

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN GFDL-ESM2M MODELİNE GÖRE NİSPİ NEM ÜZERİNE OLASI ETKİSİ

Osman ESKİOĞLU¹, Hüdaverdi GÜRKAN¹, Hüseyin ARABACI¹,
Mesut DEMİRCAN², Serhat ŞENSOY², Başak YAZICI², Arzu KOCATÜRK²,
Utku M. SÜMER², Mustafa COŞKUN²

^{1,2} Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü
06120 ANKARA

oeskioglu@mgm.gov.tr¹; hgurkan@mgm.gov.tr¹; harabaci@mgm.gov.tr¹;
mdemircan@mgm.gov.tr²; ssensov@mgm.gov.tr²; byazici@mgm.gov.tr²; akocaturk@mgm.gov.tr²;
umsumer@mgm.gov.tr²; mustafacoskun@mgm.gov.tr²

Özet

Türkiye’de iklim değişikliğinin etkileri 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren daha fazla hissedilmeye başlanmıştır. IPCC raporlarında da belirtildiği üzere Türkiye, iklim değişikliği açısından en hassas bölgelerden biri olan Doğu Akdeniz havzasında yer almaktadır. Bu nedenle Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından iklim değişikliğinin olası etkilerini ortaya koymak, sektörel temelde iklim değişikliğine uyum ve mücadele faaliyetlerini desteklemek amacıyla iklim projeksiyonları geliştirilmiştir. Hem insan sağlığı ve yaşam kalitesi hem de toprak nemliliği, bitki büyümesi ve gelişmesi üzerinde önemli etkileri olan iklim parametrelerinin biri de nispi nemdir. Nispi nem, havada bulunan su buharına ait kısmi basıncın, aynı sıcaklıktaki suyun denge buhar basıncına oranıdır. Nispi nem oranını en fazla etkileyen parametre ortalama sıcaklıktır. Sıcaklıklardaki artış aynı zamanda su buharı basıncına etki etmekte bu durum da nispi nem üzerinde değişikliğe sebep olmaktadır. Bu çalışmada, GFDL-ESM2M küresel dolaşım modelinin çıktıları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Türkiye genelinde nispi nem ortalamalarında azalış öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nispi nem, iklim değişikliği, iklim projeksiyonu

Abstract

Climate change impacts began to be felt especially in the last quarter of the 20th century in Turkey. Turkey is located in the eastern Mediterranean basin, one of the most vulnerable regions to climate change as stated in the IPCC reports. For this reason, climate projections were developed for determine the possible effects of climate change, adaptation and to support activities to combat climate change on a sectoral basis by Turkish State Meteorological Service (TSMS). One of the climate parameters, which have significant effects on human health and quality of life as well as soil moisture, plant growth and development, is relative humidity. Relative humidity is the ratio of the partial pressure of water vapor in the air to the equilibrium vapor pressure of water at the same temperature. The parameter that affects the relative humidity is the average temperature. The increase in temperature also affects the water vapor pressure and in this case it causes a change in the relative humidity. In this study, GFDL-ESM2M global circulation model outputs were used. According to the obtained results, it is predicted that to decrease in average relative humidity in overall of Turkey.

Key Words: *Relative humidity, climate change, climate projection*

1. GİRİŞ

İklim geniş bölgelerde çok uzun zaman içinde gerçekleşen ortalama hava koşullarıdır. İklim aynı zamanda ekstrem hava olaylarını da içerirken; bir bölgenin hava olayları bakımından karakterini ve bitki örtüsünü de tayin eder. İklim değişikliği ise “nedeni ne olursa olsun iklimin ortalama durumunda veya değişkenliğinde onlarca yıl ya da daha uzun süre boyunca gerçekleşen değişiklikler” biçiminde tanımlanmaktadır [1;2].

İklim değişikliğinin etkileri 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren daha çok hissedilmeye başlanmıştır. Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) raporlarına göre 2016 yılı, 1961-1990 dönemi sıcaklık ortalamasına göre 0,83°C endüstri dönemi öncesi döneme (1850-1899) göre 1,1°C daha yüksek ortalama ile en sıcak yıl olarak kayıtlara geçmiştir [3].

