



**T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ
BAKANLIĞI**



**ARAŞTIRMA DAİRESİ BAŞKANLIĞI
KLİMATOLOJİ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN
2016 YILINDA DÜZENLENEN
SEMPOZYUMLARDA SUNDUĞU
MAKALELER**

ANKARA, 2017

T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

ARAŞTIRMA DAİRESİ BAŞKANLIĞI
KLİMATOLOJİ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ’NÜN
2016 YILINDA DÜZENLENEN SEMPOZYUMLARDA
SUNDUĞU MAKALELER

ANKARA, 2017

Önsöz

İklim oldukça geniş bir bölge içinde ve uzun yıllar değişmeyen ortalama hava koşullarıdır. Bir yerin iklimi, temel olarak enlemi, deniz seviyesinden olan yüksekliği ve okyanusa olan mesafesi ile belirlenir. İklimin standart ortalama süresi 30 yıl olmakla birlikte diğer süreler amaca bağlı olarak kullanılabilir. İklim; belirli bir zaman aralığında, belirli bir yer için atmosferin kolektif durumu olarak da tanımlanmaktadır. Kolektif durum istatistik kümelerin bir kısmı temelinde sınıflandırılır. En yaygın istatistik ortalamadır. İklim tanımları atmosfer gözlemleri ile yapılır ve sıcaklık, yağış, basınç, rüzgâr vb. meteorolojik parametrelerin ortalamaları ve uç değerleri ile tanımlanır.

İklim tanımları atmosfer gözlemleri ile yapılır ve sıcaklık, yağış, basınç, rüzgâr vb. meteorolojik parametrelerin ortalama ve aşırı değerleri ile tanımlanır. Dünya'nın var olduğu tarihten günümüze kadar ki yaşam süresi incelendiğinde, Dünya ikliminin onlarca, yüzerce ve binlerce yıllık farklı döngülere sahip olduğu görülmektedir. Bu döngüler ise iklimde soğuma ve ısınma dönemleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Aletli gözlemler, yani meteorolojik ölçümler 1860'lı yıllardan itibaren yapılmaya başlamıştır. Ölçümlerin olmadığı zaman dilimine karşılık gelen iklim bilgileri ise, tarihsel-iklimbilimciler (paleo-klimatolojistler) tarafından vekil veriler kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Vekil veri buz havuçları, ağaç halkası, lösler, sedimentler vb. doğal tarihsel yeryüzü veri kayıtlarıdır. Vekil verilerin güvenilirliği yaklaşık %60 civarındadır.

İklim verileri ulusal meteorolojik miraslardır, şöyle ki: Tahmin ve uyarılar kısa raf ömürlü iken iklim verileri yüz yıllar boyu veya daha uzun süre kalıcıdır. İklim verileri ulusal mirasın bir parçasıdır. Veriler, gelişmiş bilgisayarlar ve algoritmalarla, gelecek yıllarda da hassas detayları ile tekrar tekrar dikkatli bir şekilde gözden geçirilmeye devam edecektir. Birçok yönden, ulusal meteoroloji servisleri gelecek kuşaklara bıraktıkları kayıtların kalitesi ile sorgulanacaklardır.

İklim, Dünya’da atmosferin oluşmasından beri, Dünya’nın şekillenmesinde etkili olmuştur. Sadece Dünya’nın fiziki olarak şekillenmesinde değil aynı zamanda Dünya’nın misafiri olan insan, hayvan ile bitki türlerinin yeryüzündeki dağılımı ve çeşitliliğinde de en önemli role sahiptir. Özellikle insanların giyiminden beslenmesine, yerleşimlerinden tarımına, kültürlerinden ekonomisine ve kırsalından şehirlerine kadar insanın olduğu her sektörde bu etkiyi ve bu etkiye karşı insanların geliştirdiği çözümleri görmek mümkündür.

İklim Değişikliğinin konuşulduğu, ulusal ve uluslararası tedbirlerin, uyum ve önleme çalışmalarının tüm paydaşlar ve hükümetler tarafından dikkatlice izlendiği günümüzde, en önemli konu değişikliğin olup olmadığı ile varsa ne kadar olduğunun belirlenmesi ve izlenmesidir. Doğru bir iklim izleme yapılması, gerek gözlemlere dayalı olarak gelecek iklim şartlarının ne olacağının modellenmesinde, gerekse uyum ve önleme çalışmalarının başarıya ulaşmasında olmazsa olmaz ilk şarttır.

İklim değişikliği, “*nedeni ne olursa olsun iklimin ortalama durumunda veya değişkenliğinde onlarca yıl ya da daha uzun süre boyunca gerçekleşen değişiklikler*” biçiminde tanımlanmaktadır. Dünyamızın bugüne kadarki tarihi boyunca, yaklaşık 4,5 milyarlık bir periyotta iklim sisteminde, milyonlarca yıldan yıllık dönemlere kadar tüm zaman ölçeklerinde doğal etmenler ve süreçlerle birçok değişiklik olmuştur. Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, özellikle buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler yoluyla yalnızca dünya coğrafyasını değiştirmekle kalmamış, ekolojik sistemlerde de kalıcı değişiklikler meydana getirmiştir.

Günümüzde sözü edilen küresel iklim değişikliğine, fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımı değişiklikleri, ormansızlaştırma ve sanayi süreçleri gibi insan etkinlikleriyle atmosfere salınan sera gazı birikimlerindeki hızlı artışa bağlı olarak doğal sera etkisindeki artışın neden olduğu düşünülmektedir. Yeryüzünden geri yansıyan uzun dalga ışınların bir bölümü, bulutlarca ve atmosferdeki sera gazları tarafından (su buharı (H₂O), karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), diazotmonoksit (N₂O), ozon (O₃), vb) soğurulur. Sera etkisi dünya ısı dengesi için gerekli doğal bir mekanizmadır. Fakat insan etkileriyle atmosfere salınan ilave gazlar atmosferi beklenenden daha fazla ısıtır. Sera gazı salımlarındaki bu artış, özellikle

1750’li yıllardan itibaren, yani sanayi devriminden bu yana net olarak gözlemlenmektedir. En önemli sera gazı olan karbondioksitin atmosferdeki birikimi sanayi öncesi dönemde yaklaşık 280 ppm'den (milyonda bir parçacık) 2016 yılında en son verilere (son güncelleme; 5 Ocak 2017; kaynak: www.esrl.noaa.gov/gmd/) göre 402.31 ppm'e yükselmiştir. Sanayi öncesi dönemde yaklaşık 715 ppb (milyarda bir parçacık) olan metan birikimi, 2016 yılında ise 1849.7 ppb'e çıkmıştır.

Buna paralel olarak, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nde (BMİDÇS) iklim değişikliği, ***“karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik”*** biçiminde tanımlanmaktadır.

İklim değişikliği yalnızca iklim bilimi ile uğraşanların değil aynı zamanda iklim değişikliğinden etkilenecek insan ve doğa merkezli tüm paydaşların bir sorunu olarak karşımızda durmaktadır. İnsanlığın karşısında iki seçenek bulunmaktadır. Bu seçenekler; iklim değişikliğini önlemek ya da ortaya çıkacak değişikliklere karşı uyum mekanizmaları geliştirmektir. İklim değişikliği konusunda çözüm için politik ve bilimsel çalışmaların yapıldığı her iki seçenek için de temel soru “Ne kadar?”’dır. Bu sorunun cevabı ise geliştirilen iklim senaryoları ve sayısal iklim modelleri ile verilebilmektedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı’nda faaliyet gösteren Klimatoloji Şube Müdürlüğü, çalışma sahası olan iklim bilimi kapsamında, iklimin dün, bugün ve yarın konularında, hem Türkiye hem de Doğu Akdeniz İklim Merkezi’nin kapsadığı bölge için iklim hizmetleri sunmaktadır. İklimimizin geçmişi konusunda iklim indisleri eğilim çalışmalarını, bugünü için aylık, mevsimlik ve yıllık izleme çalışmalarını ve gelecek için iklim senaryolarının kullanıldığı bölgesel iklim modelleri ile öngörü çalışmalarını yürütmektedir. Ayrıca iklimimize doğrudan etkisi olan ozon tabakası ve UV Radyasyonu için de ölçme, izleme ve değerlendirme çalışmalarını gerçekleştirmektedir.

Klimatoloji Şube Müdürlüğü 2016 yılında;

12 – 15 Nisan 2016 tarihlerinde Antalya’da düzenlenen “13. Ulusal Kültürteknik Kongresi”,

25 – 27 Mayıs 2016 tarihlerinde Isparta’da düzenlenen “XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi”,

29 Mayıs – 3 Haziran tarihlerinde Edirne’de düzenlenen “19. Uluslararası Ayçiçeği Konferansı”,

10 – 14 Ekim 2016 tarihlerinde Antalya’da düzenlenen “9. Avrupa Meteoroloji ve Hidrolojide Radar Konferansına (ERAD2016)”,

13 – 14 Ekim 2016 tarihlerinde Ankara’da “TUCAUM 2016 Uluslararası Coğrafya Sempozyumu”,

24 – 26 Ekim 2016 tarihlerinde İstanbul’da “10. Uluslararası Temiz Enerji Sempozyumu (UTES)”,

8 – 9 Kasım 2016 tarihlerinde Şanlıurfa’da düzenlenen “Uluslararası Katılımlı 2. İklim Değişikliği ve Tarım Etkileşimi Çalıştayı”,

06 – 08 Aralık 2016 tarihlerinde İstanbul’da “Solar Konferans ve Sergisi “SOLAR TR2016”,

Adı sayılan çalışmalarda; Türkiye için tarım ürünleri ve iklim değişikliği, Radar ürünlerinde CBS kullanımı, GNSS verilerinin Radiosonde ve Radar verileri ile karşılaştırılması, sıcaklığın aylık dağılım desenleri, iklim değişikliği ile medya ilişkisi ve güneşlenme enerjisi potansiyeli konularında yapmış olduğu yeni çalışmaları paylaşmışlardır.

Ayrıca, Coğrafi Bilimler Dergisi (Turkish Journal of Geographical Sciences) ve Türkiye Su Bilimi ve Yönetimi Dergisinde (Turkish Journal Of Water Science & Management) iklim değişikliği ve yeni senaryolar ile ilgili makaleleri basılmıştır.

Klimatoloji Şube Müdürlüğü, günümüzde iklimimizin daha iyi anlaşılması için yapmış olduğu çalışmaları bu kitapçıkta toplayarak iklim kullanıcılarının faydasına sunmaktadır.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	ii
Marmara Bölgesi'nde İklim Faktörlerinin ve İklim Değişikliğinin Ayçiçeği (Helianthus annuus L.) Bitkisinin Verimi Üzerine Etkisi	1
İklim Değişikliğinin Ayçiçeği (Helianthus annuus L.) Verimine Olası Etkilerinin İncelenmesi: Marmara Bölgesi Örneği	9
The Effect Of Climate factors On The Yield Of Sunflower And Sunflower Yield Predictions Based On Climate Change Projections: Example Of Marmara Region	19
Analysing of rainfall distribution in Ankara by Remote Sensing and Geographic Information Systems (Poster)	29
Comparison of Water Vapour Estimates in Ankara, Turkey (Poster)	31
GFDL-ESM2M Modeli Temelinde RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Türkiye için Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları	33
Sıcaklıkların Aylık Dağılım Desenleri	48
Gündem Belirleme Modeline Göre Yazılı Basındaki İklim Değişikliği Haber Ve Köşe Yazılarının Analizi	56
İklim Değişikliğinin Enerji Tüketimine Etkisi	66
Modeling Solar Energy Potential in Turkey by using GWR	78
Karaman ve Karapınar'ın İklim Değişikliği Trendi	90
Türkiye için İklim Değişikliği Projeksiyonları	104
Klimatoloji Şube Müdürlüğü'nün çalışmalarına ulaşılacak linkler	108

Marmara Bölgesi'nde İklim Faktörlerinin ve İklim Değişikliğinin Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Bitkisinin Verimi Üzerine Etkisi

Hüdaverdi GÜRKAN¹Meteoroloji Gen. Müd. hgurkan@mgm.gov.tr, Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR¹ Ankara Üniv. Ziraat F., Hüseyin BULUT¹Meteoroloji Gen. Müd., Mesut DEMİRCAN¹ Meteoroloji Gen. Müd., Osman ESKİOĞLU¹ Meteoroloji Gen. Müd., Nilüfer KOÇAK¹Ankara Üniv. Ziraat F.

Özet

Ayçiçeği, Türkiye'de bitkisel yağ sektörünün ham maddesi konumundadır. Üretim, yurtiçi tüketim için bile yeterli düzeyde değildir. Bu nedenle ülkemizde hem üretim alanlarının hem de verimin artırılması için çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu çalışma ayçiçeği verimi ile iklim faktörleri arasındaki ilişkiyi belirlemek ve iklim değişikliklerinin gelecek dönemlerde ayçiçeği verimi üzerindeki olası etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, Marmara Bölgesi'ndeki 10 il değerlendirilmiştir. Materyal olarak; 1985-2014 yıllarına ait ayçiçeği üretim verileri ile meteorolojik gözlem değerleri, 2016-2099 arası dönemi kapsayan HadGEM2-ES küresel modeli ve RCP8.5 senaryosu temelinde oluşturulan 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyonları verileri kullanılmıştır. Kullanılan iklim parametreleri; minimum sıcaklık < -5°C olan gün sayısı, aylık ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık > 35°C olan gün sayısı, aylık ortalama nisbi nem, ortalama nisbi nem > 70 olan gün sayısı, aylık toplam güneşlenme süresi ve aylık toplam yağıştır. Çalışmanın ilk kısmında; gözlem değerleri ve üretim verileri arasında tekli ve çoklu korelasyon analizleri ile en küçük kareler yöntemiyle doğrusal regresyon analizleri yapılmıştır. İkinci kısımda; oluşturulan regresyon denklemleri ile iklim projeksiyonu verileri kullanılarak gelecek dönemler (2016-2040, 2041-2070, 2071-2099) için öngörülen iklim değişikliklerinin yıllık ayçiçeği verimi üzerine olası etkileri ortaya konulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre iklim faktörlerinin verim üzerinde önemli bir belirleyici etmen olduğu belirlenmiştir. Verim tahmini analizlerine göre Marmara bölgesinin ayçiçeği yetiştiriciliği açısından olumsuz etkilenmesi öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği Verimi, HadGEM2-ES, RCP8.5, İklim Değişikliğinin Etkileri.

The Effect Of Climate Factors And Climate Change On The Yield Of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) In Marmara Region

Abstract

Sunflower is the raw material of vegetable oils sector in Turkey. Production is not sufficient even for domestic consumption. Therefore, it is necessary to carry out the projects to increase the yield and production areas. This study was carried out in order to identify the relationship between yield of sunflower and climate factors, also to determine the possible effects of the future climate changes on the sunflower yield. In the study, 10 provinces in the Marmara region were evaluated. Sunflower production values and meteorological data, which belong to years of 1985-2014, climate projections, with 20 km resolution, based on HadGEM2-ES Global Climate Model and RCP8.5 scenario that cover period of 2016-2099 were used as material. Climate parameters used in this study are number of days that minimum temperature below -5°C, monthly average temperature, number of days that maximum temperature above 35°C, monthly average relative humidity, number of days that average relative humidity above % 70, monthly total sunshine duration, monthly total precipitation. Firstly; single and multiple correlation analyses, the least-squares method with linear regression analyses were conducted between observation values and production data. Then, the potential impact of climate changes, that are projected for the future periods (2016-2040, 2041-2070 and 2071-2099), on yield of sunflower have been put forward with using the generated high-rate regression equations and climate projection data. According to the results, it was determined that an important characteristic factor of climate factors on productivity. With reference to the yield prediction analyses, Marmara region will be negatively affected.

Key Words: The Yield of Sunflower, HadGEM2-ES, RCP8.5, The effects of climate change.

13. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Volume: 13, 12-15 Nisan 2016, Antalya, Türkiye

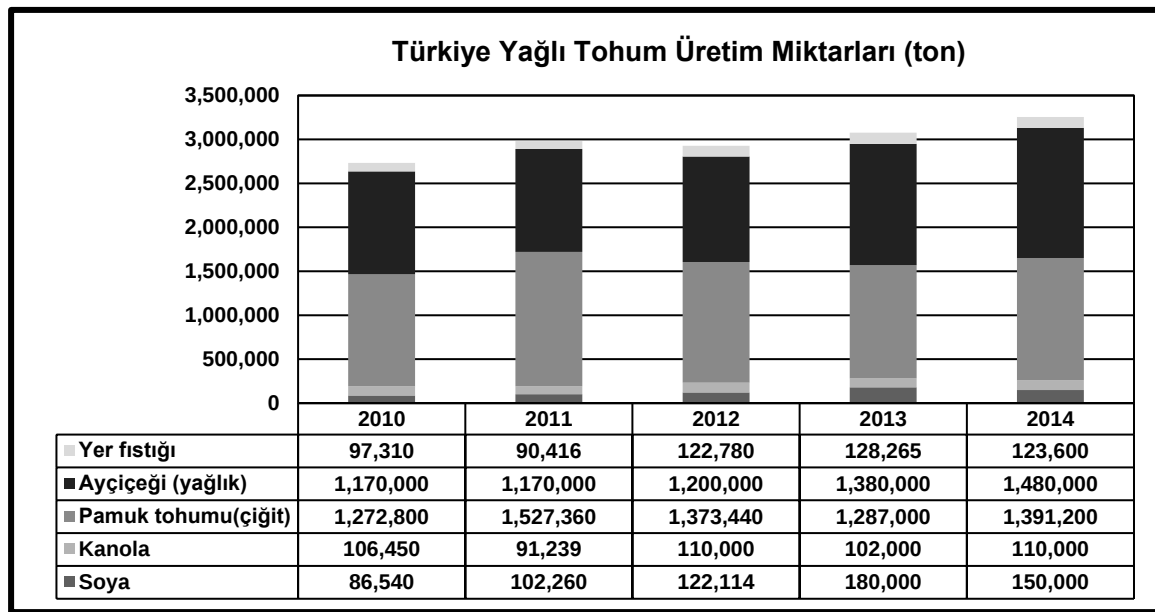
Giriş

İnsan beslenmesinde üç ana grup yer almaktadır. Bunlar yağlar, proteinler ve karbonhidratlardır. Bu üç ana grup içerisinde yağlar insan beslenmesinde önemli bir kalori kaynağını oluşturmaktadır (Hatırlı vd., 2002).

Bitkisel yağ sektörünün ham maddesi olan yağlı tohumlar aynı zamanda birçok farklı sektörün de hammaddesi konumundadır. Oldukça yüksek protein içeriğine sahip olan yağlı tohum küspeleri hayvan beslenmesinde de tercih edilmektedir (İlkdoğan 2008). Bitkisel yağlar, gıda, enerji ve kimyasal sektörde yoğun olarak kullanılan stratejik ürünlerdir (Taşkaya Top ve Uçum 2012).

Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği raporlarına göre 2014 yılında dünya yağlı tohum üretiminde soya, kanola ve çiğitten sonra dördüncü sırada yer alan ayçiçeği ülkemizde ise ilk sırada yer almaktadır (BYSD, 2015).

Yağlık ayçiçeği tarımı ülkemizde yoğun olarak Trakya bölgesinde yapılmaktadır. Ayrıca Orta Karadeniz, Kıyı Ege, Çukurova ve son yıllarda İç Anadolu Bölgesi'ndeki ekim alanlarında ciddi bir artış söz konusudur.



Şekil 1. Türkiye yağlı tohum üretim miktarları (TÜİK, 2015)

Ülkemizde, 2014 yılı verilerine göre en fazla üretimi yapılan ilk beş bitki sırası ile ayçiçeği (yağlık), pamuk tohumu(çiğit), soya, yer fıstığı ve kanola şeklindedir. 2010 yılında yaklaşık 2.7 milyon ton olan beş yağlı tohumun üretim miktarı 2014 yılında 2010'a göre yaklaşık %19'luk artışla 3.25 milyon ton düzeyine ulaşmıştır. TÜİK verilerine göre 2010-2014 döneminde ayçiçeği (yağlık) üretimindeki artış oranı ise yaklaşık % 26.4 olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2015). Aynı dönemde dünya geneli ayçiçeği üretimindeki % 20.3 olan artış oranı göz önüne alındığında ülkemizdeki artış oranının daha fazla olduğu dikkat çekmektedir.

BYSD tarafından yayınlanan USDA kaynaklarından alınan verilere göre dünya bitkisel ham yağ üretimi 176 milyon ton düzeyindedir (BSYD, 2015). Üretim içerisindeki en büyük pay palm yağında iken ayçiçek yağı sıralamada dördüncü olarak yer almaktadır. 2010-2014 yılları içerisinde ham ayçiçek yağı üretimi 12 milyon tondan 15 milyon tona çıkmıştır.

Türkiye'de bitkisel ham yağ üretimi artan tüketimi dengeleyebilmek için sürekli bir artış eğiliminde olmasına rağmen henüz iç talebi karşılayabilecek düzeyde bile değildir. Ülkemizde bitkisel ham yağ sektörünün en önemli ham madde ihtiyacı yağlık ayçiçeği üretiminden karşılanmaktadır. Fakat ülke içi tüketim ve dış ticaretteki ihracat nedeniyle ülkemizde ciddi bir bitkisel yağ açığı bulunmaktadır. Bu açık her yıl farklı ülkelerden yapılan ithalat ile karşılanmaya çalışılmaktadır (BSYD, 2015).

