2013, The Physical Science Basis, Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2013, [http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_ALL\\_FINAL.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf)
37. TR2015-CC, *Turkey Climate Projections with New Scenario's and Climate Change (TR2015-CC)*, The Ministry of Forestry and Water Affairs, Turkish State Meteorological Service (TSMS), April 2015, Ankara, Turkey (Turkish).
38. TFNC, *Turkey's Fifth National Communication under the UNFCCC (TFNC)*, The Ministry of Environment and Urbanisation, 2013, Ankara, Turkey
39. SNCT, *Sixth National Communication of Turkey under the UNFCCC (SNCT)*, The Ministry of Environment and Urbanisation, 2016, Ankara, Turkey
40. TECCWRP, *The Effect of Climate Change on Water Resources Project Report (TECCWRP)*, The Ministry of Forestry and Water Affairs, General Directorate of Water Management (GDWM), June 2016, Ankara, Turkey (Turkish).
41. Demiroğlu, O.C., *Climate Change Vulnerability Of Ski Tourism In Germany And Turkey*, Istanbul Policy Center–Sabancı University–Stiftung Mercator Initiative, April 2016, Istanbul, Turkey
42. SCT-2015, *State of the Climate in Turkey in 2015*, Turkish State Meteorological Service (TSMS), January 2016, Ankara, Turkey
43. Demir, Ö., Atay,H., Eskiöglü, O., Tüvan, A., Demircan, M. ve Akçakaya, A., (2013). *Temperature And Precipitation Projections According To RCP4.5 Scenario*, III. Turkey Climate Change Conference (TİKDEK 2013), 3 - 5 June, 2013 İstanbul, Turkey (Turkish).
44. Demircan,M, Arabacı, H., Bölük, E., Akçakaya, A., And Ekici, M., (2013). *Climate Normal's: Relationship and Spatial Distribution of Three Normal's*, III. Turkey Climate Change Conference (TİKDEK 2013), 3 - 5 June, 2013 İstanbul, Turkey (Turkish).
45. Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskiöglü, O., Tüvan, A. ve Akçakaya, A., (2014). *Climate Change Projections for Turkey with New Scenarios. The Climate Change and Climate Dynamics Conference-2014 – CCCD2014*, October 8-10, Istanbul, Turkey [a].
46. Demircan, M., Demir,Ö., Atay,H., Eskiöglü, O., Tüvan, A., Gürkan., H. and Akçakaya, A., (2014). *Climate Change Projections in Turkey with New Scenarios*, TUCAUM VIII. Geography Symposium, Ankara University Turkey Geography Research Center, October 23-24, 2014, Ankara, Turkey (Turkish) [b].
47. Demircan, M., Demir,Ö., Atay,H., Eskiöglü, O., Tüvan, A., Gürkan., H. and Akçakaya, A., (2014). *Climate Change Projections in Turkey's River Basin with New Scenarios*, TUCAUM VIII. Geography Symposium, Ankara University Turkey Geography Research Center, October 23-24, 2014, Ankara, Turkey (Turkish) [c].
48. Demircan, M., Çiçek, İ., Türkoğlu,N., Ekici, M., and Arabacı, H., (2014). *Relationship Between Homogeneity Breaking Points in Average Temperatures And Climate Index*, TUCAUM VIII. Geography Symposium, Ankara University Turkey Geography Research Center, October 23-24, 2014, Ankara, Turkey (Turkish) [d].
49. Gürkan., H., Demir,Ö., Atay,H., Eskiöglü, O., Demircan, M., Yazici, B., Kocatürk, A., and Akçakaya, A., (2015). *Temperature And Precipitation Projections According to RCP4.5 and RCP8.5 Scenario of MPI-ESM-MR Model*, VII. Atmospheric Science Symposium, April 28-30, 2015 İstanbul Technical University, 29 April 2015 İstanbul Aydın University, Istanbul, Turkey (Turkish).
50. Gürkan, H., Bayraktar, N., Bulut, h., Koçak, N., Eskiöglü, O., ve Demircan, M., *The Effect Of Climate factors On The Yield Of Sunflower And Sunflower Yield Predictions Based On Climate Change Projections: Example Of Marmara Region*, 19thInternational Sunflower Conference, May 29 to June 3, 2016 Edirne, Turkey,
51. Yıldırım, M., U., Demircan, M., Özdemir, F., A. ve Sarıhan, E., O., *Effect of Climate Change on Poppy (Papaver somniferum L.) Production Area*, 11th Field Crops Congress, 7-10 September 2015 – Troia Culture Center, Çanakkale, Turkey
52. Turunçoğlu, U. U., Önel, B., Bozkurt D., (2007).*Regional Climate Change Projections with Dynamic Models*, Symposium on Climate Change and Forestry in the Solution of Water Problems, 13-14 December 2007, İstanbul (Turkish).
53. Ünal, Y., Acar, M., Çağlar, F. and Incecik S., *Comparing High Resolution Climate Simulations Driven By HadGEM2-ES and MPI-ES-MR Over Turkey For Present And Future*, 5th International Conference on Meteorology and Climatology of the Mediterranean, March 2 - 4, 2015,Istanbul, Turkey.
54. CMIP Coupled Model Intercomparison Project, (2013). Retrieved September 12, 2013, <http://cmip-pcmdi.llnl.gov/index.html>
55. MetOffice, *Met Office climate prediction model: HadGEM2 family*, Retrieved April 24, 2014, <http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/climate-models/hadgem2>
56. IPCC (2013). *Definition of Terms Used within the DDC Pages*, Retrieved June 17, 2013, <http://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/definitions.html>
57. Demircan, M., Arabacı, H., Gürkan, H., Eskiöglü, O., Coşkun, M., *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, January 2017, Ankara



Şekil 1. RCP4.5'e göre RegCM4 Bölgesel Modeli 20 km sıcaklık projeksiyonları (HadGEM, MPI ve GFDL/RF:1971-2000)



Şekil 2. RCP4.5'e göre RegCM4 Bölgesel Modeli 20 km yağış projeksiyonları (HadGEM, MPI ve GFDL/RF:1971-2000)