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) 2016 Yılı İklim Değerlendirmesi Raporu'na göre Türkiye 2016 yılı ortalama sıcaklığı 14,5°C ile 1981-2010 normali olan 13,5°C'nin 1,0°C üzerinde gerçekleşmiştir. Türkiye'de 2016 yılı 1971'den bu yana gerçekleşen dördüncü sıcak yıl olmuştur. 1971-2016 dönemi yıllık ortalama sıcaklık değerlerine göre sıralamadaki en sıcak 5 yılın üç tanesi (2010, 2014, 2016) 2010 ve sonrasındaki yıllardan oluşmaktadır[4].

İklimin temel elemanları sıcaklık, yağış, nispi nem, güneşlenme süresi ve şiddeti, basınç, rüzgâr hızı ve yönü, buharlaşma gibi parametrelerdir. İklimde meydana gelen değişiklikler insanoğlu ve tüm canlıların yaşamını doğrudan etkilemektedir [5]. Hem insan sağlığı ve yaşam kalitesi hem de toprağın nemliliği, bitkilerin büyümesi ve gelişmesi üzerinde önemli etkileri olan iklim parametrelerinin biri de nispi nemdir. Nispi nem mevcut basınç ve sıcaklıkta, havadaki su buharı miktarının, aynı basınç ve sıcaklıktaki havanın alabileceği maksimum su buharı miktarına oranına denir ve % olarak ifade edilir. Diğer bir deyişle nispi nem havanın doyma açığını gösterir. Türkiye'de en yüksek nispi nem değerlerine Marmara Bölgesi'nde rastlanırken en düşük değerlere Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde rastlanır [6].

İklim değişikliği ile birlikte iklimin elemanları olan sıcaklık, yağış, güneşlenme şiddeti gibi parametrelerde meydana gelen değişikliklerin yanında nispi nem oranlarında da değişikliklerin olması kaçınılmazdır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 5. Değerlendirme Raporu'na (AR5) göre ortalama sıcaklıklardaki artış ve enerji dağılımındaki düzensizliğin artmasına bağlı olarak ekstrem hava olaylarının şiddetinde ve frekansında, sıcak ve soğuk hava dalgalarının sayılarında ve şiddetinde, nemli ve kurak periyotlar ile nemli ve kurak alanlar arasındaki farklarda artışlar yaşandığı bildirilmiştir [7;8].

Bu çalışmada, nispi nemin iklim projeksiyonlarına göre gelecek dönemlerdeki olası değişimleri ortaya konmuştur. Bu amaçla, Amerika Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA)'ne bağlı Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı (GFDL-Geophysical Fluid Dynamics Laboratory) tarafından geliştirilen GFDL-ESM2M küresel dolaşım modelinin RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları temelinde elde edilen çıktıları kullanılmıştır.