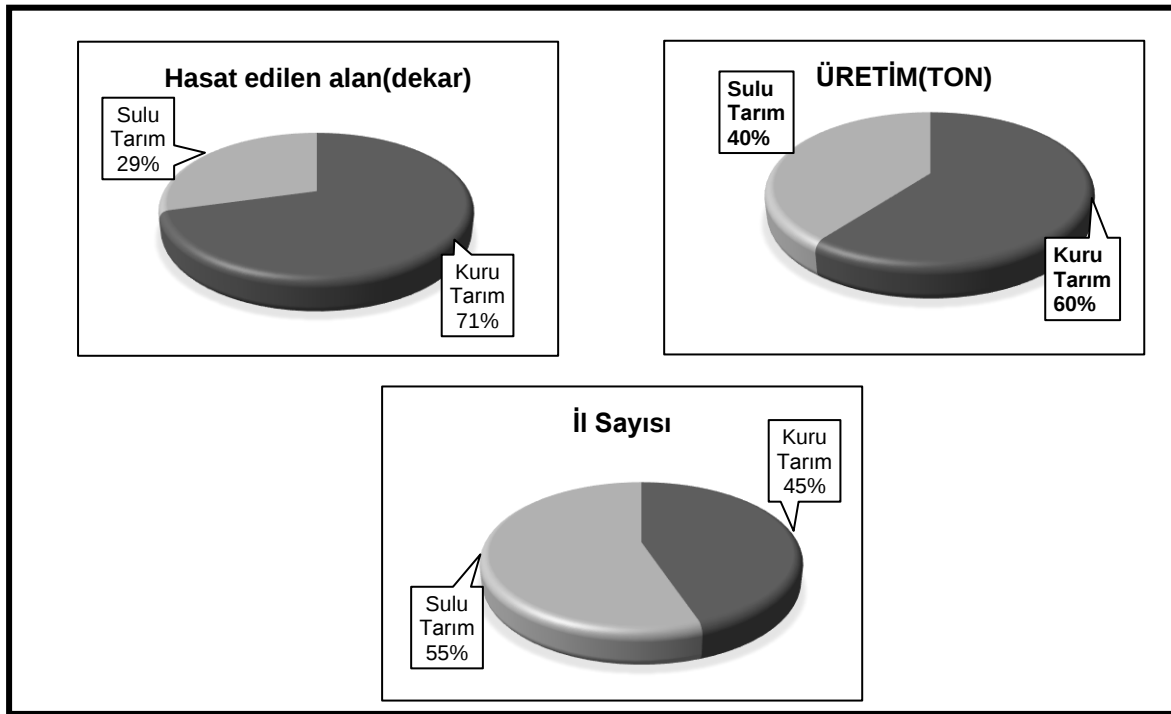
TÜİK kaynaklarına göre son 10 yıl içerisinde yağlık ayçiçeği ekilen alanlarda yaklaşık % 12.7 üretim miktarında % 71.1 ve veriminde ise yaklaşık % 52 artış sağlanmıştır. Buna rağmen bu artış yurt içi ve yurt dışı talebi karşılayabilecek düzeyde değildir.

13. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Volume: 13, 12-15 Nisan 2016, Antalya, Türkiye

Çizelge 1. Türkiye yağlık ay ı eği üretim verileri (T  K,2015)

Yıl	Ekilen alan(dekar)	�retim(ton)	Verim(kg/da)
2005	4,900,000	865,000	177
2006	5,100,000	1,010,000	198
2007	4,857,000	770,000	159
2008	5,100,000	900,387	177
2009	5,150,000	960,300	186
2010	5,514,000	1,170,000	212
2011	5,560,000	1,170,000	210
2012	5,046,160	1,200,000	238
2013	5,202,600	1,380,000	265
2014	5,524,651	1,480,000	269

Ay ı eği  lkemizin çeşitli bölgelerinde geniş bir doğal yetişme alanına sahiptir. Ülkemizde yağlık ve  erezlik olmak üzere iki farklı amaçla tarımı yapılan ay ı eği en fazla yağlık amaçla yetiştirilmektedir. Yağlık ay ı eği tarımı ülkemizde yoğun olarak Trakya bölgesinde yapılmaktadır. Ülkemizde yağlık ay ı eği tarımı yoğun olarak kuru tarım şeklinde yapılmaktadır. Sulama imkanlarının olduğu yörelerde verimde ciddi artışlar sağlanabilmektedir.



şekil 2. 2014 yılı Türkiye yağlık ay ı eği kuru-sulu tarım karşılaştırması (T  K, 2015).

Geniş coğrafyalarda yetiştirilme olanaklarına sahip ve değişik iklim koşullarına uyum sağlayabilen ay ı eği de tüm bitkilerde olduğu gibi değişen iklim şartlarından etkilenir. Günümüzde özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren iklim değişiklikleri önemli bir gündem maddesi haline gelmiştir. İlim değişikliğinin en önemli göstergesi, meteorolojik olarak küresel ölçekte düzenli ölçümlerin yapılmaya başladığı 1850'den günümüze artış gösteren küresel ortalama sıcaklıklardır.

13. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Volume: 13, 12-15 Nisan 2016, Antalya, Türkiye

WMO kaynaklarına göre 2014 yılı küresel sıcaklık ortalaması, 1961-1990 dönemi küresel sıcaklık ortalaması olan 14.0°C'nin 0.57°C üzerinde gerçekleşerek 1850'den günümüze kadarki en sıcak yıl olarak rekor kırmıştır (WMO, 2015).

MGM'nin "2014 Yılı İklim Değerlendirmesi" raporuna göre Türkiye geneli ortalama sıcaklığı 1994'den günümüze 21 yılda sadece iki yıl (1997,2011) 1981-2010 dönemi ortalama sıcaklığı olan 13.5°C'nin altında gerçekleşmiştir. 2010 yılı ortalama sıcaklığı 15.5 °C ile Türkiye'nin en sıcak yılı olarak rekor kırmıştır. 2014 yılı da en sıcak ikinci yıl olarak kaydedilmiştir (MGM, 2015a).

MGM bünyesinde, 2011 yılında "Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği" adlı ülkemiz ve bölgesi için uzun vadeli, yüksek çözünürlüklü (20 km) bölgesel iklim projeksiyonları geliştirme çalışmalarına başlanmış ve 2015 yılında çalışmanın sonuçları elde edilmiştir. MGM'nin çalışmasında yer alan üç modelden biri olan HadGEM2-ES küresel model verileri ile RCP8.5 senaryosu temelinde RegCM4.3.4. bölgesel iklim modeli kullanılarak elde edilen 20 km çözünürlüklü projeksiyon sonuçlarına göre;

- Türkiye geneli ortalama sıcaklıkların 2016-2099 periyodunda 0.9-7.1°C ve ortalama olarak da 3.6°C artması öngörülmektedir.
- Yağış miktarlarında RCP8.5 senaryosuna göre 2035 yılına kadar pozitif anomaliler beklenirken daha sonraki dönemlerde azalışlar öngörülmektedir (Akçakaya vd., 2015).

Ülkemizin yağlı tohumlu bitkilerdeki temel stratejisi ithalatı mümkün olduğunca azaltarak gereksinim duyulan yağlı tohumu üretmek ve kendine yeter bir duruma gelmektir (Kolsarıcı vd., 2015). Bu çalışma ile ülkemiz tarım ve ekonomisi açısından günümüzde olduğu gibi gelecekte de önemi artarak devam edecek olan ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tarımında verim ve iklim faktörleri arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek, iklim değişikliklerinin yağlık ayçiçeği verimi üzerine olası etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Ayçiçeği üretim verileri

Çalışmada ayçiçeği üretiminin yoğun olarak yapıldığı Marmara Bölgesi'ndeki 10 ile ait Türkiye İstatistik Kurumu'na ait istatistik verileri (TÜİK, 2015) ele alınmıştır. Ele alınan 10 il: Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya ve Tekirdağ'dır. İklim faktörleri-verim arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde ortaya koyabilmek amacıyla 1985-2014 yılları arası (30 yıllık dönem) ele alınarak analizler yapılmıştır.

Meteorolojik parametreler

WMO tarafından bir yerin iklim özelliklerinden bahsetmek için geçmişe dönük 30 yıllık bir süreyi kapsayan bir dönemin iklimsel özelliklerini ele almak gerektiği kabul görmüştür. Bu nedenle bitki verimi üzerine meteorolojik parametrelerin etkisini en iyi şekilde ortaya koyabilmek amacıyla 30 yıllık meteorolojik parametreler tercih edilmiştir.

Çalışmada ayçiçeği iklim istekleri dikkate alınarak verim üzerinde etkisi olduğu düşünülen parametreler seçilmiştir. Seçilen parametreler il bazlı ayçiçeği vejetasyon dönemi verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv ve Yönetim Sisteminden (TUMAS) temin edilmiştir (MGM, 2015b). Verim-iklim faktörleri arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek amacıyla;

- Günlük Minimum Sıcaklık < -5°C olan gün sayısı
- Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)
- Günlük Maksimum Sıcaklık > 35°C olan gün sayısı
- Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)
- Günlük Ortalama Nisbi Nem (%) > 70 olan gün sayısı
- Aylık Toplam Güneşlenme Süresi (saat)
- Aylık Toplam Yağış (mm) parametreleri kullanılmıştır.

HadGEM2-ES küresel iklim modeli projeksiyon verileri

Gelecekte görülmesi muhtemel iklimin tahmin edilmesinde en önemli çalışma iklimin modellenmesidir (Demircan vd., 2014). Günümüzde etkilerini iyice hissettiren iklim değişiklikleri nedeniyle gelecek dönemlerde meydana gelebilecek iklim değişikliklerini ortaya koyabilmek amacıyla iklim modellemeleri çalışmaları yapılmaktadır. Ülkemizde de Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) bünyesinde iklim modellemeleri çalışması yapılmış olup nihai sonuçlar 2015 yılında paylaşılmıştır. Bu çalışmada, MGM tarafından yapılan "Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği TR2015-CC" (Akçakaya vd., 2015) adlı raporda kullanılan HadGEM2-ES küresel modeli verileri ve RCP8.5 senaryosu temelinde Türkiye ve bölgesi için oluşturulan 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyonları sonuçlarına ait seçilmiş olan meteorolojik parametrelerin verileri kullanılmıştır. MGM kaynaklarına göre; HadGEM2-ES, İngiltere Meteoroloji Servisi'ne (Met Office) bağlı bir araştırma kuruluşu olan Hadley Merkezi tarafından geliştirilen 2. nesil küresel bir modeldir (MGM, 2013).

Yöntem

Korelasyon analizi

Çalışmanın ilk kısmında 1985 - 2014 yılları arasındaki gerçekleşmiş meteorolojik parametreler ile bu yıllar arasındaki ayçiçeği verim değerleri arasındaki ilişki çoklu korelasyon analizi yöntemiyle ortaya konulmuştur.

Çoklu Korelasyon Katsayısı Formülü:

$$R_{Y.X_1X_2} = \sqrt{\frac{r_{YX_1}^2 + r_{YX_2}^2 - 2r_{YX_1} \cdot r_{YX_2} \cdot r_{X_1X_2}}{1 - r_{X_1X_2}^2}}$$

r : Korelasyon Katsayısı

X : Bağımsız Değişken

Y : Bağımlı Değişken

Regresyon analizi

Çalışmanın ikinci kısmında öncelikle, En Küçük Kareler Yöntemi (EKKY) ile 10 ilin 1985 – 2014 yılları ayçiçeği verimi değerleri ve seçilen yedi iklim parametresi kullanılarak il bazlı regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Oluşturulan regresyon denklemleri yardımıyla, HadGEM2-ES küresel iklim modeli verileri kullanılarak RegCM4.3.4. bölgesel iklim modeliyle RCP8.5 senaryosuna göre elde edilmiş olan 20 km çözünürlüklü, 2016 - 2099 yılları arası iklim projeksiyonuna ait, seçilmiş olan yedi meteorolojik parametrede oluşması öngörülen değişikliklerin yıllık ayçiçeği veriminde neden olabileceği olası değişiklikler ortaya konulmuştur.

Çalışmada EKKY ile oluşturulan regresyon analizi denklemi şu şekildedir:

$$y = As + Bp + Ch + Dk + Et + Fm + Gv + H$$

Bağımlı Değişken;

y = Verim

Bağımsız Değişkenler;

s = Toplam Güneşlenme Süresi (saat)

p = Toplam Yağış (mm)

h = Ortalama Nisbi Nem (%)

k = Günlük Ortalama Nisbi Nem (%) > 70 olan gün sayısı

t = Ortalama Sıcaklık (°C)

m = Günlük Maksimum Sıcaklık > 35°C olan gün sayısı

v = Günlük Minimum Sıcaklık < -5°C olan gün sayısı

A, B, C, D, E, F, G, H = Katsayılar

İl bazlı olarak oluşturulan, doğrusal çoklu regresyon denklemlerindeki katsayılar, EKKY yöntemiyle elde edilen aşağıdaki matrislerin çözülmesiyle elde edilmiştir.

$$Z \cdot X = W$$

$$Z^{-1} \cdot W = X \quad X \text{ matrisi : Katsayılar}$$

13. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Volume: 13, 12-15 Nisan 2016, Antalya, Türkiye

 izelge 2. EKKY y nteminde kullanılan parametre matrisleri

Z matrisi								W matrisi	X matrisi
$\sum s_i^2$	$\sum p_i s_i$	$\sum h_i s_i$	$\sum k_i s_i$	$\sum t_i s_i$	$\sum m_i s_i$	$\sum v_i s_i$	$\sum s_i$	$\sum s_{iy}$	A
$\sum s_i p_i$	$\sum p_i^2$	$\sum h_i p_i$	$\sum k_i p_i$	$\sum t_i p_i$	$\sum m_i p_i$	$\sum v_i p_i$	$\sum p_i$	$\sum p_i$	B
$\sum s_i h_i$	$\sum p_i h_i$	$\sum h_i^2$	$\sum k_i h_i$	$\sum t_i h_i$	$\sum m_i h_i$	$\sum v_i h_i$	$\sum h_i$	$\sum h_i$	C
$\sum s_i k_i$	$\sum p_i k_i$	$\sum h_i k_i$	$\sum k_i^2$	$\sum t_i k_i$	$\sum m_i k_i$	$\sum v_i k_i$	$\sum k_i$	$\sum k_i$	D
$\sum s_i t_i$	$\sum p_i t_i$	$\sum h_i t_i$	$\sum k_i t_i$	$\sum t_i^2$	$\sum m_i t_i$	$\sum v_i t_i$	$\sum t_i$	$\sum t_i$	E
$\sum s_i m_i$	$\sum p_i m_i$	$\sum h_i m_i$	$\sum k_i m_i$	$\sum t_i m_i$	$\sum m_i^2$	$\sum v_i m_i$	$\sum m_i$	$\sum m_i$	F
$\sum s_i v_i$	$\sum p_i v_i$	$\sum h_i v_i$	$\sum k_i v_i$	$\sum t_i v_i$	$\sum m_i v_i$	$\sum v_i^2$	$\sum v_i$	$\sum v_i$	G
$\sum s_i$	$\sum p_i$	$\sum h_i$	$\sum k_i$	$\sum t_i$	$\sum m_i$	$\sum v_i$	n^*	$\sum v_i$	H

* Meteorolojik parametrelerin kullanıldığı yıl sayısı.

Bulgular ve Tartışma

İklim parametrelerinin yağlık ayçiçeği verimi üzerine etkilerini belirlemek ve günümüzde de etkisini hissettirmeye başlayan iklim değişikliklerinin gelecek dönemlerde (2016-2040, 2041-2070, 2071-2099) verim üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan bu araştırma Türkiye'de yağlık ayçiçeği tarımının yoğun olarak yapıldığı Marmara Bölgesi'ndeki 10 il geneli için yapılmıştır.

Araştırmanın ilk kısmında verim üzerinde meteorolojik parametrelerin tek başına değil de bir bütün olarak etkilemesi nedeniyle verim-parametreler arası çoklu korelasyon analizleri yapılmıştır. Yapılan  oklu korelasyon analizi sonuçlarına göre verim-meteorolojik parametreler arasında en yüksek ilişki 0.62 ile Bilecik, en düşük ilişki ise 0.36 ile Sakarya ilinde tespit edilmiştir.

İkinci kısımda regresyon analizi yöntemiyle değişkenler arasında ilişkinin niteliğini saptamak amaçlanmıştır. İklim faktörleri ile verim arasında en küçük kareler yöntemiyle (EKKY) yapılan çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre verimi en yüksek oranda tahmin edilebilen il 0.80'lik oranla Kırklareli en düşük çıkan il ise 0.60 ile Sakarya'dır. Regresyon analizi sonuçlarının genel olarak oldukça yüksek oranlarda olması iklim faktörleri-verim arasındaki ilişkinin modellenebilir ve denkleme dönüştürülebilir olduğunun göstergesidir.

Çizelge 3. İl bazlı çoklu korelasyon ve çoklu regresyon analizleri

İller	�oklu Korelasyon	�oklu Regresyon
Balıkesir	0.55	0.74
Bilecik	0.62	0.79
Bursa	0.49	0.70
�anakkale	0.56	0.75
Edirne	0.55	0.74
İstanbul	0.39	0.62
Kırklareli	0.65	0.80
Kocaeli	0.38	0.62
Sakarya	0.36	0.60
Tekirdağ	0.51	0.65

Araştırmanın son kısmında il bazlı olarak oluşturulan regresyon denklemleri ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün "Yeni Senaryolarla Türkiye İklim projeksiyonları ve İklim Değişikliği (TR2015-CC)" adlı

13. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Volume: 13, 12-15 Nisan 2016, Antalya, Türkiye

çalışmasına ait HadGEM2-ES küresel iklim modeli ve RCP8.5 senaryosu temelinde oluşturulan 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyon verileri kullanılarak 2016-2040, 2041-2070, 2071-2099 dönemlerinde ayçiçeği veriminde meydana gelebilecek olası verim değişiklikleri ortaya koyulmuştur.

Çizelge 4. İl bazlı ayçiçeği verim öngörülleri

AYÇİÇEĞİ (YAĞLIK) VERİM ÖNGÖRÜLERİ				
İller	Referans Dönem Verimi (kg/da)	Gelecek Dönemler Verim Değişimi (%)		
	1985-2014	2016-2040	2041-2070	2071-2099
Balıkesir	111	15	-5	-28
Bilecik	107	15	19	-41
Bursa	147	-24	-14	-23
Çanakkale	171	-22	-9	19
Edirne	170	26	55	85
İstanbul	171	53	32	-33
Kırklareli	164	0	6	26
Kocaeli	129	-16	-9	-7
Sakarya	136	-21	9	31
Tekirdağ	179	-26	-41	-51

Sonuç

İklim faktörleri ve verim arasında oldukça yüksek oranda ilişki bulunmaktadır. İklimi oluşturan etmenler, tek tek belirleyici unsur olmaması nedeniyle iklim faktörleri-verim arasında tekli ilişki analizi çok anlamlı olmamaktadır. Bu nedenle iklim faktörleri-verim arasındaki ilişki düzeyi çoklu korelasyon analizleri ile daha sağlıklı bir şekilde belirlenebilmektedir.

Marmara Bölgesi'nde; ele alınan 10 ilin değerlendirme sonuçlarına göre; bölge genelinin gelecek dönemlerde iklim değişikliklerinden olumsuz etkilenmesi ve buna bağlı olarak da ortalama ayçiçeği verimlerinde azalışların olması öngörülmektedir. Bölge genelindeki ayçiçeği bitkisi vejetasyon döneminde maksimum sıcaklık > 35°C olan gün sayılarındaki artışların bitki tozlanma dönemini olumsuz etkileyerek verim üzerinde negatif etkiye sebep olması öngörülmektedir.

Dönemsel olarak yapılan verim tahmin analizi sonuçlarıyla 1985-2014 dönemi ortalama verim değerleri kıyaslandığında;

Marmara Bölgesi'nde; ele alınan 10 ilin değerlendirme sonuçlarına göre;

- 2016-2040 döneminde 4 ilde artış, 5 ilde azalış ve 1 ilde herhangi bir değişiklik olmayacağı,
- 2041-2070 döneminde 5 ilde artış, 5 ilde azalış,
- 2071-2099 döneminde ise 4 ilde artış, 6 ilde azalış olması öngörülmektedir.

Bölge içerisinde Edirne ili gelecek dönemlerdeki muhtemel iklim değişikliklerinden en olumlu etkilenecek il, Tekirdağ'ın ise iklim değişikliklerinden en olumsuz etkilenecek il olması öngörülmektedir.

Sonuç olarak, iklim faktörlerinin ayçiçeği verimi üzerinde tek belirleyici unsur olmamakla birlikte verim üzerinde önemli etkileri olduğu ortaya koyulmuştur. Yapılan analiz sonuçlarına göre; ayçiçeği verimi üzerinde özellikle sıcaklık ve nem parametrelerinin ciddi etkiye sahip olduğu sonucu çıkarılmaktadır.

HadGEM2-ES küresel modeli ve RCP8.5 senaryosu temelinde elde edilen 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyonları verileri kullanarak yapılan verim tahminlerine göre; ayçiçeği tarımı yapılan bölgeler gelecek dönemlerde yaşanması muhtemel iklim değişikliklerinden etkilenecektir.