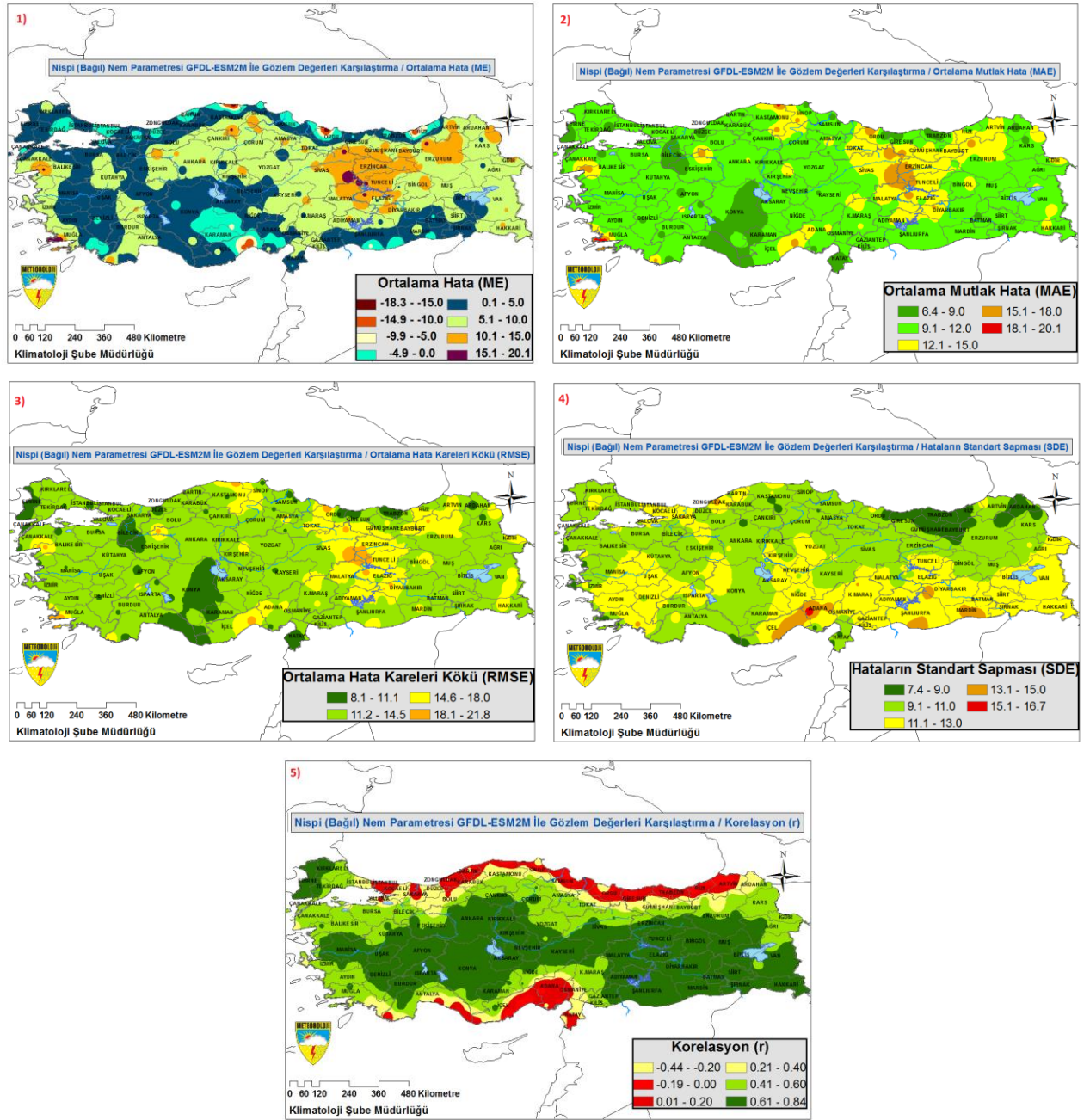
Düşük çözünürlükte olan küresel model datalarından daha yüksek çözünürlüklü iklimsel parametreler elde etmek amacıyla RegCM4.3.4 Bölgesel İklim Modeli ve Nesting (İç içe simülasyonlar) yöntemiyle dinamik ölçek küçültme yapılarak 130x180 grid matrisinde ve 20 km çözünürlükte, 1971-2000 referans periyoduna göre 2016-2040, 2041-2070, 2071-2098 yılları için sıcaklık ve yağış projeksiyonları üretilmiştir. Projeksiyonlarda daha sağlıklı sonuç elde edebilmek için ~220 km çözünürlüklü verilerden önce 50 km çözünürlüklü daha sonra da 50 km çözünürlüklü verilerden 20 km çözünürlüklü projeksiyonlar elde edilmiştir.

Ayrıca model referans dönemi (1971-2000) verileri MGM gözlem verileri ile karşılaştırılmıştır. İstatistiki karşılaştırma için Ortalama Hata (ME), Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Hata Kareleri Kökü (RMSE), Hataların Standart Sapması (SDE) ve Korelasyon (r) analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar haritalandırılmıştır.

3. BULGULAR

Nispi nem parametresi özelinde GFDL-ESM2M küresel iklim modelleri referans dönem (1971-2000) verileri ile aynı döneme ait gözlem değerleri kıyaslanmıştır.

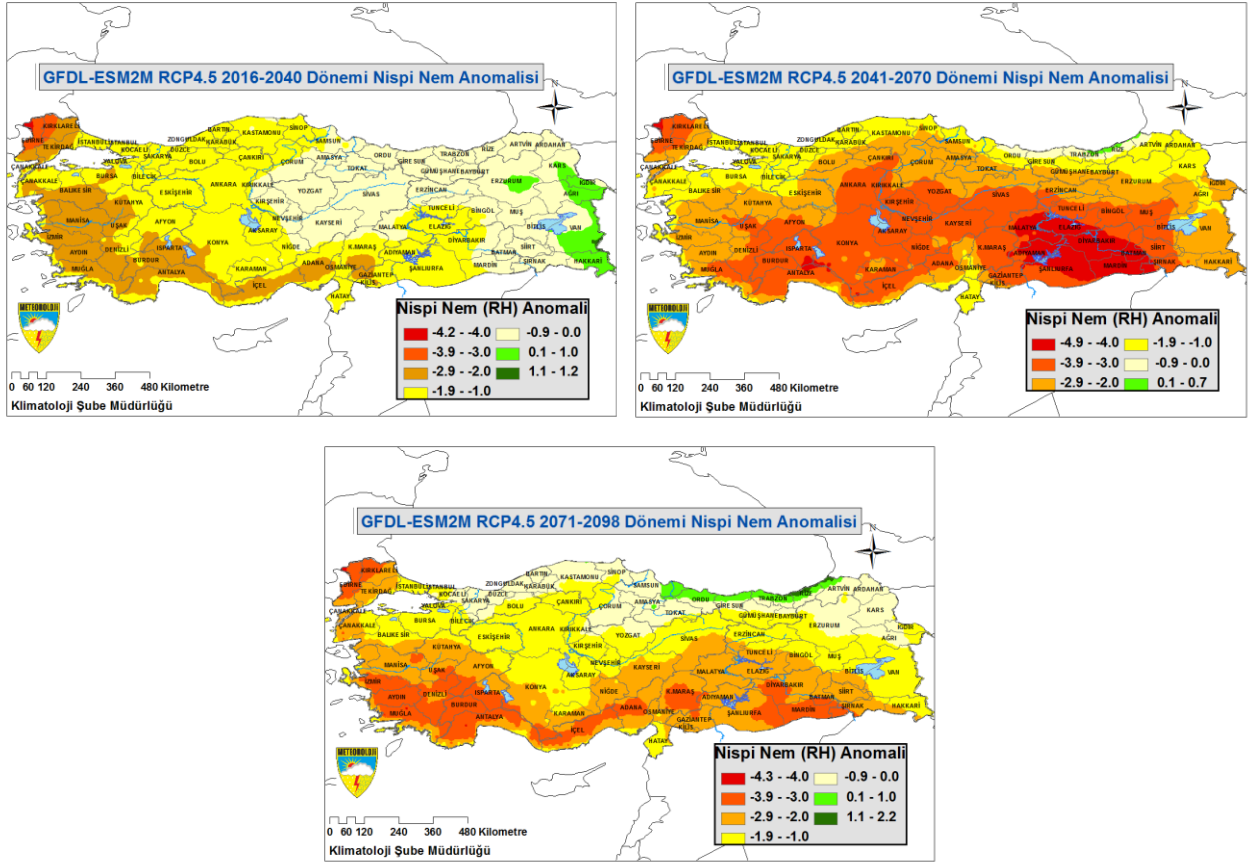
Model verileri ve gözlem değerleri arasında Ortalama Hata (ME), Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Hata kareleri Kökü (RMSE), Hataların Standart Sapması (SDE), Korelasyon (r) istatistiki kıyaslamalar yapılmıştır. Oluşturulan istatistiki analiz haritaları aşağıda yer almaktadır.