Yapılan bu araştırma sonuçları, ayçiçeği verimini etkileyen tüm unsurlar ele alınarak yapılabilecek olan ilişki belirleme çalışmalarında altlık olarak kullanılabileceği gibi, meteorolojik tahminler temelinde yıl bazlı verim tahmin beklentilerinin belirlenmesinde de kullanılabilir. Ayrıca bölgesel tabanda veya ülke genelinde gelecek dönemlerdeki ürün planlamalarında, teşvik edilecek bölgelerin belirlenmesinde yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- 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. ve Çukurçayır, F. 2015. Yeni Senaryolarla Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği-TR2015-CC. Meteoroloji Genel Müdürlüğü yayını, 149 s., Ankara.
- BYSD 2015. Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği Türkiye İstatistikleri. <http://www.bysd.org.tr/> Erişim tarihi:20.07.2015.
- Demircan, M., Demir Ö., Atay, H., Eskioğlu O., Yazıcı, B., Gürkan, H., Tuvan, A., ve Akçakaya, A. 2014. Türkiye'de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları. TÜCAUM - VIII. Coğrafya Sempozyumu, 23-24 Ekim, Ankara.
- Hatırlı, S.A., Demircan, V., Aktaş, A.R. 2002. Ayçiçek ve Soya Yağı İthalat Talebinin Analizi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2), 71-79.
- İlkdoğan, U. 2008. Dünya ve Avrupa Birliği'nde Yağlı Tohum Ticaretinde Gelişmeler Türkiye Bağlamında Değerlendirme. AB Uzmanlık Tezi, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, 128, Ankara.
- Kolsarıcı, Ö., Kaya, M.D., Göksoy, A.T., Arıoğlu, H., Kulan, E.G., Day, S. 2015. Yağlı Tohum Üretiminde Yeni Arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, Ankara, s:401-425.
- MGM 2013. Yeni Senaryolar İle Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları, TR2013-CC. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 67s.
- MGM 2015a. 2014 Yılı İklim Değerlendirmesi. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2014-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf>. Erişim tarihi: 20.07.2015.
- MGM 2015b. Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv ve Yönetim Sistemi(TÜMAS). <http://tumas.mgm.gov.tr/wps/portal/> Erişim tarihi: 15.07.2015.
- TÜİK 2015. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> Erişim tarihi: 15.07.2015
- WMO 2015. Warming Trend Continues in 2014. <https://www.wmo.int/media/content/warming-trend-continues-2014>. Erişim tarihi: 25.07.2015.
- Taşkaya Top, B., Uçum, İ. 2012. Türkiye'de Bitkisel Yağ Açığı. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. TEPGE Yayınları.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN AYÇİÇEĞİ (*Helianthus annuus* L.) VERİMİNE OLASI ETKİLERİNİN İNCELENMESİ: MARMARA BÖLGESİ ÖRNEĞİ

Hüdaverdi GÜRKAN¹
hgurkan@mgm.gov.tr

Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR²
nbayrak@agri.ankara.edu.tr

Hüseyin BULUT¹
hbulut@mgm.gov.tr

Nilüfer KOÇAK²
nkocak@ankara.edu.tr

Osman ESKİOĞLU¹
oeskioglu@mgm.gov.tr¹

Mesut DEMİRCAN¹
mdemircan@mgm.gov.tr

¹ Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü

² Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

ÖZET

Ayçiçeği, Türkiye’de bitkisel yağ sektörünün ham maddesi konumundadır. Üretim, yurtiçi tüketim için bile yeterli düzeyde değildir. Bu nedenle ülkemizde hem üretim alanlarının hem de verimin artırılması için çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu çalışma ayçiçeği verimi ile iklim faktörleri arasındaki ilişkiyi belirlemek ve iklim değişikliklerinin gelecek dönemlerde ayçiçeği verimi üzerindeki olası etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, Marmara Bölgesi’ndeki 10 il değerlendirilmiştir. Materyal olarak; 1985-2014 yıllarına ait ayçiçeği üretim verileri ile meteorolojik gözlem değerleri, 2016-2099 arası dönemi kapsayan HadGEM2-ES küresel modeli ve RCP8.5 senaryosu temelinde oluşturulan 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyonları verileri kullanılmıştır. Kullanılan iklim parametreleri; minimum sıcaklık < -5°C olan gün sayısı, aylık ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık > 35°C olan gün sayısı, aylık ortalama nisbi nem, ortalama nisbi nem > 70 olan gün sayısı, aylık toplam güneşlenme süresi ve aylık toplam yağıştır. Çalışmanın ilk kısmında; gözlem değerleri ve üretim verileri arasında tekli ve çoklu korelasyon analizleri ile en küçük kareler yöntemiyle doğrusal regresyon analizleri yapılmıştır. İkinci kısımda; oluşturulan regresyon denklemleri ile iklim projeksiyonu verileri kullanılarak gelecek dönemler (2016-2040, 2041-2070, 2071-2099) için öngörülen iklim değişikliklerinin yıllık ayçiçeği verimi üzerine olası etkileri ortaya konulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre iklim faktörlerinin verim üzerinde önemli bir belirleyici etmen olduğu belirlenmiştir. Verim tahmini analizlerine göre Marmara bölgesinin ayçiçeği yetiştiriciliği açısından olumsuz etkilenmesi öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği Verimi, HadGEM2-ES, RCP8.5, İklim Değişikliğinin Etkileri.

ANALYZING OF THE POTENTIAL IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON YIELD OF SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L.): EXAMPLE OF MARMARA REGION

Hüdaverdi GÜRKAN¹
hgurkan@mgm.gov.tr

Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR²
nbayrak@agri.ankara.edu.tr

Hüseyin BULUT¹
hbulut@mgm.gov.tr

Nilüfer KOÇAK²
nkocak@ankara.edu.tr

Osman ESKİOĞLU¹
oeskioglu@mgm.gov.tr¹

Mesut DEMİRCAN¹
mdemircan@mgm.gov.tr

¹ Ministry of Forestry and Water Affairs, Turkish State Meteorological Service

² Ankara University, Faculty of Agriculture, Agronomy Division

ABSTRACT

Sunflower, is the raw material of vegetable oils sector in Turkey. Production is not sufficient even for domestic consumption. Therefore, it is necessary to carry out the projects to increase the yield and production areas. This study, was carried out in order to determine the possible effects of the future climate changes on the sunflower yield. In the study, 10 provinces in the Marmara region were evaluated. Sunflower production values and meteorological data, which belong to years of 1985-2014, climate projections, with 20 km resolution, based on HadGEM2-ES Global Climate Model and RCP8.5 scenario that cover period of 2016-2099 were used as material. Climate parameters used in this study are number of days that minimum temperature below -5°C, monthly average temperature, number of days that maximum temperature above 35°C, monthly average relative humidity, number of days that average relative humidity above % 70, monthly total sunshine duration, monthly total precipitation. The potential impact of climate changes, that are projected for the future periods (2016-2040, 2041-2070 and 2071-2099), on yield of sunflower have been put forward with using the generated high-rate regression equations and climate projection data. According to the results, it was determined that an important characteristic factor of climate factors on productivity. With reference to the yield prediction analyses, Marmara region will be negatively affected.

Key Words: The Yield Of Sunflower, HadGEM2-ES, RCP8.5, The effects of climate change.

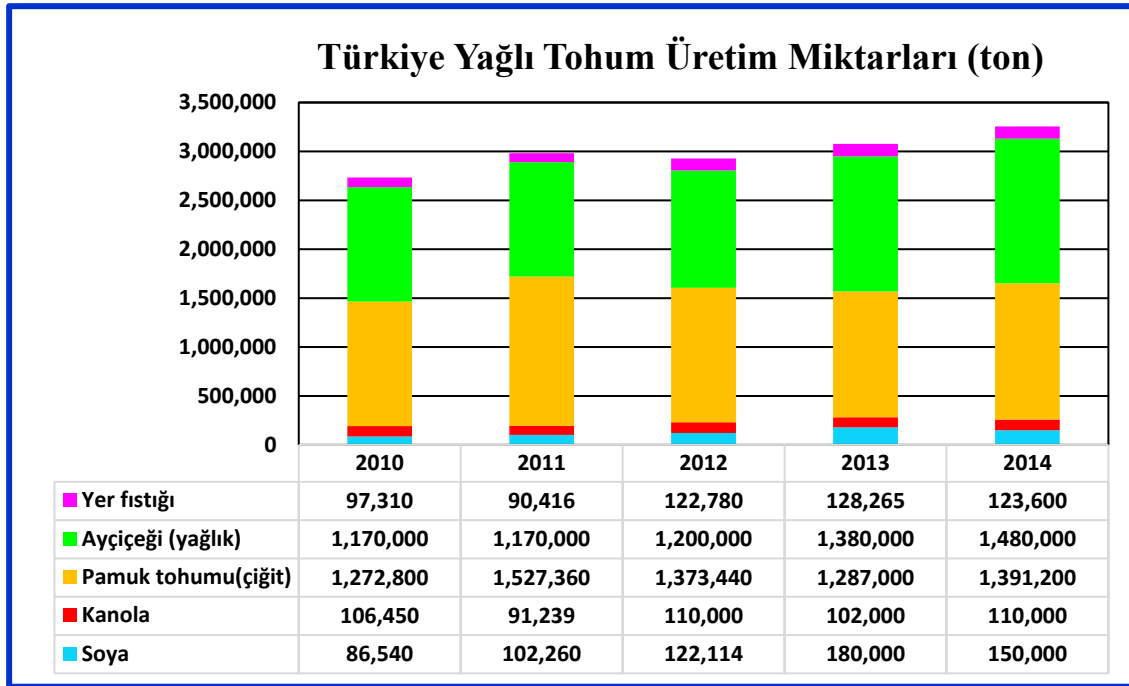
1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde üç ana grup yer almaktadır. Bunlar yağlar, proteinler ve karbonhidratlardır. Bu üç ana grup içerisinde yağlar insan beslenmesinde önemli bir kalori kaynağını oluşturmaktadır (Hatırlı ve ark., 2002).

Bitkisel yağ sektörünün ham maddesi olan yağlı tohumlar aynı zamanda birçok farklı sektörün de hammaddesi konumundadır. Oldukça yüksek protein içeriğine sahip olan yağlı tohum küspeleri hayvan beslenmesinde de tercih edilmektedir (İlkdoğan 2008). Bitkisel yağlar, gıda, enerji ve kimyasal sektörde yoğun olarak kullanılan stratejik ürünlerdir (Taşkaya Top ve Uçum 2012).

Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği raporlarına göre 2014 yılında dünya yağlı tohum üretiminde soya, kanola ve çığitten sonra dördüncü sırada yer alan ayçiçeği ülkemizde ise ilk sırada yer almaktadır (BYSD, 2015).

Yağlık ayçiçeği tarımı ülkemizde yoğun olarak Trakya bölgesinde yapılmaktadır. Ayrıca Orta Karadeniz, Kıyı Ege, Çukurova ve son yıllarda İç Anadolu Bölgesi'ndeki ekim alanlarında ciddi bir artış söz konusudur.



Şekil 1. Türkiye yağlı tohum üretim miktarları (TÜİK, 2015)

Ülkemizde, 2014 yılı verilerine göre en fazla üretimi yapılan ilk beş bitki sırası ile ayçiçeği (yağlık), pamuk tohumu(çığit), soya, yer fıstığı ve kanola şeklindedir. 2010 yılında yaklaşık 2.7 milyon ton olan beş yağlı tohumun üretim miktarı 2014 yılında 2010'a göre yaklaşık %19'luk artışla 3.25 milyon ton düzeyine ulaşmıştır. TÜİK verilerine göre 2010-2014 döneminde ayçiçeği (yağlık) üretimindeki artış oranı ise yaklaşık % 26,4 olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2015). Aynı dönemde dünya geneli ayçiçeği üretimindeki % 20.3 olan artış oranı göz önüne alındığında ülkemizdeki artış oranının daha fazla olduğu dikkat çekmektedir.

BYSD tarafından yayınlanan USDA kaynaklarından alınan verilere göre dünya bitkisel ham yağ üretimi 176 milyon ton düzeyindedir (BSYD, 2015). Üretim içerisindeki en büyük pay palm yağında iken ayçiçeği yağı sıralamada dördüncü olarak yer almaktadır. 2010-2014 yılları içerisinde ham ayçiçeği yağı üretimi 12 milyon tondan 15 milyon tona çıkmıştır.

TÜİK kaynaklarına göre son 10 yıl içerisinde yağlık ayçiçeği ekilen alanlarda yaklaşık % 12.7 üretim miktarında % 71.1 ve veriminde ise yaklaşık % 52 artış sağlanmıştır.

Çizelge 1. Türkiye yağlık ayçiçeği üretim verileri (TÜİK,2015)

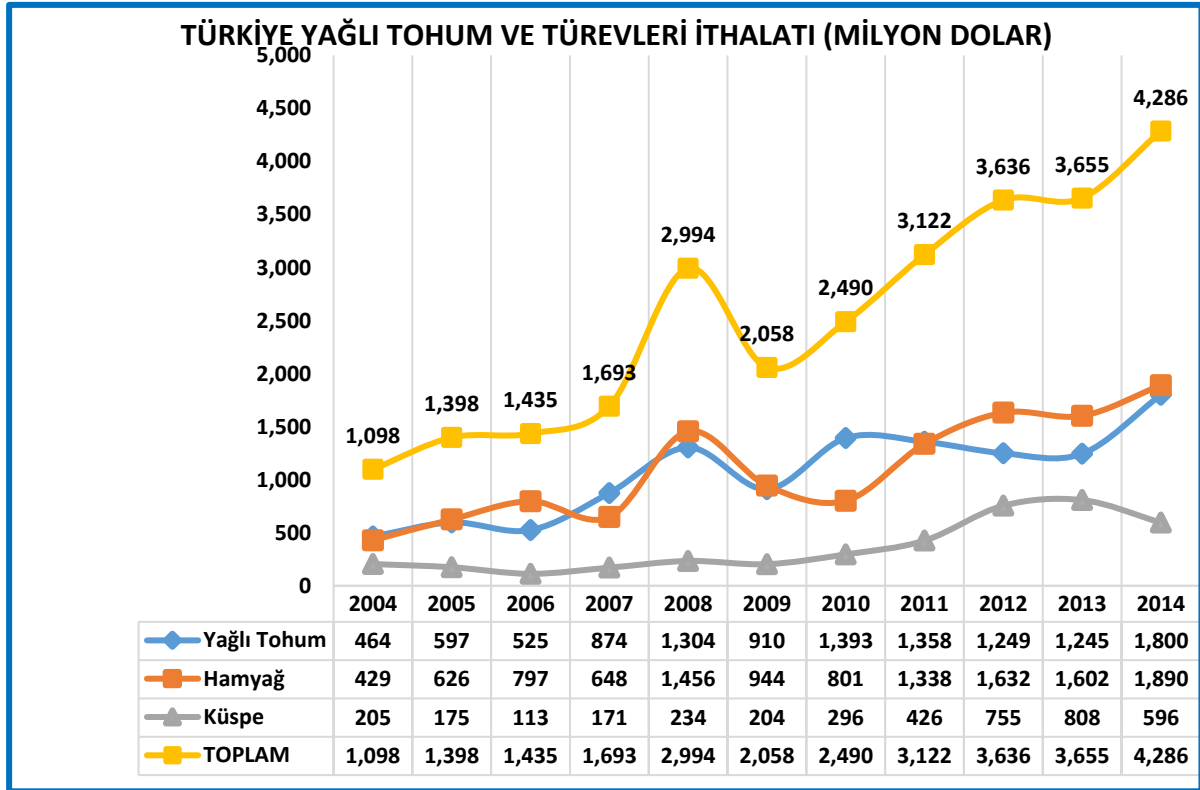
Yıl	Ekilen alan(dekar)	Üretim(ton)	Verim(kg/da)
2005	4,900,000	865,000	177
2006	5,100,000	1,010,000	198
2007	4,857,000	770,000	159
2008	5,100,000	900,387	177
2009	5,150,000	960,300	186
2010	5,514,000	1,170,000	212
2011	5,560,000	1,170,000	210
2012	5,046,160	1,200,000	238
2013	5,202,600	1,380,000	265
2014	5,524,651	1,480,000	269

Türkiye’de bitkisel ham yağ üretimi artan tüketimi dengeleyebilmek için sürekli bir artış eğiliminde olmasına rağmen henüz iç talebi karşılayabilecek düzeyde bile değildir. Ülkemizde bitkisel ham yağ sektörünün en önemli ham madde ihtiyacı yağlık ayçiçeği üretiminden karşılanmaktadır. Fakat ülke içi tüketim ve dış ticaretteki ihracat nedeniyle ülkemizde ciddi bir bitkisel yağ açığı bulunmaktadır. Bu açık her yıl farklı ülkelere yapılan ithalat ile karşılanmaya çalışılmaktadır (BSYD, 2015).

Çizelge 2. 2015/2016 sezonu ham ayçiçeği yağı arz-talep dengesi

Türkiye yerli ürün hasadından elde edilen Ayçiçeği Yağı Üretimi	430 bin ton
Türkiye Ayçiçeği Yağı Tüketimi	900 bin ton
Türkiye Ayçiçeği Yağı İhracatı	500 bin ton
Toplam Ayçiçeği Yağı İhtiyacı	1,400 bin ton
Ayçiçeği Yağı Bazında Açık	970 bin ton

Trakya Birlik kaynaklarına göre ayçiçeği yağı bazında yıllık yaklaşık 970 bin ton açığımız mevcuttur (Tekçe 2015). Bu açık her yıl ithalat yapılarak karşılanmaya çalışılmaktadır. Türkiye’nin bir tarım ülkesi olarak nitelendirilmesine rağmen yağlı tohumlar üretiminde ciddi bir açığımızın bulunması, sektörü hammadde temini konusunda dışa bağımlı hale getirmektedir (Tosun 2003). Ülkemizin yağlı tohumlu bitkilerdeki temel stratejisi ithalatı mümkün olduğunca azaltarak gereksinim duyulan yağlı tohumu üretmek ve kendine yeter bir duruma gelmektir (Kolsarıcı ve ark., 2015).



Şekil 2. Türkiye yağlı tohum ve türevleri ithalatı (BSYD, 2015)

BYSD kaynaklarına göre yağlı tohum ve türevleri ithalatı 2014 itibariyle 4,286 milyon dolar olmuştur. Artan talep nedeniyle ithalat oranı her geçen yıl artmaktadır.

Ayçiçeği ülkemizin çeşitli bölgelerinde geniş bir doğal yetişme alanına sahiptir. Ülkemizde yağlık ve çerezlik olmak üzere iki farklı amaçla tarımı yapılan ayçiçeği en fazla yağlık amaçla yetiştirilmektedir. Yağlık ayçiçeği tarımı ülkemizde yoğun olarak Trakya bölgesinde yapılmaktadır. Ülkemizde yağlık ayçiçeği tarımı yoğun olarak kuru tarım şeklinde yapılmaktadır. Sulama imkanlarının olduğu yörelerde verimde ciddi artışlar sağlanabilmektedir.

Geniş coğrafyalarda yetiştirilme olanaklarına sahip ve değişik iklim koşullarına uyum sağlayabilen ayçiçeği de tüm bitkilerde olduğu gibi değişen iklim şartlarından etkilenir. Günümüzde özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren iklim değişiklikleri önemli bir gündem maddesi haline gelmiştir. İklim değişikliğinin en önemli göstergesi, meteorolojik olarak küresel ölçekte düzenli ölçümlerin yapılmaya başladığı 1850'den günümüze artış gösteren küresel ortalama sıcaklıklardır.

WMO kaynaklarına göre 2014 yılı küresel sıcaklık ortalaması, 1961-1990 dönemi küresel sıcaklık ortalaması olan 14.0°C'nin 0.57°C üzerinde gerçekleşerek 1850'den günümüze kadarki en sıcak yıl olarak rekor kırmıştır (WMO, 2015).

MGM'nin "2014 Yılı İklim Değerlendirmesi" raporuna göre Türkiye geneli ortalama sıcaklığı 1994'den günümüze 21 yılda sadece iki yıl (1997,2011) 1981-2010 dönemi ortalama sıcaklığı olan 13.5°C'nin altında gerçekleşmiştir. 2010 yılı ortalama sıcaklığı 15.5 °C ile Türkiye'nin en sıcak yılı olarak rekor kırmıştır. 2014 yılı da en sıcak ikinci yıl olarak kaydedilmiştir (MGM, 2015a).

MGM bünyesinde, 2011 yılında "Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği" adlı ülkemiz ve bölgesi için uzun vadeli, yüksek çözünürlüklü (20 km) bölgesel iklim projeksiyonları geliştirme çalışmalarına başlanmış ve 2015 yılında çalışmanın sonuçları elde edilmiştir. MGM'nin çalışmasında yer alan üç modelden biri olan HadGEM2-

ES küresel model verileri ile RCP8.5 senaryosu temelinde RegCM4.3.4. bölgesel iklim modeli kullanılarak elde edilen 20 km çözünürlüklü projeksiyon sonuçlarına göre;

- Türkiye geneli ortalama sıcaklıkların 2016-2099 periyodunda 0.9-7.1°C ve ortalama olarak da 3.6°C artması öngörülmektedir.

- Yağış miktarlarında RCP8.5 senaryosuna göre 2035 yılına kadar pozitif anomaliler beklenirken daha sonraki dönemlerde azalışlar öngörülmektedir (Akçakaya ve ark., 2015).

Ülkemizin yağlı tohumlu bitkilerdeki temel stratejisi ithalatı mümkün olduğunca azaltarak gereksinim duyulan yağlı tohumu üretmek ve kendine yeter bir duruma gelmektir (Kolsarıcı ve ark., 2015). Bu çalışma ile ülkemiz tarım ve ekonomisi açısından günümüzde olduğu gibi gelecekte de önemi artarak devam edecek olan ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tarımında iklim değişikliklerinin yağlık ayçiçeği verimi üzerine olası etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Ayçiçeği üretim verileri

Çalışmada ayçiçeği üretiminin yoğun olarak yapıldığı Marmara Bölgesi'ndeki 10 il: Türkiye İstatistik Kurumu'na ait istatistik verileri (TÜİK, 2015) ele alınmıştır. Ele alınan 10 il: Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya ve Tekirdağ'dır. İklim faktörleri-verim arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde ortaya koyabilmek amacıyla 1985-2014 yılları arası dönem (30 yıllık) ele alınarak analizler yapılmıştır.

2.1.2 Meteorolojik parametreler

WMO tarafından bir yerin iklim özelliklerinden bahsetmek için geçmişe dönük 30 yıllık bir süreyi kapsayan bir dönemin iklimsel özelliklerini ele almak gerektiği kabul görmüştür. Bu nedenle bitki verimi üzerine meteorolojik parametrelerin etkisini en iyi şekilde ortaya koyabilmek amacıyla 30 yıllık meteorolojik parametreler tercih edilmiştir.

Çalışmada ayçiçeği iklim istekleri dikkate alınarak verim üzerinde etkisi olduğu düşünülen parametreler seçilmiştir. Seçilen parametreler il bazlı ayçiçeği vejetasyon dönemi verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv ve Yönetim Sisteminden (TÜMAS) temin edilmiştir (MGM, 2015b). Verim-iklim faktörleri arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek amacıyla;

- Günlük Minimum Sıcaklık $< -5^{\circ}\text{C}$ olan gün sayısı
- Aylık Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)
- Günlük Maksimum Sıcaklık $> 35^{\circ}\text{C}$ olan gün sayısı
- Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)
- Günlük Ortalama Nisbi Nem (%) > 70 olan gün sayısı
- Aylık Toplam Güneşlenme Süresi (saat)
- Aylık Toplam Yağış (mm) parametreleri kullanılmıştır.