Şekil 1. Nispi parametresi GFDL-ESM2M ile gözlem değerleri karşılaştırma: 1:Ortalama Hata (ME); 2:Ortalama Mutlak Hata(MAE); 3: Ortalama Hata Kareleri Kökü (RMSE); 4: Hataların Standart Sapması (SDE); 5: Korelasyon (r)

Ortalama Hata istatistiki değerlendirmesi sonucunda GFDL-ESM2M model ortalama nispi nem verilerinin genel olarak gözlem değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra model-gözlem verileri arasındaki ilişkinin Karadeniz kıyı şeridi ve Akdeniz Bölgesi doğu kesimlerinde oldukça düşük düzeyde, Türkiye genelinin büyük bir bölümünde ise korelasyonun (r) 0,61 – 0,84 aralığında olduğu belirlenmiştir.

3.1. GFDL-ESM2M MODELİ RCP4.5 SENARYOSU NİSPİ NEM PROJEKSİYONLARI



Şekil 2. GFDL-ESM2M modeli RCP4.5 nispi nem projeksiyonları

GFDL-ESM2M modeli RCP4.5 senaryosu temelinde 2016-2040, 2041-2070, 2071-2098 dönemleri için ortalama nispi nem değişimlerinin projeksiyonları oluşturulmuştur.

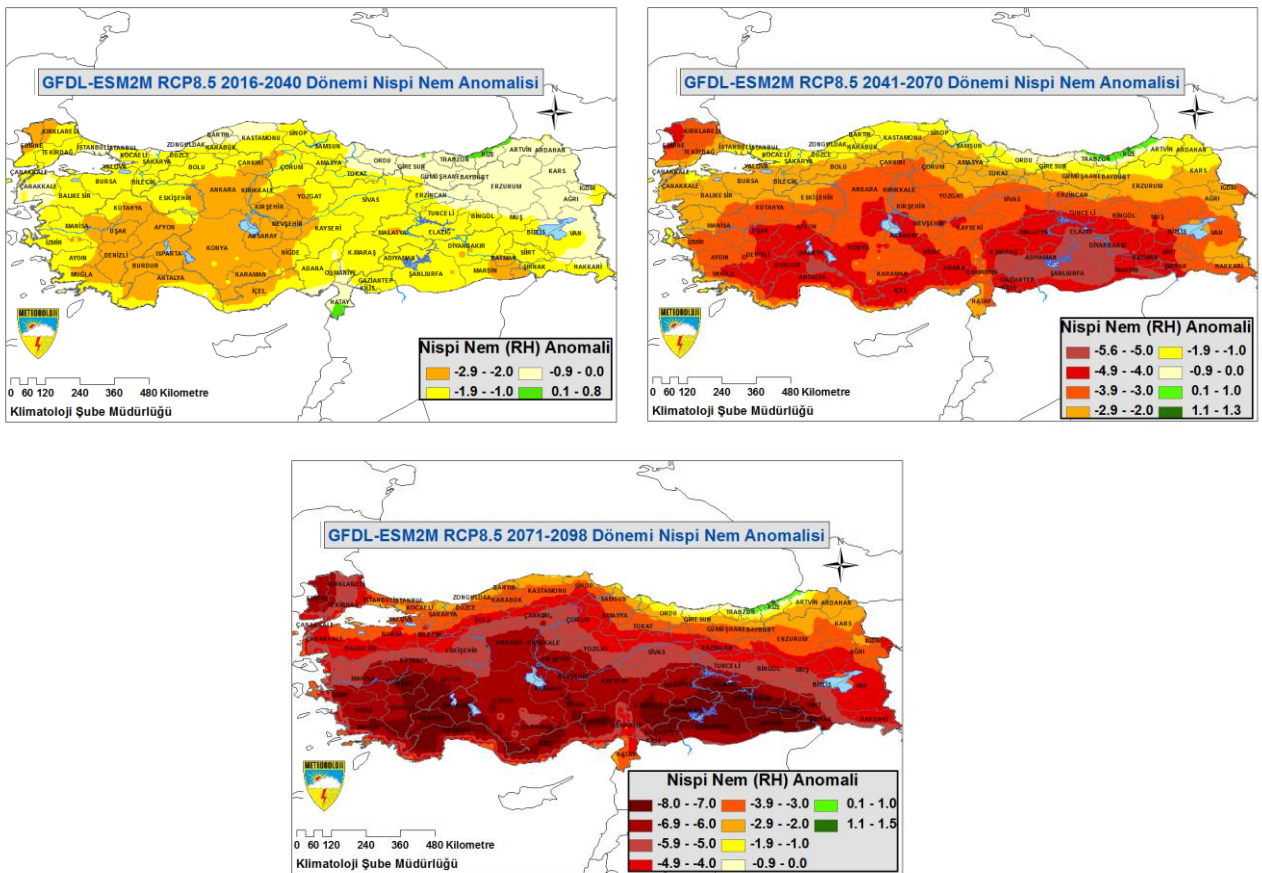
2016-2040 Periyodu: Türkiye'nin büyük bir bölümünde nispi nem ortalamalarında düşüş, ülkenin Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin sınır kesimlerinde hafif artış eğiliminin olması öngörülmektedir. Nispi nem ortalamalarında en fazla düşüş Trakya'da beklenirken Ege ve Akdeniz bölgeleri de diğer hassas bölgelerdir. 2016-2040 dönemi ortalama nispi nem değişiminin -4,2 - +1,2 aralığında olması öngörülmektedir.