2.1.3 HadGEM2-ES küresel iklim modeli projeksiyon verileri

Gelecekte görülmesi muhtemel iklimin tahmin edilmesinde en önemli çalışma iklimin modellenmesidir (Demircan ve ark., 2014). Günümüzde etkilerini iyice hissettiren iklim değişiklikleri nedeniyle gelecek dönemlerde meydana gelebilecek iklim değişikliklerini ortaya koyabilmek amacıyla iklim modelleri çalışmaları yapılmaktadır. Ülkemizde de Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) bünyesinde iklim modelleri çalışması yapılmış olup nihai sonuçlar 2015 yılında paylaşılmıştır. Bu çalışmada, MGM tarafından yapılan "Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği TR2015-CC" (Akçakaya vd., 2015) adlı raporda kullanılan HadGEM2-ES küresel modeli verileri ve RCP8.5 senaryosu

temelinde Türkiye ve bölgesi için oluşturulan 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyonları sonuçlarına ait seçilmiş olan meteorolojik parametrelerin verileri kullanılmıştır. MGM kaynaklarına göre; HadGEM2-ES, İngiltere Meteoroloji Servisi'ne (Met Office) bağlı bir araştırma kuruluşu olan Hadley Merkezi tarafından geliştirilen 2. nesil küresel bir modeldir (MGM, 2013).

2.2 Yöntem

2.2.1 Korelasyon analizi

Çalışmanın ilk kısmında 1985 - 2014 yılları arasındaki gerçekleşmiş meteorolojik parametreler ile bu yıllar arasındaki ayçiçeği verim değerleri arasındaki ilişki çoklu korelasyon analizi yöntemiyle ortaya konulmuştur.

Çoklu Korelasyon Katsayısı Formülü:

r : Korelasyon Katsayısı

X : Bağımsız Değişken

Y : Bağımlı Değişken

$$R_{Y.X_1X_2} = \sqrt{\frac{r_{YX_1}^2 + r_{YX_2}^2 - 2r_{YX_1} \cdot r_{YX_2} \cdot r_{X_1X_2}}{1 - r_{X_1X_2}^2}}$$

2.2.2 Regresyon analizi

Çalışmanın ikinci kısmında öncelikle, En Küçük Kareler Yöntemi (EKKY) ile 10 ilin 1985 – 2014 yılları ayçiçeği verimi değerleri ve seçilen yedi iklim parametresi kullanılarak il bazlı regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Oluşturulan regresyon denklemleri yardımıyla, HadGEM2-ES küresel iklim modeli verileri kullanılarak RegCM4.3.4. bölgesel iklim modeliyle RCP8.5 senaryosuna göre elde edilmiş olan 20 km çözünürlüklü, 2016 - 2099 yılları arası iklim projeksiyonuna ait, seçilmiş olan yedi meteorolojik parametrede oluşması öngörülen değişikliklerin yıllık ayçiçeği veriminde neden olabileceği olası değişiklikler ortaya konulmuştur.

Çalışmada EKKY ile oluşturulan regresyon analizi denklemi şu şekildedir:

$$y = As + Bp + Ch + Dk + Et + Fm + Gv + H$$

Bağımlı Değişken;

$$y = \text{Verim}$$

Bağımsız Değişkenler;

$$s = \text{Toplam Güneşlenme Süresi (saat)}$$

$$p = \text{Toplam Yağış (mm)}$$

$$h = \text{Ortalama Nisbi Nem (\%)}$$

$$k = \text{Günlük Ortalama Nisbi Nem (\%) > 70 olan gün sayısı}$$

$$t = \text{Ortalama Sıcaklık (°C)}$$

$$m = \text{Günlük Maksimum Sıcaklık > 35°C olan gün sayısı}$$

$$v = \text{Günlük Minimum Sıcaklık < -5°C olan gün sayısı}$$

$$A, B, C, D, E, F, G, H = \text{Katsayılar}$$

İl bazlı olarak oluşturulan, doğrusal çoklu regresyon denklemlerindeki katsayılar, EKKY yöntemiyle elde edilen aşağıdaki matrislerin çözülmesiyle elde edilmiştir.

$$Z \cdot X = W$$

$$Z^{-1} \cdot W = X \quad X \text{ matrisi : Katsayılar}$$

Çizelge 3. EKKY yönteminde kullanılan parametre matrisleri

Z matrisi								W matrisi	X matrisi
$\sum s_i^2$	$\sum p_i s_i$	$\sum h_i s_i$	$\sum k_i s_i$	$\sum t_i s_i$	$\sum m_i s_i$	$\sum v_i s_i$	$\sum s_i$	$\sum s_i$	A
$\sum s_i p_i$	$\sum p_i^2$	$\sum h_i p_i$	$\sum k_i p_i$	$\sum t_i p_i$	$\sum m_i p_i$	$\sum v_i p_i$	$\sum p_i$	$\sum p_i$	B
$\sum s_i h_i$	$\sum p_i h_i$	$\sum h_i^2$	$\sum k_i h_i$	$\sum t_i h_i$	$\sum m_i h_i$	$\sum v_i h_i$	$\sum h_i$	$\sum h_i$	C
$\sum s_i k_i$	$\sum p_i k_i$	$\sum h_i k_i$	$\sum k_i^2$	$\sum t_i k_i$	$\sum m_i k_i$	$\sum v_i k_i$	$\sum k_i$	$\sum k_i$	D
$\sum s_i t_i$	$\sum p_i t_i$	$\sum h_i t_i$	$\sum k_i t_i$	$\sum t_i^2$	$\sum m_i t_i$	$\sum v_i t_i$	$\sum t_i$	$\sum t_i$	E
$\sum s_i m_i$	$\sum p_i m_i$	$\sum h_i m_i$	$\sum k_i m_i$	$\sum t_i m_i$	$\sum m_i^2$	$\sum v_i m_i$	$\sum m_i$	$\sum m_i$	F
$\sum s_i v_i$	$\sum p_i v_i$	$\sum h_i v_i$	$\sum k_i v_i$	$\sum t_i v_i$	$\sum m_i v_i$	$\sum v_i^2$	$\sum v_i$	$\sum v_i$	G
$\sum s_i$	$\sum p_i$	$\sum h_i$	$\sum k_i$	$\sum t_i$	$\sum m_i$	$\sum v_i$	n^*	$\sum v_i$	H

* Meteorolojik parametrelerin kullanıldığı yıl sayısı.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

İklim parametrelerinin yağlık ayçiçeği verimi üzerine etkilerini belirlemek ve günümüzde de etkisini hissettirmeye başlayan iklim değişikliklerinin gelecek dönemlerde (2016-2040, 2041-2070, 2071-2099) verim üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan bu araştırma Türkiye’de yağlık ayçiçeği tarımının yoğun olarak yapıldığı Marmara Bölgesi’ndeki 10 il geneli için yapılmıştır.

Araştırmanın ilk kısmında verim üzerinde meteorolojik parametrelerin tek başına değil de bir bütün olarak etkilemesi nedeniyle verim-parametreler arası çoklu korelasyon analizleri yapılmıştır. Yapılan çoklu korelasyon analizi sonuçlarına göre verim-meteorolojik parametreler arasında en yüksek ilişki 0.62 ile Bilecik, en düşük ilişki ise 0.36 ile Sakarya ilinde tespit edilmiştir.

İkinci kısmında regresyon analizi yöntemiyle değişkenler arasında ilişkinin niteliğini saptamak amaçlanmıştır. İklim faktörleri ile verim arasında en küçük kareler yöntemiyle (EKKY) yapılan çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre verimi en yüksek oranda tahmin edilebilen il 0.80’lik oranla Kırklareli en düşük çıkan il ise 0.60 ile Sakarya’dır. Regresyon analizi sonuçlarının genel olarak oldukça yüksek oranlarda olması iklim faktörleri-verim arasındaki ilişkinin modellenebilir ve denkleme dönüştürülebilir olduğunun göstergesidir.

Çizelge 4. İl bazlı çoklu regresyon analizleri

İller	Çoklu Regresyon
Balıkesir	0.74
Bilecik	0.79
Bursa	0.70
Çanakkale	0.75
Edirne	0.74
İstanbul	0.62
Kırklareli	0.80
Kocaeli	0.62
Sakarya	0.60
Tekirdağ	0.65

Araştırmanın son kısmında il bazlı olarak oluşturulan regresyon denklemleri ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün “Yeni Senaryolarla Türkiye İklim projeksiyonları ve İklim Değişikliği (TR2015-CC)” adlı çalışmasına ait HadGEM2-ES küresel iklim modeli ve RCP8.5 senaryosu temelinde oluşturulan 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyon verileri kullanılarak

2016-2040, 2041-2070, 2071-2099 dönemlerinde ayçiçeği veriminde meydana gelebilecek olası verim değişiklikleri ortaya koyulmuştur.

Çizelge 5. İl bazlı ayçiçeği verim değişimi öngörülleri

AYÇİÇEĞİ (YAĞLIK) VERİM ÖNGÖRÜLERİ				
İller	Referans Dönem Verimi (kg/da)	Gelecek Dönemler Verimi Değişimi (%)		
	1985-2014	2016-2040	2041-2070	2071-2099
Balıkesir	111	15	-5	-28
Bilecik	107	15	19	-41
Bursa	147	-24	-14	-23
Çanakkale	171	-22	-9	19
Edirne	170	26	55	85
İstanbul	171	53	32	-33
Kırklareli	164	0	6	26
Kocaeli	129	-16	-9	-7
Sakarya	136	-21	9	31
Tekirdağ	179	-26	-41	-51

4. SONUÇLAR

İklim faktörleri ve verim arasında oldukça yüksek oranda ilişki bulunmaktadır. İklimi oluşturan etmenler, tek tek belirleyici unsur olmaması nedeniyle iklim faktörleri-verim arasında tekli ilişki analizi çok anlamlı olmamaktadır. Bu nedenle iklim faktörleri-verim arasındaki ilişki düzeyi çoklu korelasyon analizleri ile daha sağlıklı bir şekilde belirlenebilmektedir (Bulut ve ark., 2016)

Marmara Bölgesi'nde; ele alınan 10 ilin değerlendirme sonuçlarına göre; bölge genelinin gelecek dönemlerde iklim değişikliklerinden olumsuz etkilenmesi ve buna bağlı olarak da ortalama ayçiçeği verimlerinde azalışların olması öngörülmektedir. Bölge genelindeki ayçiçeği bitkisi vejetasyon döneminde maksimum sıcaklık $> 35^{\circ}\text{C}$ olan gün sayılarındaki artışların bitki tozlanma dönemini olumsuz etkileyerek verim üzerinde negatif etkiye sebep olması öngörülmektedir.

Dönemsel olarak yapılan verim tahmin analizi sonuçlarıyla 1985-2014 dönemi ortalama verim değerleri kıyaslandığında;

Marmara Bölgesi'nde; ele alınan 10 ilin değerlendirme sonuçlarına göre;

- 2016-2040 döneminde 4 ilde artış, 5 ilde azalış ve 1 ilde herhangi bir değişiklik olmayacağı,

- 2041-2070 döneminde 5 ilde artış, 5 ilde azalış,

- 2071-2099 döneminde ise 4 ilde artış, 6 ilde azalış olması öngörülmektedir.

Bölge içerisinde Edirne ili gelecek dönemlerdeki muhtemel iklim değişikliklerinden en olumlu etkilenecek il, Tekirdağ'ın ise iklim değişikliklerinden en olumsuz etkilenecek il olması öngörülmektedir.

Sonuç olarak, iklim faktörlerinin ayçiçeği verimi üzerinde tek belirleyici unsur olmamakla birlikte verim üzerinde önemli etkileri olduğu ortaya koyulmuştur. Yapılan analiz sonuçlarına göre; ayçiçeği verimi üzerinde özellikle sıcaklık ve nem parametrelerinin ciddi etkiye sahip olduğu sonucu çıkarılmaktadır.

HadGEM2-ES küresel modeli ve RCP8.5 senaryosu temelinde elde edilen 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyonları verileri kullanarak yapılan verim tahminlerine göre;

ayçiçeği tarımı yapılan bölgeler gelecek dönemlerde yaşanması muhtemel iklim değişikliklerinden etkilenecektir.

Yapılan bu araştırma sonuçları, ayçiçeği verimini etkileyen tüm unsurlar ele alınarak yapılabilecek olan ilişki belirleme çalışmalarında altlık olarak kullanılabileceği gibi, meteorolojik tahminler temelinde yıl bazlı verim tahmin beklentilerinin belirlenmesinde de kullanılabilir. Ayrıca bölgesel tabanda veya ülke genelinde gelecek dönemlerdeki ürün planlamalarında, teşvik edilecek bölgelerin belirlenmesinde yararlı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

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. ve Çukurçayır, F. 2015. Yeni Senaryolarla Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği-TR2015-CC. Meteoroloji Genel Müdürlüğü yayını, 149 s., Ankara.

Bulut, H., Gürkan, H., Arslan, N. 2016. Türkiye’de İklim Faktörlerinin ve İklim Değişikliğinin Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Bitkisinin Verimi Üzerine Etkisi. 13. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Antalya.

BYSD 2015. <http://www.bysd.org.tr>, [Erişim: 20.07.2015]

Demircan, M., Demir Ö., Atay, H., Eskioğlu O., Yazıcı, B., Gürkan, H., Tuvan, A., ve Akçakaya, A. 2014. Türkiye’de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları. TÜCAUM - VIII. Coğrafya Sempozyumu, 23-24 Ekim, Ankara.

Hatırlı, S.A., Demircan, V., Aktaş, A.R. 2002. Ayçiçek ve Soya Yağı İthalat Talebinin Analizi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2), 71-79.

İlkdoğan, U. 2008. Dünya ve Avrupa Birliği’nde Yağlı Tohum Ticaretinde Gelişmeler Türkiye Bağlamında Değerlendirme. AB Uzmanlık Tezi, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, 128, Ankara.

Kolsarıcı, Ö., Kaya, M.D., Göksoy, A.T., Arıoğlu, H., Kulan, E.G., Day, S. 2015. Yağlı Tohum Üretiminde Yeni Arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, Ankara, s:401-425.

MGM 2013. Yeni Senaryolar İle Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları, TR2013-CC. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 67s.

MGM 2015a. www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2014-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf, [Erişim: 20.07.2015]

MGM 2015b. <http://tumas.mgm.gov.tr/wps/portal/>, [Erişim: 15.07.2015]

TÜİK 2015. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, [Erişim: 15.07.2015]

WMO 2015. <https://www.wmo.int/media/content/warming-trend-continues-2014>, [Erişim: 25.07.2015]

Taşkaya Top, B., Uçum, İ. 2012. Türkiye’de Bitkisel Yağ Açığı. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. TEPGE Yayınları.

Tekçe, A. 2015. Türkiye’de Ayçiçeği Tohumu ve Ayçiçeği Yağı Üretimi, Arz Talep Dengesi. Trakya Birlik, Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Bitkisel Yağlar Konferansı. İstanbul.

Tosun, M. Ocak 2003. Bitkisel Sıvı Yağlar Sektör Araştırması. Türkiye Kalkınma Bankası Araştırma Müdürlüğü, Genel Araştırmalar. Ankara.

**THE EFFECT OF CLIMATE FACTORS ON THE YIELD OF SUNFLOWER AND
SUNFLOWER YIELD PREDICTIONS BASED ON CLIMATE CHANGE
PROJECTIONS: EXAMPLE OF MARMARA REGION**

Hüdaverdi GÜRKAN¹, Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR², Hüseyin BULUT¹,

Nilüfer KOÇAK², Osman ESKİOĞLU¹, Mesut DEMİRCAN¹,

*hgurkan@mgm.gov.tr¹, nbayrak@agri.ankara.edu.tr², hbulut@mgm.gov.tr¹,
nkocak@ankara.edu.tr², oeskioglu@mgm.gov.tr¹, mdemircan@mgm.gov.tr¹*

ABSTRACT

Sunflower is the raw material of vegetable oils sector in Turkey. Production is not sufficient even for domestic consumption. Therefore, it is necessary to carry out the projects to increase the yield and production areas. This study was carried out in order to identify the relationship between yield of sunflower and climate factors, also to determine the possible effects of the future climate changes on the sunflower yield. In the study, 10 provinces in Marmara region were evaluated. The following materials were used for this study; sunflower production values and meteorological data for the years of 1985-2014, climate projections that are based on HadGEM2-ES Global Climate Model with 20 km resolution, and RCP8.5 scenario that covers the period of 2016-2099. Climate parameters used in this study are number of days that minimum temperature below -5°C, monthly average temperature, number of days that maximum temperature above 35°C, monthly average relative humidity, number of days that average relative humidity above % 70, monthly total sunshine duration, monthly total precipitation. Firstly; single and multiple correlation analyses, the least-squares method with linear regression analyses were conducted between observation values and production data. Then, the potential impact of climate changes, that are projected for the future periods (2016-2040, 2041-2070 and 2071-2099), on yield of sunflower have been put forward with by using the generated high-rate regression equations and climate projection data. According to the results, it was determined that there is an important characteristic effect of climate factors on productivity. With reference to the yield prediction analyses, Marmara region will be negatively affected.

Key Words: The yield of sunflower, climate factors, HadGEM2-ES, RCP8.5, the effects of climate change

INTRODUCTION

There are three main groups in human nutrition. These are oils, proteins and carbohydrates. Oils are an important source of calories in the human diet (Hatırlı et al., 2002). Oil seeds are raw material for the vegetable oil industry at the same time also are the raw material of many different sectors. Oilseed meals having relatively high protein content are preferred in animal nutrition (İlkdoğan, 2008). Vegetable oils that are used in food, energy and chemical industries sectors are strategic products (Taşkaya Top and Uçum, 2012).

According to the Association of Vegetable Oil Industries (AVOI) report 2014; while sunflower takes the fourth place after soybean, canola and cottonseed in the world oilseed production, it takes the first place in Turkey (AVOI, 2015). The most intensive sunflower farming region is Marmara region in Turkey.

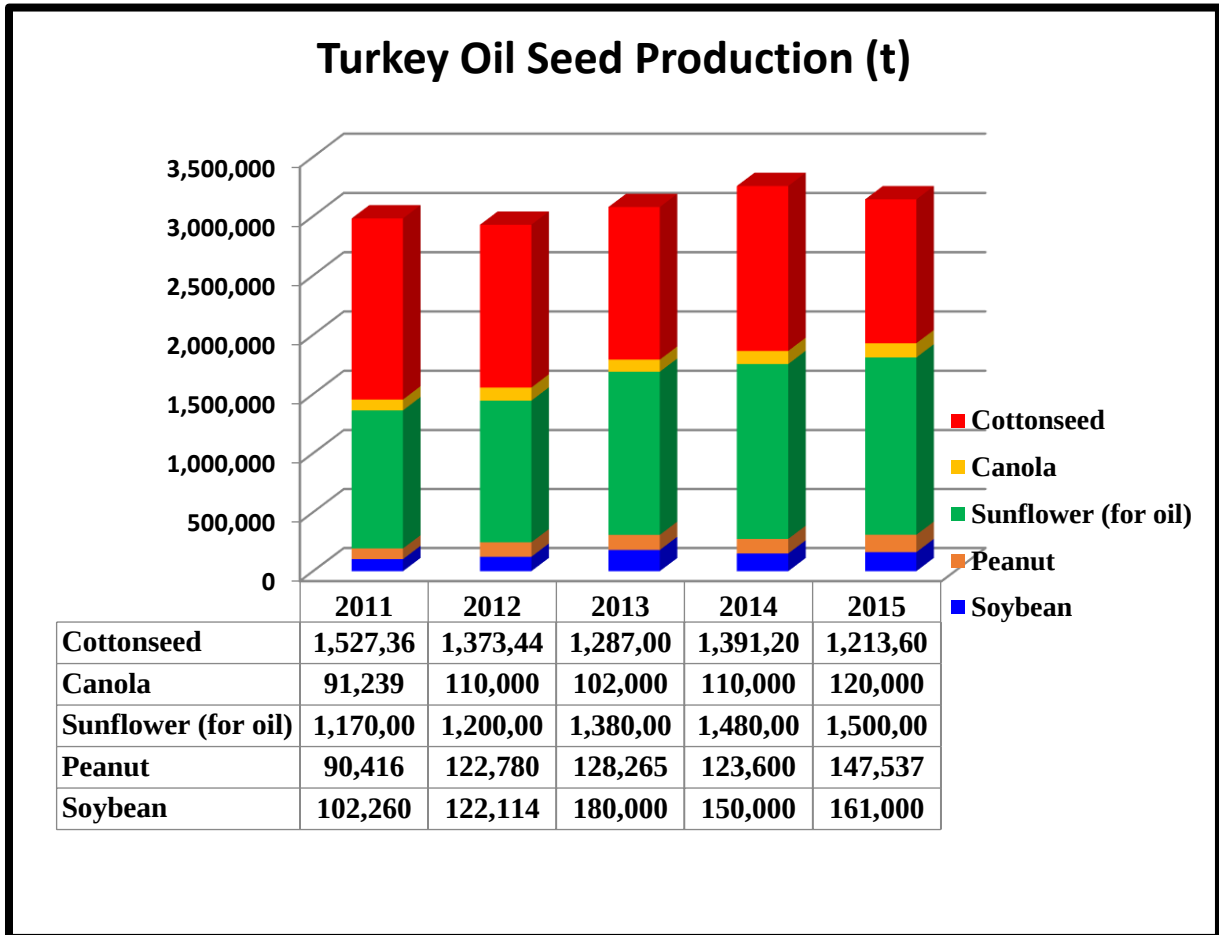


Figure 1: Turkey oil seed production (tons)

According to the Turkey Statistical Institute (TSI) reports in 2014, the top five most produced oil seed plants are in the order of sunflower, cottonseed, soybean, peanuts and canola (TSI, 2015). The production of 2.7 million tons from these top five plants in 2010 increased by 19% with a production of 3.25 million tons in 2014. In 2010-2014 periods, the sunflower (for oil) production growth rate is approximately realized as % 26.4. In the same period, the rate of increase in sunflower production of the world is approximately 20.3 %. According to the data from USDA published by AVOI, world crude vegetable oil production is around 176 million tones. Crude sunflower oil production in the years 2010-2014 has increased to 15 million tons from 12 million tons (AVOI, 2015).

Table 1: Turkey sunflower oil production data (TSI, 2016)

Year	Area(da)	Product(t)	Yield(kg/da)
2006	5,100,000	1,010,000	198
2007	4,857,000	770,000	159
2008	5,100,000	900,387	177
2009	5,150,000	960,300	186
2010	5,514,000	1,170,000	212
2011	5,560,000	1,170,000	210
2012	5,046,160	1,200,000	238
2013	5,202,600	1,380,000	265
2014	5,524,651	1,480,000	269
2015	5,689,013	1,500,000	264

During the last decade of sunflower cultivation (2006-2015), an increase of approximately 12% in the harvested areas, % 48.5 in the amount of production and 33% in the yield has been achieved. Turkey continuously increases the supply for increased consumption of crude vegetable oil production but it is not enough to cover domestic demand. The most important raw material in crude oil production industry has been provided from the production of sunflower oil in Turkey. But a serious vulnerability exists due to domestic consumption and exports vegetable oil in our country. Therefore, every year, vegetable oil imports are made.

Table 2: Crude sunflower oil balance of supply-demand for the season 2015/2016

Sunflower oil production from the domestic harvest	430 thousand tons
Sunflower oil consumption in Turkey	900 thousand tons
Turkey sunflower oil exports	500 thousand tons
Total sunflower oil demand	1,400 thousand tons
Deficient of based on sunflower	970 thousand tons

According to the Trakya Birlik sources, we have a deficient of approximately 970 thousand tons of sunflower oil on an annual basis (Tekçe, 2015). The main strategy of our country is to produce demanded oily seeds and to become a self-sufficient state by reducing imports as much as possible (Kolsarıcı et al, 2015).

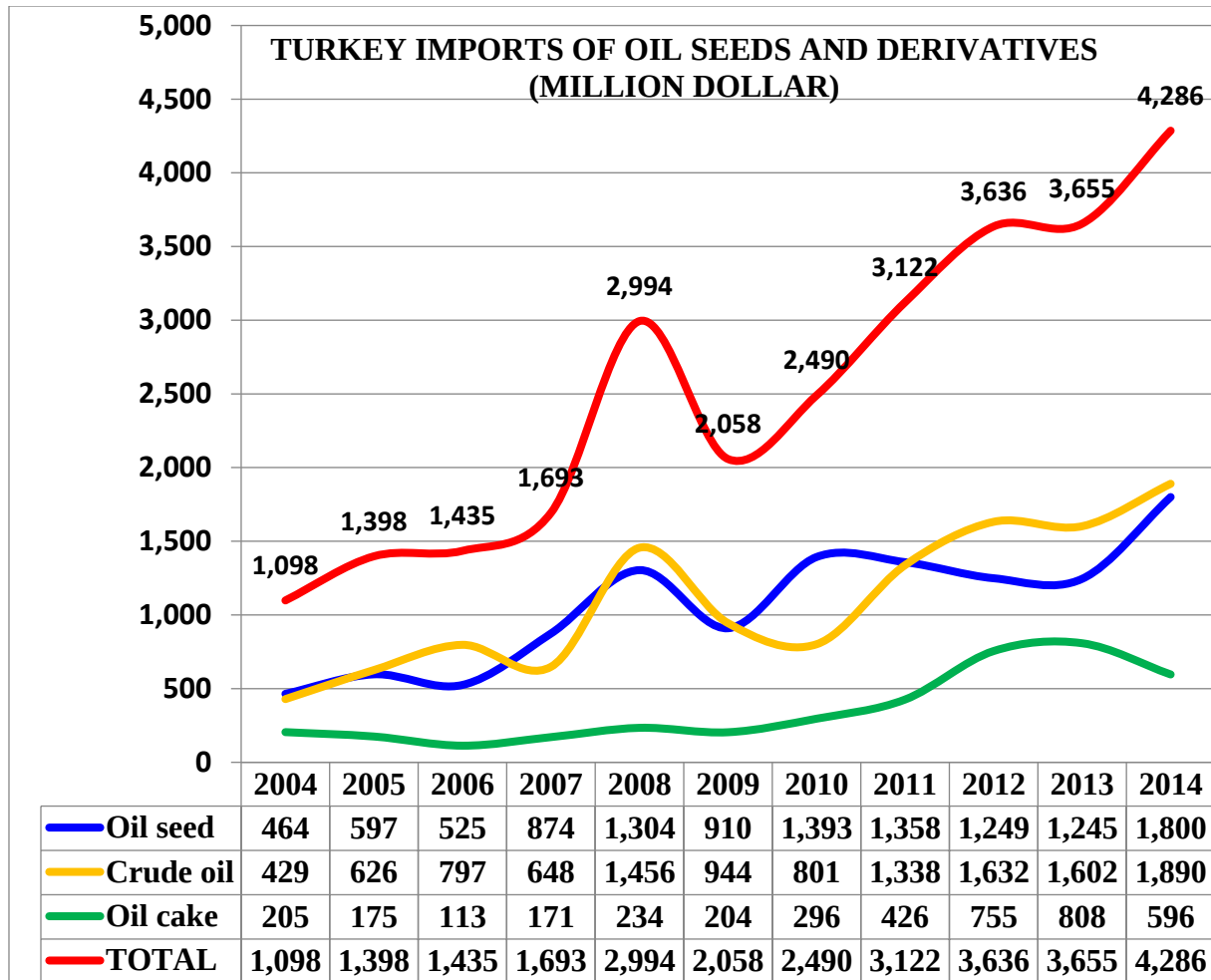


Figure 2: Turkey imports of oil seeds and derivatives (million dollar)

According to the Association of Vegetable Oil Industries report; imports of oilseeds and their derivatives were 4,286 million dollars in 2014. Due to increasing demand, the rate of imports has been increasing every year.

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) has a large natural habitat in various parts of our country. At sunflower cultivation (for oil) dry farming is applied extensively in our country. In regions where irrigation opportunities are available, a significant increase in yield can be achieved. Sunflower can grow in all geographies and adapt to different climatic conditions, however it also can be affected by changing climate conditions. Today, especially last quarter of the 20th century, climate change has become an important problem worldwide. The rising in global mean temperatures since 1850s is the most important indicator of climate change.

According to the World Meteorological Organization (WMO) resource; the global average surface temperature in 2015 broke all previous records by a strikingly wide margin, at $0.76 \pm 0.1^\circ$ Celsius above the 1961-1990 average. Fifteen of the 16 hottest years on record have all been this century, with 2015 being significantly warmer than the record-level temperatures seen in 2014. Underlining the long-term trend, 2011-15 is the warmest five-year period on record. The record temperatures over both land and the ocean surface in 2015 were accompanied by many extreme weather events such as heatwaves, flooding and severe drought (WMO, 2016).

According to “State Of The Climate in Turkey in 2015” report; Turkey annual mean temperature in 2015 has been 14.3°C . This value is 0.8°C above from 1981-2010 normal (13.5°C). This makes 2015 the fifth warmest year since 1971 (TSMS, 2016).

TSMS published as a report which name is “Climate Projections with New Scenarios for Turkey and Climate Change (TR2015-CC)” in 2015. This report includes temperature and precipitation projections of three Global Climate Models (GCM) based on scenarios of RCP4.5 and RCP8.5.

In this study, the results of HadGEM2-ES, which is one of the three GCMs mentioned above, will be shared. HadGEM2-ES projections based on scenarios of RCP8.5 shows that;

- Average temperature of overall Turkey is expected to increase between 0.9-7.1°C and an average of 3.6 °C in the period of 2016-2099.
- Positive anomalies are expected at the amount of precipitation based on RCP8.5 by the end of 2035 but it is also estimated that decreases may occur in subsequent periods (Akçakaya et al., 2015).

This study was carried out in order to determine the possible effects of the future climate changes on the sunflower yield.

MATERIAL and METHODS

Material

Sunflower Production Data

10 provinces, with intensive production of sunflower in the Marmara region, were evaluated (TSI, 2015). Evaluated 10 provinces are: Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya ve Tekirdağ. In order to confirm the relationship between climate factors and the yield the period of 1985-2014 (30 years) have been analyzed.

The Meteorological Parameters

Climate, sometimes understood as the "average weather," is defined as the measurement of the mean and variability of relevant quantities of certain variables (such as temperature, precipitation or wind) over a period of time, ranging from months to thousands or millions of years. The classical period is 30 years, as defined by the World Meteorological Organization (WMO). Therefore, 30 years of meteorological parameters are preferred in order to determine relationship between crop yield and meteorological parameters. In the study, the parameters that are thought to have an effect on the yield of sunflower were selected. The data of selected meteorological parameters were obtained from TSMS. In order to determine the relationship between yield – climatic factors;

- The number of days daily minimum temperature $< -5^{\circ}\text{C}$,
- Monthly Average Temperature ($^{\circ}\text{C}$)
- The number of days daily maximum temperature $> 35^{\circ}\text{C}$,
- Monthly average relative humidity (%)
- The number of days daily average relative humidity $> \%70$,
- Monthly Total Sunshine Duration (hour)
- Monthly Total Precipitation (mm) parameters are preferred.

Projection Data of HadGEM2-ES Global Climate Model

Climate modeling is the most important work for predicting the future climate (Demircan et al., 2014). Nowadays climate modeling studies are performed in order to determine the possible effect of climate change in future periods. Turkey is located in the eastern Mediterranean basin,

one of the most vulnerable regions to climate change as stated in the IPCC report (Gürkan H. et al., 2015). In Turkey, climate modeling studies have been conducted within TSMS and the final results have been shared in 2015.

HadGEM2-ES GCM projection data based on RCP8.5 for the chosen meteorological parameters' has been published as a report titled "Climate Projections with New Scenarios for Turkey and Climate Change". In this study, these projection data is used.

According to sources at TSMS; HadGEM2-ES is the second generation Global Climate Model which is developed by the Hadley Centre that is related with UK Meteorological Service-Met Office (TSMS 2013).

Methods

Correlation Analysis

In the first section of study, the relationship between meteorological parameters that occurred between the years 1985-2014 and the sunflower yield values between these years were determined by the method of multiple correlation analysis.

r : Correlation Coefficient
 X : Independence Variable
 Y : Dependence Variable

$$R_{Y.X_1X_2} = \sqrt{\frac{r_{YX_1}^2 + r_{YX_2}^2 - 2r_{YX_1} \cdot r_{YX_2} \cdot r_{X_1X_2}}{1 - r_{X_1X_2}^2}}$$

Regression Analysis

In the second part of the study, first of all, provinces based regression equations were established using selected seven climate parameters and sunflower yield values between the years 1985-2014 with the method of least squares (LSM) for 10 provinces. Secondly, the potential impact of climate changes that are projected for the future periods (2016-2040, 2041-2070 and 2071-2099), on yield of sunflower have been put forward with using the generated high-rate regression equations and climate projection data.

In the study, analysis of the regression equation generated by LSM as follows:

$$y = As + Bp + Ch + Dk + Et + Fm + Gv + H$$

Dependence Variable;

y = Yield

Independence Variables;

s = Monthly Total Sunshine Duration (hour)

p = Monthly Total Precipitation (mm)

h = Monthly average relative humidity (%)

k = The number of days daily average relative humidity > %70

t = Monthly Average Temperature (° C)

m = The number of days daily maximum temperature > 35 ° C

v = The number of days daily minimum temperature < -5 ° C

A, B, C, D, E, F, G, H = Coefficients

The coefficients of the linear multiple regression equation generated on a provincial basis obtained by solving the following matrix formed by the method of least squares.

$$Z \cdot X = W$$

$$Z^{-1} \cdot W = X \quad X \text{ matrix: Coefficients}$$

Table 3: Parameter matrix used in the least squares method

Z matrix								W matrix	X matrix
$\sum S_i^2$	$\sum p_i S_i$	$\sum h_i S_i$	$\sum k_i S_i$	$\sum t_i S_i$	$\sum m_i S_i$	$\sum v_i S_i$	$\sum S_i$	$\sum S_i$	A
$\sum S_i p_i$	$\sum p_i^2$	$\sum h_i p_i$	$\sum k_i p_i$	$\sum t_i p_i$	$\sum m_i p_i$	$\sum v_i p_i$	$\sum p_i$	$\sum p_i$	B
$\sum S_i h_i$	$\sum p_i h_i$	$\sum h_i^2$	$\sum k_i h_i$	$\sum t_i h_i$	$\sum m_i h_i$	$\sum v_i h_i$	$\sum h_i$	$\sum h_i$	C
$\sum S_i k_i$	$\sum p_i k_i$	$\sum h_i k_i$	$\sum k_i^2$	$\sum t_i k_i$	$\sum m_i k_i$	$\sum v_i k_i$	$\sum k_i$	$\sum k_i$	D
$\sum S_i t_i$	$\sum p_i t_i$	$\sum h_i t_i$	$\sum k_i t_i$	$\sum t_i^2$	$\sum m_i t_i$	$\sum v_i t_i$	$\sum t_i$	$\sum t_i$	E
$\sum S_i m_i$	$\sum p_i m_i$	$\sum h_i m_i$	$\sum k_i m_i$	$\sum t_i m_i$	$\sum m_i^2$	$\sum v_i m_i$	$\sum m_i$	$\sum m_i$	F
$\sum S_i v_i$	$\sum p_i v_i$	$\sum h_i v_i$	$\sum k_i v_i$	$\sum t_i v_i$	$\sum m_i v_i$	$\sum v_i^2$	$\sum v_i$	$\sum v_i$	G
$\sum S_i$	$\sum p_i$	$\sum h_i$	$\sum k_i$	$\sum t_i$	$\sum m_i$	$\sum v_i$	n^*	$\sum v_i$	H

*Number of the years

FINDINGS and DISCUSSION

In the first part of the research, multiple correlation analyses were conducted between the yield and meteorological parameters, due to the effect of meteorological parameters on yield as a whole. According to the results of multiple correlation analysis; the highest correlation between yield - meteorological parameters in Bilecik (0.62) and the lowest correlation have been identified in the province of Sakarya (0.36).

In the second part, it is aimed to assess the quality of the relationship between variables with using the method of regression analysis. Regression analysis that were performed with LSM; the highest value in Kırklareli (0.80) and the lowest value is determined in Sakarya (0.60). This situation is an indicator that the relationship between yields - climate factors can be modeled and can be converted to the equation.

Table 4: Provincial-based multiple correlation and multiple regression analysis

Provinces	Multiple Correlation	Multiple Regression
Balıkesir	0.55	0.74
Bilecik	0.62	0.79
Bursa	0.49	0.70
Çanakkale	0.56	0.75
Edirne	0.55	0.74
İstanbul	0.39	0.62
Kırklareli	0.65	0.80
Kocaeli	0.38	0.62
Sakarya	0.36	0.60
Tekirdağ	0.51	0.65

In the last part of the research, the potential impact of climate changes, that are projected for the future periods (2016-2040, 2041-2070 and 2071-2099), on yield of sunflower have been put forward with by using the generated high-rate regression equations and climate projection data.

As climate projection data, HadGEM2-ES Global Climate Model data (20 km resolution) based on RCP8.5 were used which is belongs to named “Climate Projections with New Scenarios for Turkey and Climate Change” released by TSMS.

Table 5: Provincial based sunflower (for oil) yield predictions

SUNFLOWER (FOR OIL) YIELD PREDICTIONS				
Provinces	Yield of Reference Period (kg/da)	Yield Change in Future Periods (%)		
	1985-2014	2016-2040	2041-2070	2071-2099
Balıkesir	111	15	-5	-28
Bilecik	107	15	19	-41
Bursa	147	-24	-14	-23
Çanakkale	171	-22	-9	19
Edirne	170	26	55	85
İstanbul	171	53	32	-33
Kırklareli	164	0	6	26
Kocaeli	129	-16	-9	-7
Sakarya	136	-21	9	31
Tekirdağ	179	-26	-41	-51

CONCLUSION

There is a high correlation between climatic factors and yield. Due to lack of individual determining factor, single correlation analysis is not very meaningful between climatic factors-yield. Therefore, level of relationship between climate factors-yield can be determined in a healthy way with multiple correlation analysis (Bulut et al., 2016).

In Marmara region; According to the assessment results of the researched 10 provinces; the region is expected to be affected adversely by climate changes in the future periods. Correspondingly, a decrease in the average yield of sunflower is estimated in the future. Increase in the number of days daily maximum temperature $> 35^{\circ}\text{C}$ is estimated to have a negative effect on yield by adversely affecting the pollination period of plants.

According to compared results of the yield prediction analysis performed on a regular basis with average yield values of the period of 1985-2014;

- In the period 2016-2040; decrease in 5 provinces, increase in 4 provinces and there will be any change in 1 province,
- In the period 2041-2070; decrease in 5 provinces, increase in 5 provinces,
- In the period 2071-2099; decrease in 6 provinces and increase in 4 provinces expected.

The province of Edirne is expected to be positively affected by possible climate changes in the future periods. Besides, the province of Tekirdağ is expected to be negatively affected by possible climate changes in the future periods.

As a result, it has been revealed that climate factors although they are not the sole determining factor, have significant effects on yield of sunflower. According to the results of this analysis, it is concluded that particularly temperature and humidity parameters have serious impact on the yield of sunflower.

According to yield estimates that using HadGEM2-ES global climate model projections which is based on RCP8.5 scenario; sunflower farming regions will be affected by climate changes likely to occur in future periods.

The results of this research can be used as a substrate in studies to determine the relationship by taking all the factors affecting the yield of sunflower. Also the results of this research can be used in future product planning across the country or on a regional basis and in the determination of regions that can be encouraged.

LITERATURE

- 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. ve Çukurçayır, F. 2015. Climate Projections with New Scenarios for Turkey and Climate Change (TR2015-CC). Published by TSMS, 149 p., Ankara.
- AVOI. 2015. <http://www.bysd.org.tr>, [Date of Access: 20.07.2015]
- Bulut, H., Gürkan, H., Arslan, N. 2016. The Effect Of Climatic Factors And Climate Change On The Yield Of Opium Poppy (*Papaver somniferum* L.) In Turkey. 13. Congress of Farm Structures and Irrigation, Antalya.
- Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A., Gürkan, H. and Akçakaya, A. Climate Change Projections in Turkey with New Scenarios, TUCAUM VIII. Geography Symposium, Ankara University Turkey Geography Research Center, October 23 to 24 in 2014, Ankara.
- Gürkan, H., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Demircan, M., Yazıcı, B., Kocatürk, A., and Akçakaya, A., Temperature and Precipitation Projections Based on GCM of MPI-ESM-MR and Scenarios of RCP4.5 and RCP8.5, VII. Atmospheric Science Symposium, 28,30 April 2015 İstanbul Technical University, 29 April 2015 İstanbul Aydın University, İstanbul, Turkey, <http://www.atmosfer.itu.edu.tr/wp-content/uploads/2015/05/Cilt2.rar>
- Hatırlı, S.A., Demircan, V., Aktaş, A.R. 2002. Import Demand Analysis of Sunflower and Soybean Oil. Akdeniz University Journal of Faculty of Agriculture, 15(2), 71-79.
- İlkdoğan, U. 2008. Developments in Oilseed Trade in the World and European Union Evaluation in the Context of Turkey. EU Thesis, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, 128p., Ankara.
- Kolsarıcı, Ö., Kaya, M.D., Göksoy, A.T., Arnoğlu, H., Kulan, E.G., Day, S. 2015. New Challenges in Oil Seed Production. Proceedings Books-1 of Turkey Agricultural Engineering VIII. Technical Congress, p: 401-425, Ankara.
- TSMS 2013. Climate Change Projections For Turkey With New Scenarios TR2013-CC. Published by TSMS, 67 p., Ankara.
- TSMS 2015. <http://tumas.mgm.gov.tr/wps/portal/>, [Date of Access: 15.07.2015]
- TSMS 2016. www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2015-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf, [Date of Access: 01.03.2016]
- TSI 2015. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, [Date of Access: 15.07.2015]

- WMO 2016. <http://public.wmo.int/en/media/press-release/2015-hottest-year-record>, [Date of Access: 01.03.2016]
- Taşkaya Top, B., Uçum, İ. 2012. The Vegetable Oil Deficit In Turkey. Institute of Agricultural Economics and Policy Development. Published by IAEPD.
- Tekçe, A. 2015. Production of Sunflower Seeds and Sunflower Oil in Turkey, The Balance Of Supply-Demand. Published by Trakya Birlik. Oil Crops and Vegetable Oils Conference, İstanbul.



ANALYSING OF RAINFALL DISTRIBUTION IN ANKARA BY REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS



IRD.P19

Mesut DEMİRCAN¹ Volkan C. DARENDE¹ Necla TÜRKOĞLU² İhsan ÇİÇEK²

¹ Turkish State Meteorological Service, Ankara, mdemircan@mgm.gov.tr

² Ankara University, LHGF Faculty, Geography Department, Ankara, Prof Dr

In this study, it is intended to investigate factors that is affecting distribution of rainfall within the city and Geographic Information Systems (GIS) tools are used to make digital layer from products of satellite and Radar which are today's commonly used monitoring tools in Remote Sensing Method (RSM). Secondly; it is intended to determine the relationship between surface rainfall measurements and remote sensing measurements which are obtained from satellite and radar. Finally; it is aimed to determine how urbanization is affected the distribution of rainfall over the city by examining these relationships on city base.

It is proposed that results of this study can be primarily an input for city planners for correctly improving and planning of cities and also for reduction - prevention studies against to natural disasters which are related to the climate and especially depending on rainfall. Furthermore, it can be provided a base within the scope of coping studies which are made with the trilogy of prevention, mitigation and adaptation against to climate change that has become a problem in our century.