2041-2070 Periyodu: Doğu Karadeniz kıyıları dışında kalan tüm yurttaki nispi nem ortalamalarında düşüş öngörülmektedir. Ortalama nispi nem değişiminin -4,9 ile +0,7

aralığında olması beklenmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi nispi nem değişiminde en hassas bölge olarak dikkat çekmektedir.

2071-2098 Periyodu: Karadeniz Bölgesi'nin doğu kesimlerinde 0,1 ile 2,2 aralığında artışlar öngörülmektedir. Türkiye'nin diğer bölgelerinde ise azalışlar beklenmektedir. Azalış miktarının kuzeyden güneye arttığı dikkat çekmektedir. 2071-2098 periyodunda ortalama nispi nem değişiminin -4,3 ile +2,2 aralığında olması öngörülmektedir.

3.2. GFDL-ESM2M MODELİ RCP8.5 SENARYOSU NİSPİ NEM PROJEKSİYONLARI



Şekil 3. GFDL-ESM2M modeli RCP8.5 nispi nem projeksiyonları

GFDL-ESM2M küresel iklim modeli verilerinden RCP8.5 senaryosuna göre RegCM4.3.4 bölgesel iklim modeli dinamik ölçek küçültme yöntemiyle 20 km çözünürlükte nispi nem projeksiyonlarına göre;

2016-2040 Periyodu: Karadeniz Bölgesi'nin doğu kesimlerinde ve Hatay çevrelerinde 0,1 ile 0,8 aralığında artış beklenirken, Türkiye'nin diğer kesimlerinde azalışlar öngörülmektedir.

Azalışların İç Ege ve İç Anadolu Bölgesi'nin batı kesimlerinde daha fazla olması beklenmektedir.

2041-2070 Periyodu: Doğu Karadeniz kıyıları dışında kalan tüm yurttaki azalış eğilimi dikkat çekmektedir. Ortalama nispi nem değişimi bakımından en hassas bölge olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde -5,0 ile -5,6 aralığında azalış öngörülmektedir.

2071-2098 Periyodu: Yüzyılın son çeyreğinde tüm yurt genelinde diğer dönemlere göre daha fazla azalış öngörüsü dikkat çekmektedir. GFDL-ESM2M modeli RCP8.5 senaryosu 2071-2098 dönemi nispi nem projeksiyonlarına göre azalış miktarının -7,0 ile -8,0 aralığına ulaşması öngörülmektedir.