For the study, precipitation events which are occurred in Ankara are examined on June 6 in the year 2010. For the date of June 6 in 2010, output of numerical prediction models, surface observations and Radar PPI data have been obtained and ECMWF model outputs, Radar PPI data and surface observations have been mapped in the GIS and analyzed.

Ankara'da dolu yağışı

Başkent genelinde etkili olan dolu yağışı, hayvancılığa etkiledi. Kent genelinde etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Zaman zaman çivil bulutların altında, şehir merkezinde yağış başladı. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

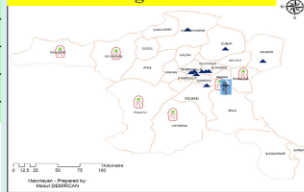
Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

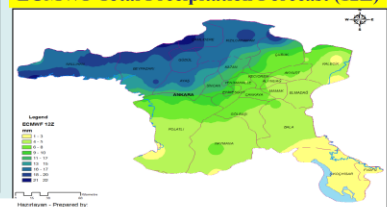
Devlet Meteoroloji Bşk. Ankara'da etkili olan yağışlar, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti. Yağışın başlangıcı, Batıkent, Demetevler, Çankaya ve Beşiktaş'ta yoğun olarak gerçekleşti.

10.06.2010

Meteorological Events



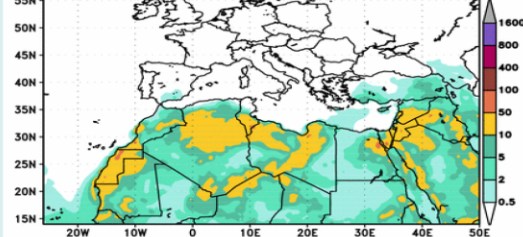
ECMWF Total Precipitation Forecast (12Z)



http://www.bsc.es/projects/earthscience/DREAM

BSC-DREAM8b Dry Dust Deposition (mg/m²)

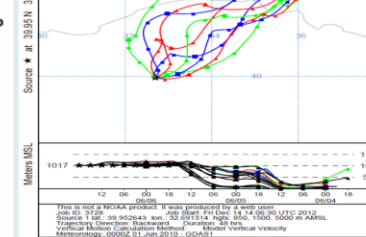
24h forecast for 12z 06 JUN 10



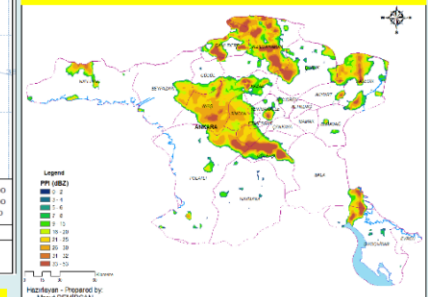
NOAA HYSPLIT MODEL

Backward trajectories ending at 1800 UTC 06 Jun 10

GDAS Meteorological Data



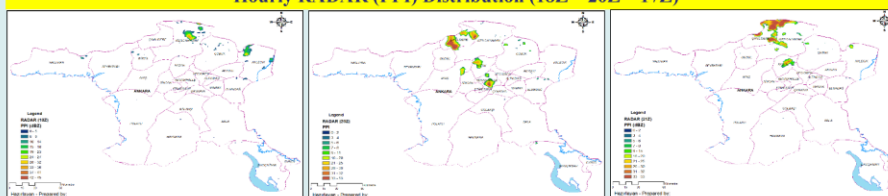
Mean PPI distribution of June 06



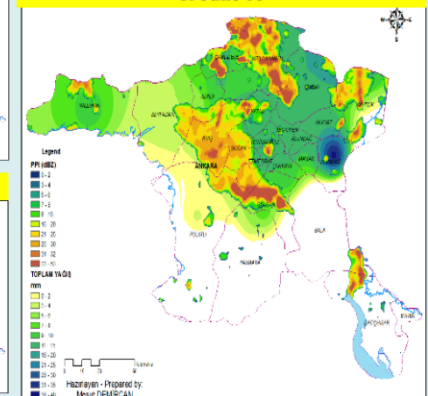
Hourly RADAR (PPI) Distribution (07Z – 14Z – 17Z)



Hourly RADAR (PPI) Distribution (18Z – 20Z – 17Z)



Mean PPI and Total Precipitation distribution of June 06



Conclusion

In the sample analysis it is observed that rainfall zones have moved according to the movement of the frontal system and they are not concentrated especially in the east parts of Ankara. In sampling dates, it is interesting to consider that the dust transportation along with frontal systems which are brings rainfall is observed in Atmospheric Dust Forecasting System maps. It is thought that the systems which are cause precipitation, topographical structure of the city and dust transportation from the Saharan Desert have been more effective in the formation of precipitation.

GIS is important systems to prepare risk and mitigation maps for extreme events. Furthermore GIS can use to monitoring, preventive precaution and rescue planning in Disaster and Emergency Management Centre (DEMC) during a disaster situation. GIS can use different layer such as risk, actual situation, road, hospital, etc. at same time. GIS can search and show possible best solution for DEMC studies.

The issues, to use RADAR and Meteorological Models data in GIS is format of data that these data can not use directly in GIS systems. Due to this RADAR and models data can distribute to user standard format such as NetCDF or GIS readable format.



COMPARISON OF WATER VAPOUR ESTIMATES IN ANKARA, TURKEY



IRD.P21

Mesut DEMİRCAN¹ Emine TANIR KAYIKÇI² Selma ZENGİN KAZANCI²

¹ Turkish State Meteorological Service, Ankara, mdemircan@mgm.gov.tr

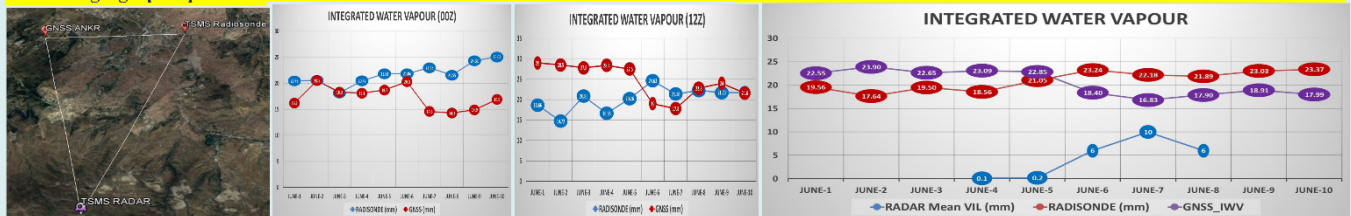
² Karadeniz Teknik University Engineering Faculty, Department of Geomatics Engineering, Trabzon

Meteorological and climate studies are enrichments with new observation technic and technology as well as secondary equipment's such as Global Positioning System GPS/ Global Navigation Satellite System (GNSS). To determine the accurate data in GNSS, it is need to know Integrated Water Vapour (IWV) which cause to tropospheric zenith delay. Vice versa IWV could be calculate from zenith travel time delays from GPS signals data with atmospheric pressure and temperature of GPS site. IWV which is produced from radiosonde data generally use as reference to determine the accuracy of GPS data. Nowadays GNSS meteorology is very familiar in Geomatics engineering. Perceptible Water Vapour (PWV) or Integrated Water Vapour (IWV) or Vertical Integrated Liquid (VIL) are different use in different meteorological systems and they are calculate from meteorological satellite data, radar data and radiosonde data.

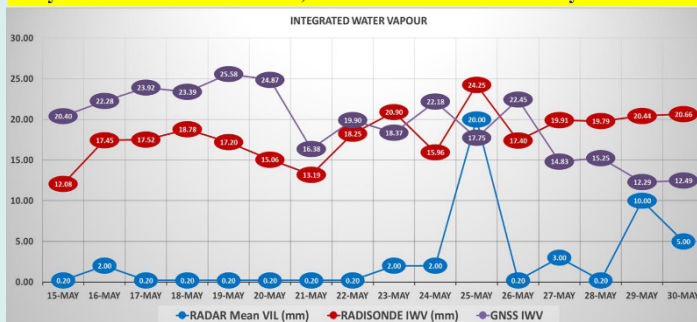
Spatial and temporal fluctuatings of water vapour content in the lower atmosphere cause time delays in signals propagating from space to targets on the ground. Different measurement methods exist to estimate water vapour. Global Navigation Satellite Systems (GNSS) provides continuous water vapour estimates. In this study, GNSS derived water vapour estimates are compared to radiosonde and radar observations. Statistical analysis of the differences between three data sets, GNSS, radar and radiosonde are summarized.

In this study, it is intended to investigate relation between GNSS Ankara station's IWV, Ankara radiosonde station's IWV and Ankara Radar's VIL data. For this purpose, two term which are June 1 to 10 in 2010 and May 15 to 30 in 2015 are selected. These two term are consist of both dry and wet days. Data are obtained from NASA The Crustal Dynamics Data Information System (CDDIS) for GNSS IWV data, NOAA Integrated Global Radiosonde Archive (IGRA) for radiosonde IWV data and TSMS for radar VIL data.

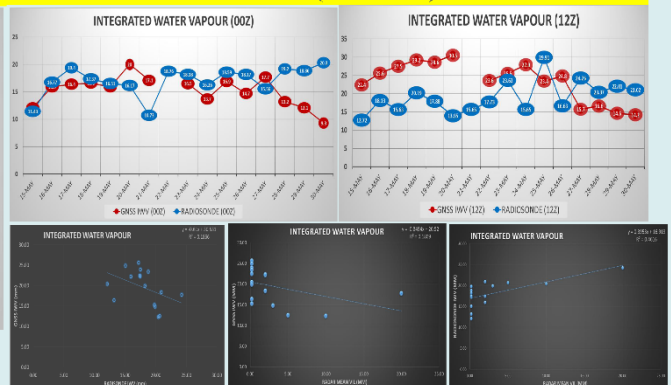
Stations geographic position IWV data of GNSS and Radiosonde (00Z and 12Z)



Daily mean IWV value of RADAR, GNSS and Radiosonde for May 15 to 30



IWV data of GNSS and Radiosonde (00Z and 12Z)



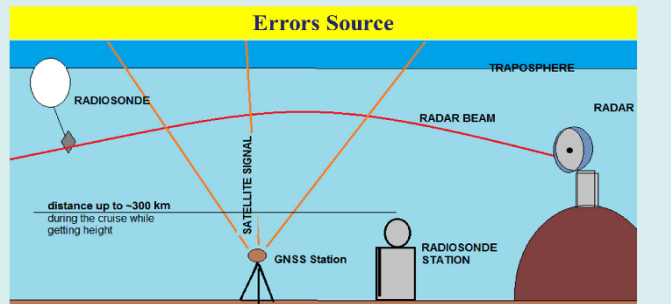
CONCLUSION

Comparing results are relation of GNSS and Radiosonde is quite good esp. during to precipitation and also Radar values get to closer to GNSS and Radiosonde during to precipitation. During to precipitation sky is covered by clouds and the water vapour distribute generally uniform in atmosphere esp. in stratiform type weather conditions. Causes of errors should be as follows:

- Satellite signal which come from satellite to directly GNSS station pass throughout troposphere and its effected by troposphere humidity as a result GNSS IWV representative of troposphere layer water vapour. GNSS observations are stationary observations.
- When radiosonde balloon is released it start to cruise freely in atmosphere and it's cruising depends on to winds in atmosphere and it can be go far away up to 300km in any directions. During to cruise while getting height it goes far away and also it collects data on its way. So it is naturally collect different values from stationary station.

- Radar make observation with its beam. Beam path is not goes strait ahead in atmosphere. It is goes like as curve which is suit to the world's roundness and when it crush to water droplet it turns back to RADAR antenna. The result of this, firstly if the droplet size is too small or moisture in atmosphere is in a vapour form such as in clear air RADAR may not be observed it. Secondly, due to RADAR beam shape is like curve it can not measure all layer moisture. So RADAR VIL values could not representative troposphere layer total moisture.

To free from errors radiosonde values must be use with measurement points coordinates. If RADAR's value or meteorological satellite values use for comparing GNSS IWV values it is need to make a private study for this purpose.



GFDL-ESM2M Modeli Temelinde RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Türkiye İçin Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları

Temperature and precipitation projections based on GFDL-ESM2M using RCP4.5 and RCP8.5 scenarios for Turkey

Öz:

Senaryo, gelecekteki bazı olayları resmeden hikâyelerdir. Senaryo geleceğin tahmini değil, olması muhtemel alternatif durumların tanımlanmasıdır. Bunun yanında, emisyon senaryoları, iklim değişikliği çalışmalarının en önemli bileşenlerinden birini teşkil etmektedir. İklim geniş bölgelerde çok uzun zaman içinde gerçekleşen ortalama hava koşullarıdır. İklim değişikliği ise “nedeni ne olursa olsun iklimin ortalama durumunda veya değişkenliğinde onlarca yıl ya da daha uzun süre boyunca gerçekleşen değişiklikler” biçiminde tanımlanmaktadır. IPCC raporlarında da belirtildiği üzere Türkiye, 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 havza, bölge ve il düzeyinde sıcaklık ve yağış projeksiyonları geliştirilmiştir. Bu çalışmada, 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 çıktıları kullanılmıştır. Çalışmada tercih edilen RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları IPCC 5. Değerlendirme Raporu’nda oldukça fazla tercih edilen senaryolardır. Düşük çözünürlükte olan küresel model datalarından daha yüksek çözünürlüklü parametreler elde etmek amacıyla RegCM4.3.4 Bölgesel İklim Modeli ile 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. Projeksiyon sonuçlarına göre; yıllık ortalama sıcaklıkta RCP4.5 senaryosuna göre ortalama 1,5°C, RCP8.5 senaryosuna göre ortalama 2,5°C artış ön görülmektedir. Yağış miktarlarında RCP4.5 senaryosuna göre ortalama olarak 10-15 mm/yıl, RCP8.5 senaryosuna göre ortalama olarak 105-110 mm/yıl civarında azalışlar öngörülmektedir. Sıcaklık ve yağış ortalamalarındaki değişiklikler ülkemizin çok çeşitli coğrafik özelliklere sahip olması nedeniyle bölgesel, havza ve il bazında farklılıklar göstermektedir. Sıcaklık artışı açısından en hassas havza olarak Fırat-Dicle havzası, yıllık ortalama yağış değişimi açısından ise Akdeniz Bölgesi içerisinde yer alan havzaların en hassas yöreler olması ön görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, IPCC, GFDL-ESM2M, RegCM4.3.4, RCPs.

* İletişim yazarı: Hüdaverdi Gürkan, e-posta: hgurkan@mgm.gov.tr

Abstract: Scenario is a story that depicts some events in future. Scenario is not a forecast or a prediction of future, it is description of the possible alternative cases. Additionally, the emission scenario is one of the most important components of climate change studies. Climate is the average weather conditions that occur in a wide area in a very long time. Climate change refers to a change in the state of the climate that can be identified by changes in the mean and/or the variability of its properties and that persists for an extended period, typically decades or longer. Turkey is located in the eastern Mediterranean basin, one of the most vulnerable regions to climate change as stated in the IPCC report. Basin-based, regional-based and provincial-based temperature and precipitation projections were developed for minimizing the negative effects of climate change adaptation and to support activities to combat climate change on a sectoral basis. In this study, GFDL-ESM2M global circulation model outputs, developed by the Geophysical Fluid Dynamics Laboratory connected to the National Oceanic and Atmospheric Administration in United States, were used. Selected scenarios (RCP4.5 and RCP8.5) of this study were the most preferred scenarios in the IPCC 5th Assessment Report. In order to obtain high-resolution climatic parameters from the low-resolution global model data, nesting method (Nested simulations) were used with Regional Climate Model RegCM4.3.4, then temperature and precipitation projections were produced for 2016-2040, 2041-2070, 2071-2099 periods, relative to the 1971-2000 reference period with 20 km resolution in 130x180 grid matrix. According to results; the increase that is expected in annual mean temperature is 1,5°C based on RCP4.5, and 2.5°C based on RCP8.5. In the amount of precipitation, an average decrease of 10-15 mm/year and 105-110 mm/year is expected based on RCP4.5 and RCP8.5 respectively. Changes in mean temperature and precipitation show some differences on regional, watershed, and provincial level due to various geographical features of our country. Fırat-Dicle basin draws attention as the most sensitive basin in terms of temperature increase. In terms of average annual precipitation change, it is expected that basins, located in Mediterranean Region, will be the most sensitive regions.

Key Words: Climate Change, IPCC, GFDL-ESM2M, RegCM4.3.4, RCPs.

1. Giriş

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 (UNFCCC, 1994; Akçakaya vd., 2015). Sanayi devriminden bu yana iklimde insan kaynaklı büyük değişiklikler görülmeye başlanmıştır. Bunun en önemli etmenleri olarak sanayi devrimiyle birlikte yoğun olarak kullanılmaya başlayan fosil yakıtlar, hızlı kentleşme, hızlı nüfus artışıyla birlikte arazi kullanım yapısında gerçekleşen değişiklikler, orman alanlarının yok edilmesi gibi etmenler kabul edilmektedir. Tüm bu olumsuz etmenler atmosferdeki sera gazı oranında hızlı bir artışa ve buna bağlı olarak da küresel olarak ısınmaya yol açmaktadır.

İklimde meydana gelen değişiklikler insanoğlu ve tüm canlıların yaşamını doğrudan etkilemektedir. Gelecekte görülmesi muhtemel iklimin tahmin edilmesinde en önemli çalışma iklimin modellenmesidir (MGM, 2013 ; Demir, Ö., vd., 2013 ; Demircan, M., vd., 2014a; Demircan, M., vd., 2014b). Sanayi devrimiyle beraber insan faaliyetleri nedeniyle küresel olarak iklimde meydana gelen değişiklikleri önleyebilmek, azaltabilmek ve iklim değişikliği ile küresel manada çalışmaları koordine edilmek adına 1988 yılında Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuştur. IPCC günümüzde iklim değişikliği ile ilgili çalışmaları koordine eden en önemli kuruluşlardan

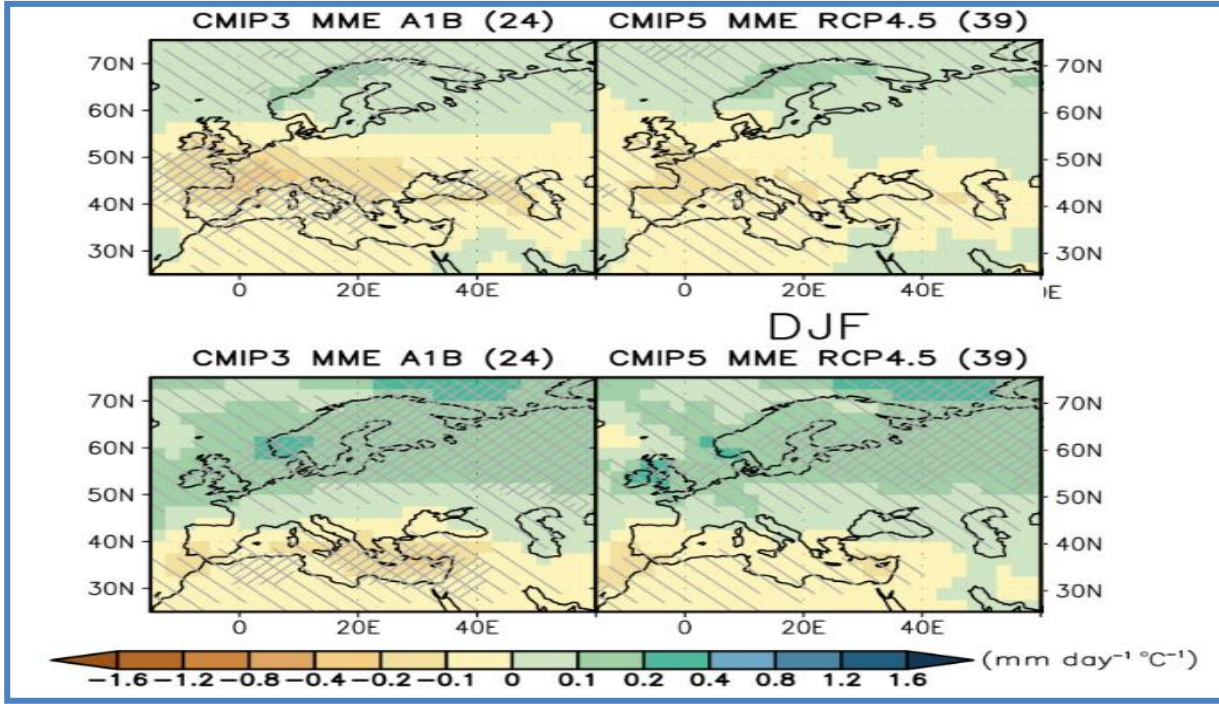
biridir. IPCC'nin en önemli çalışma konularından bir tanesi geleceğe yönelik muhtemel alternatif durumların ortaya konması çalışmalarıdır. Yani geleceğe yönelik muhtemel senaryoları oluşturma çalışmalarının yürütülmesini koordine etmektedir. Senaryo, gelecekteki bazı olayları resmeden hikâyelerdir (Gregory ve Duran, 2001). Senaryo geleceğin tahmini değil, olması muhtemel alternatif durumların tanımlanmasıdır (IPCC, 2000).

İklim değişikliği çalışmaları bünyesindeki senaryo geliştirme sürecinde sera gazları konsantrasyonlarının gelecekteki potansiyel miktarlarını ortaya koyabilmek için emisyon senaryoları oluşturulmuştur. Bu bağlamda, emisyon senaryoları, sera gazları ve aerosoller gibi yer yüzünün radyasyon dengesini bozan maddelerin gelecekte atmosferdeki konsantrasyonlarının tahmin edilmesidir (Moss vd., 2010). Bunun yanında, emisyon senaryoları, iklim değişikliği çalışmalarının en önemli bileşenlerinden birini teşkil etmektedir.

IPCC 25. Oturumuna kadar iklim değişikliği ile ilgili senaryoların oluşturulma işlerini koordine etmekteydi. Fakat 25. Oturumunda (IPCC, 2006) IPCC'nin senaryo geliştirme çalışmalarına koordine etmek yerine senaryo geliştirme çalışmalarının kolaylaştırma misyonunu üstlenmesine ve geliştirilecek yeni emisyon senaryolarının geliştirme işlerini araştırma camiasının yürütmesine karar verilmiştir.

IPCC'nin 25. Oturumunda alınan kararlar doğrultusunda, 2007 yılında yapılan IPCC Uzmanlar Toplantısı'nda yeni senaryolar ile ilgili bir dizi kararlar alınmış ve senaryoların ana hatları yeniden belirlenmiştir. Bu yeni yaklaşımla geliştirilen yeni konsantrasyon senaryoları Temsili Konsantrasyon Rotaları (RCP: Representative Concentration Pathways) olarak adlandırılmıştır. Aynı toplantıda belirlenen özellikler bakımından ve ışımsal zorlama seviyeleri ve rotaları için 4 adet RCP tipi tanımlanmıştır. Bunlar ışımsal zorlama değerleri en küçükten en büyüğe sırası ile RCP3-PD(RCP2.6), RCP4.5, RCP6.0 ve RCP8.5'dir.

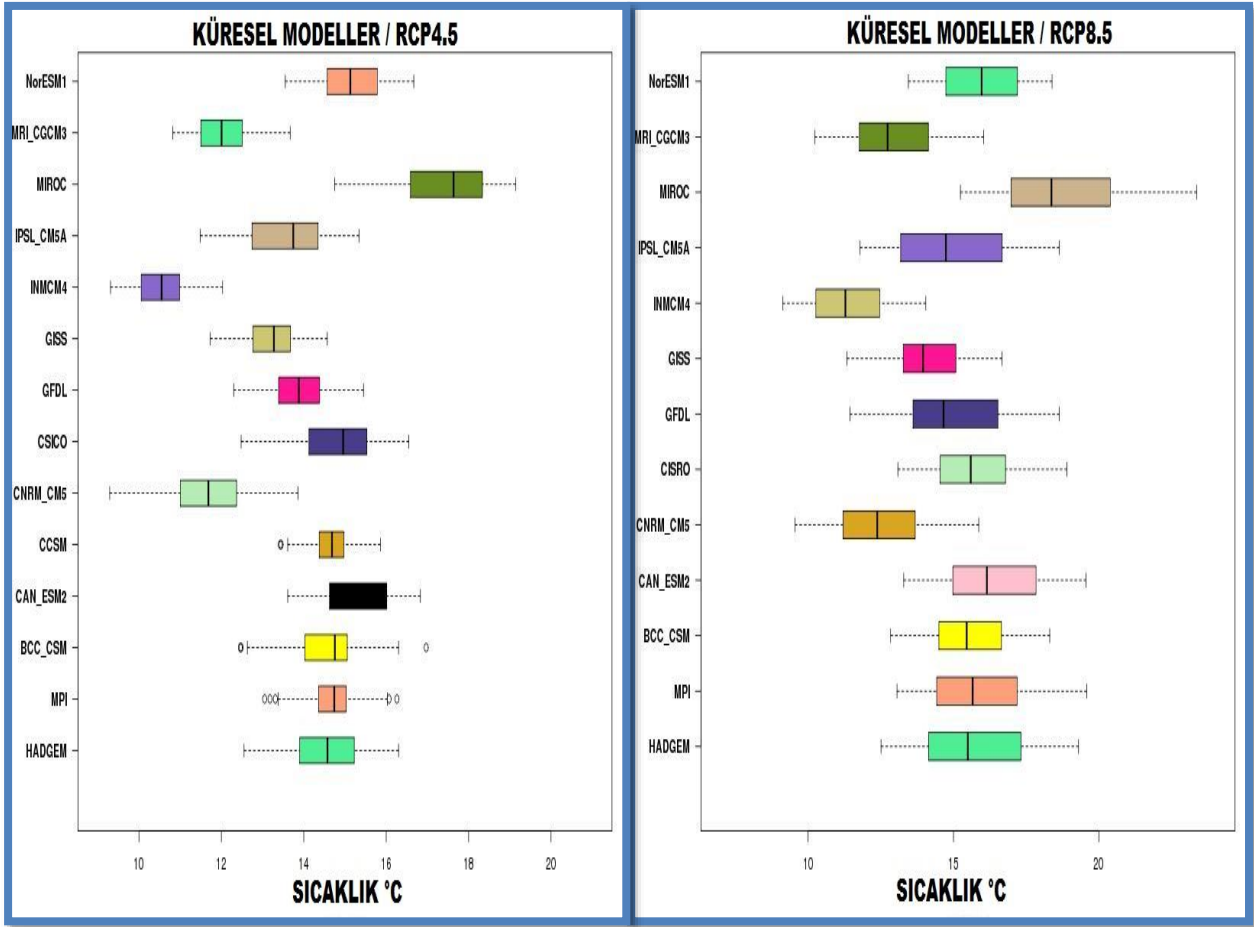
IPCC 5. Değerlendirme Raporu'nda göre Akdeniz havzasında ve Avrupa'da sıcaklıkların 21. Yüzyıl boyunca da artmaya devam edeceği belirtilmiştir (IPCC, 2013). Şekil 1'e göre hem CMIP3 kapsamında A1B senaryoları ile yapılan hem de CMIP5 kapsamında RCP4.5 senaryoları ile yapılan 2080-2099 dönemi yaz ve kış mevsimleri yağış anomalileri projeksiyonlarına göre Türkiye'nin büyük bir bölümünde yağışlarda azalışlar öngörülmektedir. Yaz mevsimi projeksiyonlarında Türkiye'nin tamamında azalışlar, kış mevsiminde ise Karadeniz Bölgesi'nin kıyı kesimlerinde artışlar öngörülmüştür (IPCC, 2013)



Şekil 1. Avrupa ve Akdeniz havzası için 2080-2099 dönemi yağış anomalileri. Yaz mevsimi (haziran-ağustos) (üst), kış mevsimi (aralık-şubat) (alt). CMIP3 24 küresel iklim model ile A1B senaryosu (sol), CMIP5 39 Küresel model ile RCP4.5 senaryosu (sağ).

2. Materyal ve Yöntem

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. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerini en aza indirmek, sektörel bazda iklim değişikliğine uyum ve mücadele faaliyetlerini desteklemek amacıyla havza, bölge ve il düzeyinde sıcaklık ve yağış projeksiyonları geliştirilmiştir (Gürkan vd., 2015) 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 (Şekil 2).



Şekil 2. Küresel modellerin RCP4.5 senaryosu (sol) ve RCP8.5 senaryosuna (sağ) göre Türkiye için gösterdikleri ortalama sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

Bu çalışmada, 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. GFDL, madde döngüleri (karbon, su vb.) ile insan aktivitelerinin iklim sistemleri üzerine etkileşimini bir arada incelemek için geliştirilmiştir. Model, birleştirilmiş atmosfer ve okyanus sirkülasyonunun yanı sıra atmosfer kimyasını da (CO₂, NO_x, SO₄, aerosol vb.) içermektedir. Ayrıca model bitki biyolojisi ve bitki yüzey kullanımı, yüzey fiziki ve hidrolojisi, okyanus ekolojisi ve biyojeokimyası, okyanus sirkülasyonu ve deniz buzulları bileşenleri konfigürasyonları ile geliştirilmiştir. Modelin arazi bileşeni, yağış ve buharlaşma, akarsu, göl, ırmak, ve yüzeysel akışının yanı sıra dinamik karbon ve diğer elementlerin birikimlerinin simülasyonunu oluşturabilmek için karasal ekoloji bileşenini de içermektedir (Akçakaya vd., 2015).

Çalışmada 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 ısınımsal 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/m²'ye, eşdeğer CO₂ 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^2 'ye, eşdeğer CO_2 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).

Küresel iklim modellerinin düşük çözünürlüklü verilerinden ülkemizi içine alan bölgeyi kapsayan daha yüksek çözünürlüklü bölgesel iklim projeksiyonları oluşturabilmek için bölgesel iklim modellerinin kullanılması gerekmektedir. 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).

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 130×180 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.

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. Bölgesel iklim modeliyle (RCM) referans döneminde CRU ve UDEL verilerine uygun sonuçlar veren projeksiyonlar üretebilmek için sıcaklık ve yağış parametreleri kıyaslanarak yirmiden fazla parametrisasyon işlemi gerçekleştirmiş olup gözlem datalarına yakın çıktılar üretilmeye çalışılmıştır (Çizelge 1.).

Çizelge 1. 1971-2000 referans periyodu mevsimlik ortalama sıcaklıklarının ve günlük yağış verilerinin gözlem verileri ile karşılaştırılması (Türkiye/GFDL-ESM2M / RegCM4.3.4)

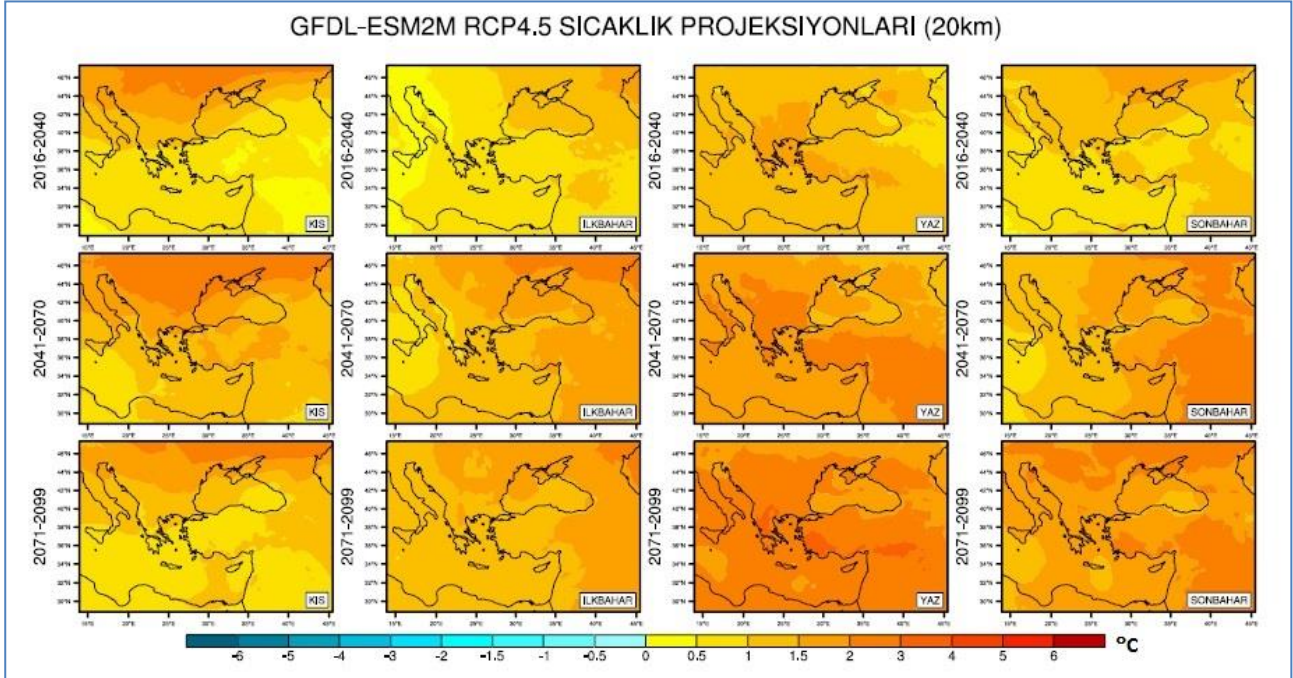
MEVSİMLER	SICAKLIK(°C)			YAĞIŞ (mm/gün)		
	RCM	CRU	UDEL	RCM	CRU	UDEL
KIŞ	0,949	0,561	-0,076	1,728	2,126	2,353
İLKBAHAR	6,996	9,712	9,309	2,240	1,973	2,098
YAZ	17,343	20,859	20,7	1,769	0,685	0,742
SONBAHAR	8,404	12,48	11,961	1,206	1,332	1,454
ORTALAMA	7,956	10,906	10,474	1,736	1,530	1,664

3. Bulgular

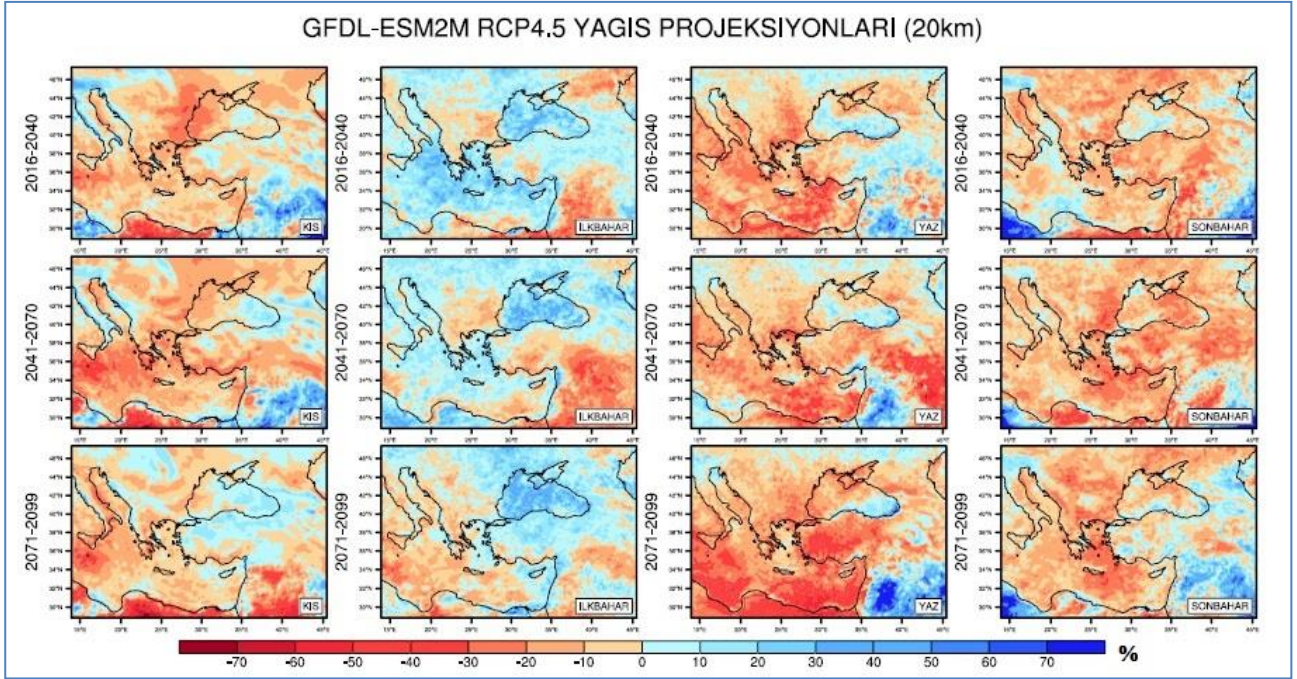
Ülkemizin de içinde bulunduğu coğrafya için, RCP4.5 ve RCP8.5 senaryosuna göre, GFDL-ESM2M küresel model verileri RegCM4.3.4 bölgesel iklim modeli kullanılarak dinamik ölçek küçültme yöntemiyle 1971-2000 referans periyotlu ve 2016-2099 gelecek dönemi için projeksiyonlar üretilmiştir.

Elde edilen 20 km çözünürlüklü bölgesel iklim modeli datalarından sıcaklık ve yağış parametrelerinin mevsimsel olarak 2016-2040, 2041-2070, 2071-2099 periyotları için projeksiyon çıktılarının görüntülenmesi yapılmıştır.

3.1. RCP4.5 Senaryosuna Göre Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları



Şekil 3. RCP4.5'e göre RegCM4 Bölgesel Modeli 20 km sıcaklık projeksiyonları (GFDL-ESM2M/RF:1971-2000)



Şekil 4. RCP4.5'e göre RegCM4 Bölgesel Modeli 20 km yağış projeksiyonları (GFDL-ESM2M/RF:1971-2000)

GFDL-ESM2M küresel iklim modeli verilerinden RCP4.5 senaryosuna göre RegCM4.3.4 bölgesel iklim modeli dinamik ölçek küçültme yöntemiyle 20 km çözünürlükte sıcaklık ve yağış projeksiyonlarına göre;

2016-2040 Periyodu

Isınmanın genellikle 0,5°C-1,5°C arasında olacağı, yaz mevsiminde Ege ve Akdeniz Bölgelerinde 1,5°C'nin üzerinde bir artışın olacağı dikkat çekmektedir.

Yağışlarda ise ilkbaharda Güneydoğu Anadolu, Göller Yöresi ve Marmara Bölgesi dışında kalan tüm yurttan yaklaşık %10 civarında artışlar, sonbaharda hemen hemen tüm yurttan %20'leri aşan oranlarda azalışlar ön görülmektedir. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yaz mevsimi yağışlarında artış ön görülürken, ülkemiz için oldukça önemli olan kış mevsiminde ülkenin büyük bir kısmında yağışlarda azalış ön görülmektedir.

2041-2070 Periyodu

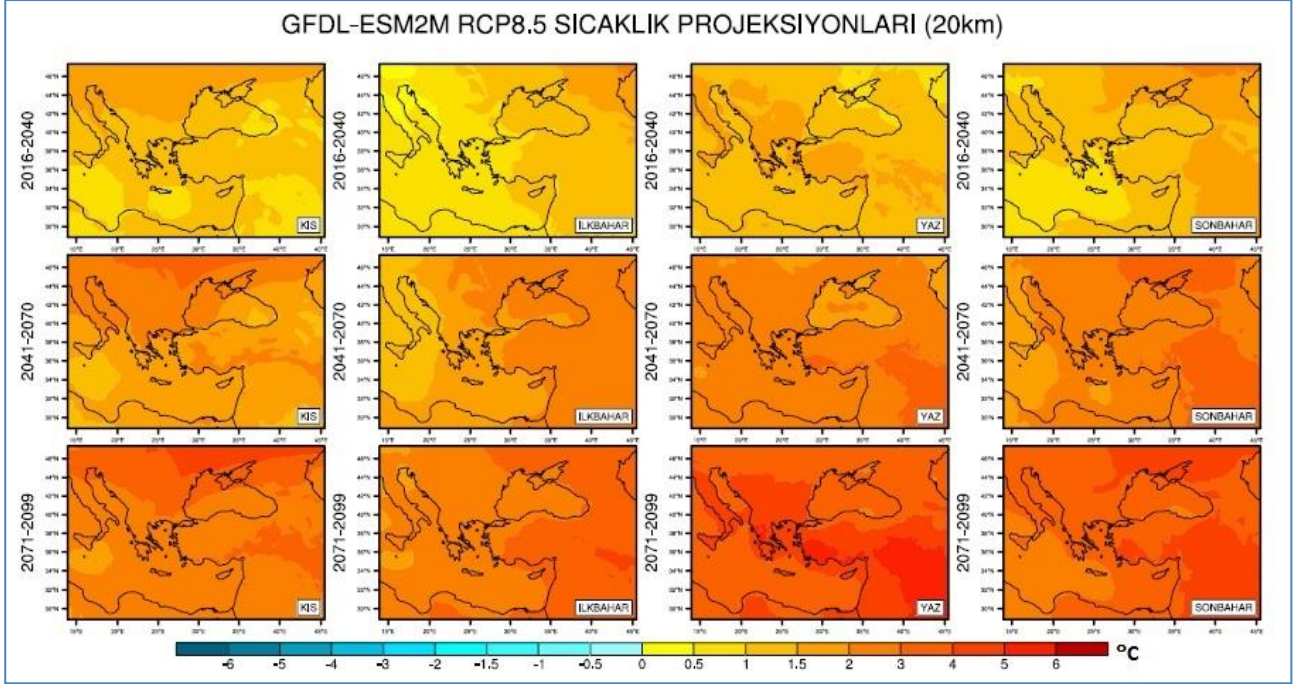
Isınmanın genellikle 1,5°C-2,5°C arasında olacağı, sonbahar mevsiminde Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 2,5°C'nin üzerinde bir artışın olacağı öngörülmektedir.

Yağış projeksiyonlarına göre; yaz ve sonbahar mevsiminde hemen hemen tüm yurdun oldukça kurak bir dönem geçireceği, kış mevsiminde yurdun kuzey bölgelerinde yer yer artış görülürken ülkemizin büyük kısmında özellikle Akdeniz bölgesinde %30'lara varan oranda azalış, ilkbahar mevsiminde ise iç bölgelerde özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki azalışların olacağı dikkat çekmektedir.