4. SONUÇLAR

Düşük çözünürlükte olan (~220 km) küresel model (GFDL-ESM2M) 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 dönemine göre 2016-2040, 2041-2070, 2071-2098 yılları için nispi nem projeksiyonları üretilmiştir.

Elde edilen projeksiyon sonuçlarına genel olarak baktığımızda, her iki senaryoya (RCP4.5 ve RCP8.5) göre tüm dönem (2016-2098) boyunca ortalama nispi nemde azalış beklenmektedir. 2016-2098 dönemi tamamında Türkiye genelinde, 2016-2098 döneminin tamamında ortalama nispi nemdeki azalışların RCP4.5 senaryosuna göre -1,7, RCP8.5 senaryosuna göre ise -2,8 olması öngörülmektedir.

Nispi nemi en fazla etkileyen parametre ortalama sıcaklıktır. Sıcaklıklardaki artış aynı zamanda su buharı basıncına etki etmekte, bu durum da nispi nem üzerinde değişikliğe sebep olmaktadır. GFDL-ESM2M iklim modeli sıcaklık projeksiyonlarına göre Türkiye genelinde 2016-2098 döneminde RCP4.5 senaryosuna göre ortalama olarak 1,5°C artış beklenirken RCP8.5 senaryosuna göre artış miktarının ortalama olarak 2,5°C'ye ulaşması ön görülmektedir [9]. Ortalama sıcaklıklardaki artışlar ile nispi nemdeki azalışlar birbirini destekler niteliktedir.

Nispi nemin azalması yağış üzerinde negatif etki oluşturmakta ve yağışların azalmasına neden olmaktadır. Nispi nem-yağış ilişkisi de sıcaklık-nem ilişkisinde olduğu gibi yağış projeksiyonları ile örtüşmektedir. GFDL-ESM2M yağış projeksiyonlarına göre RCP4.5

senaryosuna göre periyot boyunca Türkiye genelinde yağışlarda yıllık ortalama olarak 10-15 mm/yıl civarında bir azalış öngörülürken, RCP8.5 senaryosuna göre ise periyot boyunca ortalama 105-110 mm/yıl civarında bir azalış ön görülmektedir [8].

IPCC raporlarında da belirtildiği üzere ülkemiz, iklim değişikliğine karşı en hassas bölgelerden biri olan Doğu Akdeniz havzasında yer almaktadır. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerini en aza indirmek, sektörel bazda iklim değişikliğine uyum ve mücadele faaliyetlerini desteklemek amacıyla “Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği” adlı rapor 2015 yılında yayınlanmıştır. Çalışma kapsamında üretilen projeksiyon verileri iklim değişikliği ile ilgili uyum, önleme ve mücadele konusunda planlama yapan tüm kurum ve kuruluşlar için kaynak sağlamaktadır. Kurum ve kuruluşların geleceğe yönelik çalışmalarında iklim değişikliği projeksiyonları verilerini kullanmaları daha sağlıklı plan ve programlama yapmalarına olanak sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

1. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>
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 Senaryolarla Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği-TR2015-CC” Meteoroloji Genel Müdürlüğü yayını, 149 s., Ankara. url: <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim-degisikligi-projeksiyon2015.pdf>
3. <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-confirms-2016-hottest-year-record-about-11%C2%B0c-above-pre-industrial-era>
4. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2016-iklim-raporu.pdf>
5. Gürkan, H., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Demircan, M., Yazıcı, B., 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.
6. https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/turkiye_iklimi.pdf
7. 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, England. http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf
8. Akçakaya, A., Eskioğlu, O., Atay, H., Demir, Ö. (2013). Yeni Senaryolar İle Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları-TR2013-CC. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayını, 67s., Ankara.
9. Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Eskioğlu, O., Şensoy, S., Yazıcı, B. “GFDL-ESM2M Modeli Temelinde RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Türkiye İçin Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları”, Coğrafi Bilimler Dergisi, 14(2): 77-88. DOI:10.1501/Cogbil_0000000174 <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/33/2149/22251.pdf>