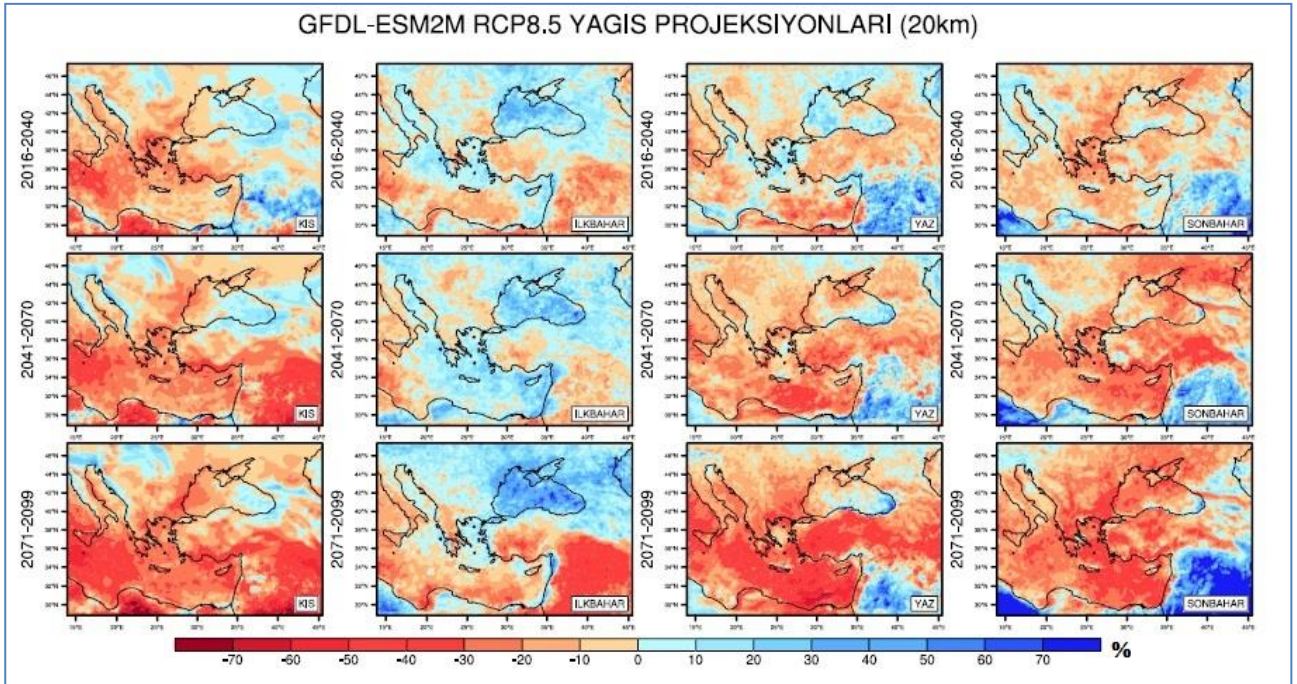
2071-2099 Periyodu

Isınmanın yaz mevsiminde ülkemizin büyük bölümünde 3°C'nin üzerinde olacağı ön görülmektedir. Yağışlarda ilkbahar mevsiminde yurdun büyük kısmında %10 civarında artışlar ön görülürken, özellikle Akdeniz Bölgesinde tüm mevsimlerde %30'lara varan oranda azalış eğiliminin olacağı dikkat çekmektedir.

3.2. RCP8.5 Senaryosuna Göre Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları



Şekil 5. RCP8.5'e göre RegCM4 Bölgesel Modeli 20 km sıcaklık projeksiyonları (GFDL-ESM2M/RF:1971-2000)



Şekil 6. RCP8.5'e göre RegCM4 Bölgesel Modeli 20 km yağış projeksiyonları (GFDL-ESM2M/RF:1971-2000)

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

2016-2040 Periyodu

Isınmanın genellikle 1°C-1,5°C arasında olacağı, yaz mevsiminde yurdun batısında sonbaharda ise yurdun doğusunda 1,5°C'nin üzerinde bir artışın olacağı beklenmektedir. Yağış projeksiyonlarına göre; genel olarak Karadeniz Bölgesi'nde kış ve ilkbahar mevsiminde, Kuzey Ege'de de yaz yağışlarında bir artış öngörülürken yurdun geri kalanında azalışlar, özellikle de Akdeniz Bölgesi'nde kış mevsiminde %30'ların üzerinde azalışların olacağı öngörülmektedir.

2041-2070 Periyodu

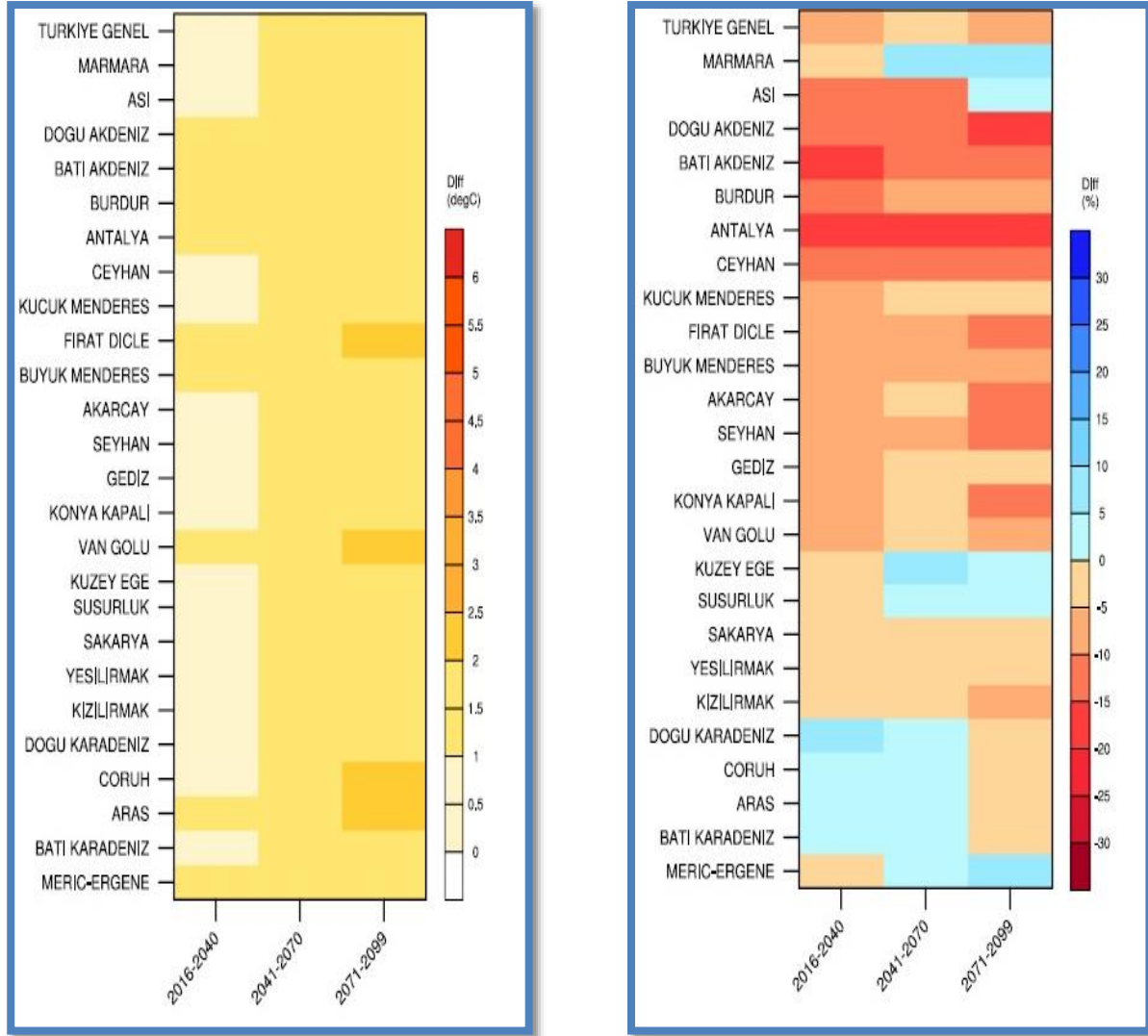
Isınmanın genel olarak 2°C'nin üzerine çıkacağı, yaz mevsiminde Güney Ege, Batı Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, sonbahar mevsiminde de yurdun doğu kesimlerinde 3°C'nin üzerine çıkacağı dikkat çekmektedir.

Yağış projeksiyon sonuçlarına göre; kış mevsiminde sadece Karadeniz Bölgesi'nde bir artış görülürken yurdun geri kalanında özellikle de Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde %50'lere varan oranlarda azalışların olacağı ön görülmektedir. İlkbaharda Kıyı Ege, Marmara, Karadeniz, Doğu Anadolu'nun kuzeyi ile Akdeniz Bölgesi'nin doğusunda artışların olacağı göze çarpmaktadır. Yaz mevsiminde Çukurova yöresi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinin bir kısmı hariç tüm yurttaki azalış, sonbaharda mevsiminde de hemen hemen tüm yurttaki azalış görülürken bu azalışın özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde %50'nin üzerinde olacağı öngörülmektedir.

2071-2099 Periyodu

Yüzyılın son çeyreğinde ısınmanın özellikle yaz mevsiminde Ege Bölgesi, Akdeniz kıyıları ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 5°C'nin de üzerine çıkacağı ön görülmektedir. Yağış projeksiyonlarına göre; periyot boyunca tüm yurttaki ciddi azalışlar ön görülmektedir. Özellikle yurdun güney bölgelerinde kış ve ilkbahar aylarında %50-%60'lara varan oranlarda, yaz mevsiminde ise hemen hemen tüm yurttaki %50'lere varan oranlarda azalışlar olacağı ön görülmektedir.

3.3. RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Havza Bazlı Projeksiyonlar

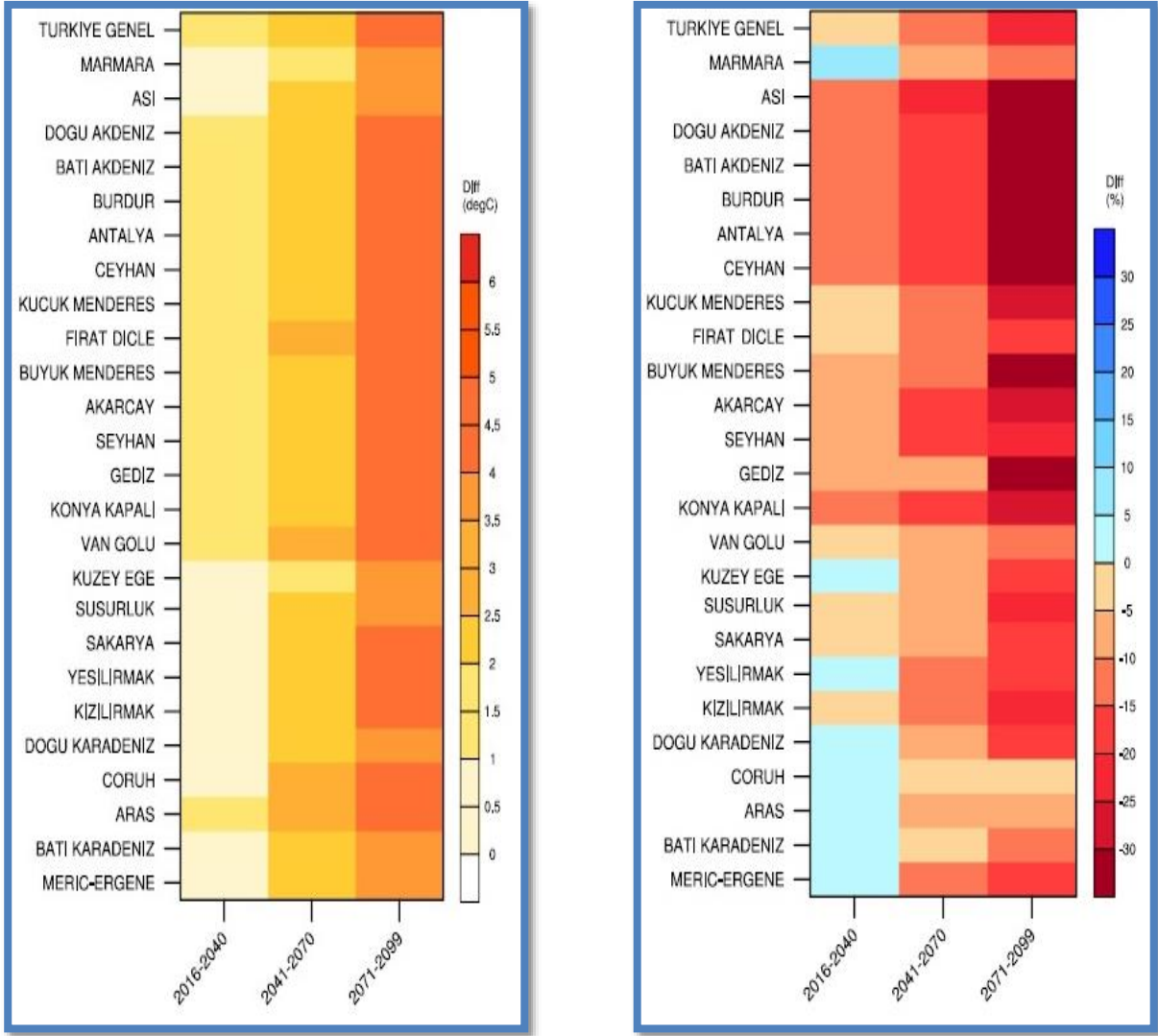


Şekil 7. 2016-2099 havza sıcaklık ve yağışlarının referans periyottan farkları (RCP4.5:GFDL-ESM2M/RegCM4.3.4/RF:1971-2000)

RCP4.5 senaryosuna göre;

Ortalama sıcaklıkların tüm havzalarda artış eğiliminde olacağı öngörülmektedir. Artışın ilk periyotta genel olarak 0,5°C-1°C civarında olacağı, 2041-2070 ve 2071-2099 periyotlarında ise 1,5°C-2°C'ye çıkacağı öngörülmektedir.

Yağış projeksiyonları incelendiğinde Türkiye genelinde tüm periyotlarda toplam yağışlarda azalma ön görülürken, ilk periyotta 4, (Asi, Seyhan, Van Gölü, Aras) son periyotta da 6 havzada (Van Gölü, Yeşilırmak, Doğu Karadeniz, Çoruh, Aras, Batı Karadeniz) %5-%10 arasında artış öngörülmektedir. İkinci periyotta tüm havzalarda azalış öngörülmektedir. En fazla azalışın ise ikinci periyotta Batı Akdeniz, Antalya ve Fırat-Dicle havzalarında olacağı dikkat çekmektedir.



Şekil 8. 2016-2099 havza sıcaklık ve yağışlarının referans periyottan farkları (RCP8.5:GFDL-ESM2M/RegCM4.3.4/RF:1971-2000)

RCP8.5 senaryosuna göre;

Ortalama sıcaklıkların tüm havzalarda artış eğiliminde olacağı öngörülmektedir. Artış ilk periyotta genel olarak 1°C-1,5°C civarındayken, 2041-2070 periyodunda 2°C-2,5°C'ye, 2071-2099 periyodunda ise 3,5°C'nin de üzerine çıkacağı öngörülmektedir. En fazla artış 2071-2099 periyodunda 4°C-4,5°C ile Fırat-Dicle havzasındadır.

Yağış projeksiyonları incelendiğinde Türkiye genelinde tüm periyotlarda toplam yağışlarda azalma ön görülmektedir. Asi, Doğu Karadeniz ve Çoruh havzalarında ilk iki periyotta, Van gölü ve Aras havzalarında da sadece ilk periyotta artış öngörülmektedir. En fazla azalışın Batı Akdeniz, Burdur ve Antalya havzalarında ve % 30'ların üzerinde bir oranda olması öngörülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren iklim değişikliğinin etkileri daha fazla hissedilmeye başlanmıştır. IPCC'nin 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 (IPCC, 2013; Akçakaya vd., 2013). Ülkemiz iklim değişiklikleri açısından hassas bir coğrafyada yer almaktadır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü olarak iklim değişikliklerinin ülkemiz ve bölgesi için gelecek dönem olası etkilerini inceleyebilmek amacıyla küresel iklim modelleri kullanarak iklim projeksiyonları geliştirilmiştir. Çalışmada tercih edilen küresel iklim modellerinden biri de GFDL-ESM2M'dir. Düşük çözünürlüklü küresel iklim modeli çıktılarından ülkemiz için yüksek çözünürlüklü projeksiyonlar geliştirilmiştir.

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 periyoduna göre 2016-2040, 2041-2070, 2071-2099 yılları için sıcaklık ve yağış projeksiyonları üretilmiştir.

Elde edilen projeksiyon sonuçlarına genel olarak baktığımızda, her iki senaryoya (RCP4.5 ve RCP8.5) göre de tüm periyot (2016-2099) boyunca sıcaklıklarda artışlar beklenmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre periyot boyunca ortalama olarak 1,5°C artış beklenirken RCP8.5 senaryosuna göre artış miktarının ortalama olarak 2,5°C'ye ulaşması ön görülmektedir.

Yağış parametresi için projeksiyon sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde ise tüm periyot boyunca toplam yağış miktarlarındaki azalma eğilimi ile birlikte yağış miktarlarındaki düzensizlikler de dikkat çekmektedir. RCP4.5 senaryosuna göre periyot boyunca Türkiye genelinde yağışlarda yıllık ortalama olarak 10-15 mm/yıl civarında bir azalış öngörülmürken, RCP8.5 senaryosuna göre ise periyot boyunca ortalama 105-110 mm/yıl civarında bir azalış ön görülmektedir.

Önol vd. (2014) tarafından üç farklı küresel iklim modeli (ECHAM5, CCSM3, HadCM3) ve A2, A1F1 ve B1 senaryoları ve RegCM3 Bölgesel İklim Modeli kullanılarak ülkemizi de içine alan bölge için 2099 yılına kadar için yapılan sıcaklık ve yağış projeksiyonlarında 2071-2099 periyodunda Türkiye için özellikle kış mevsimi yağışlarında %10-%60'lara varan oranlarda azalışlar öngörülmüştür.

İngiltere Meteoroloji Ofisi (Met Office) tarafından Türkiye için yayınlanan raporunda CMIP3 bünyesinde A1B senaryosu ile yapılan iklim projeksiyonlarına göre gelecek dönemlerde Türkiye'nin kuzey bölgelerinde 2,5-3°C iç ve güneybatı bölgelerde 3-3,5°C doğu bölgelerde ise 3,5-4°C civarında sıcaklık artışları öngörülmektedir. Yağış projeksiyonlarına göre ise Türkiye'nin güney bölgelerinde %20'nin üzerinde, kuzey bölgelerinde ise %0-10 oranında azalışlar öngörülmektedir (Met Office. 2011).

Altınsoy vd. (2011) tarafından yapılan iklim projeksiyonlarına göre bütün Akdeniz havzası ve çevresi ülkelerin gelecekte iklim değişikliğinin sonuçlarından en çok ve olumsuz düzeyde etkilenecek bölgeler arasında yer alacağı anlaşılmaktadır. Sıcaklık artışının yanı sıra, bölgenin gitgide daha da kuraklaşacağı, daha sıcak ve daha

kurak koşulların yaşanacağı öngörülmüştür. Dolayısıyla, Akdeniz havzası ve Türkiye'yi içine alan bu geniş bölge, gelecek insan kaynaklı iklim değişikliğine ve olası sonuçlarına karşı çok savunmasız ve açıktır.

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 “Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları” adlı bir proje ile havza, bölge ve il düzeyinde sıcaklık ve yağış projeksiyonları geliştirilmiştir. Proje 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 “Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları” verilerini kullanmaları daha sağlıklı plan ve programlama yapmalarına olanak sağlayacaktır.

Referanslar

- Akçakaya, A.; Eskiöglü, O.; Atay, H.; Demir, Ö. (2013) Yeni Senaryolar İle Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları-TR2013-CC. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayını, 67s., Ankara.
- Akçakaya, A.; Sümer, U.M.; Demircan, M.; Demir, Ö.; Atay, H.; Eskiöglü, 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.
- Altınsoy, H.; Öztürk, T.; Türkeş, M.; Kurnaz, M.L. (2011) "Küresel iklim modeli kullanılarak Akdeniz Havzası'nın gelecek hava sıcaklığı ve yağış değişikliklerinin kestirilmesi", In: Proceedings of the National Geographical Congress with International Participation (CD-R), ISBN 978-975-6686-04-1, 7-10 Sep. 2011, Türk Coğrafya Kurumu, İstanbul Üniversitesi.
- Demir Ö.; Atay, H.; Eskiöglü O.; Tüvan, A.; Demircan M.; Akçakaya, A. (2013) "RCP4.5 Senaryosuna Göre Türkiye'de Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları", III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 2013 3 - 5 Haziran 2013, İstanbul, <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/rcp-45.pdf>
- Demircan, M.; Demir, Ö.; Atay, H.; Eskiöglü, O.; Tüvan, A. Akçakaya, A. (2014a) "Climate Change Projections for Turkey with New Scenarios", The Climate Change and Climate Dynamics Conference-2014 – CCCD2014, İstanbul, Türkiye.
- Demircan M.; Demir Ö.; Atay, H.; Eskiöglü O.; Yazıcı, B.; Gürkan, H.; Tüvan, A.; Akçakaya, A. (2014b) "Türkiye'de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları", TUCAUM - VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara.
- Elguindi, N.; Bi, X.; Giorgi, F.; Nagarajan, B.; Pal, J.; Solmon, F.; Rauscher, S.; Zakey, A.; Giuliani, G. (2011) "Regional Climatic Model RegCM User Manual Version 4.1", The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Italy.
- Fisher, B.; Nakicenovic, N.; Alfsen, K.; Corfee, M.J.; De la Chesnaye, F.; Hourcade, J.C.; Jiang, K.; Kainuma, M.; La Rovere, E.; Matysek, A.; Rana, A.; Riahi, K.; Richels, R.; Rose, S.; Van Vuuren, D.P.; Warren, R. (2007) "Issues related to mitigation in the long-term context", In: Climate change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Gregory, W.L., Duran, A. (2001) Scenarios and Acceptance of Forecasts. Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners, Edited by J. Scott Armstrong. Springer Science-Business Media, inc. New York.
- Gürkan, H.; Demir, Ö.; Atay, H.; Eskiöglü, 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, Türkiye, <http://www.atmosfer.itu.edu.tr/wp-content/uploads/2015/05/Cilt2.rar>
- Met Office (2011) Climate: Observations, projections and impacts (Turkey), Met Office, United Kingdom.
- Moss, R.H.; Edmonds, J.A.; Hibbard, K.A.; Manning, M.R.; Rose, S.K.; Vuuren, D.P.; Carter, T.R.; Emori, S.; Kainuma, M.; Kram, T.; Meehl, G.A.; Mitchell, J.F.B.; Nakicenovic, N.; Riahi, K.; Smith, S.J.; Stouffer, R.J.; Thomson, A.M.; Weyant, J.P.; Wilbanks, T.J. (2010) "The Next Generation Of Scenarios For Climate Change Research and Assessment", Nature, 2010 : Vol 463j1 1 February 2010doi:10.1038/nature08823.
- IPCC (2000) Special Report on Emissions Scenarios, Cambridge University Press, England.
- IPCC (2006) Report of The 25th Session of the IPCC, Port Louis, Mauritius.
- IPCC (2008) Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts, and response strategies, IPCC Expert Meeting Report on New Scenarios, Noordwijkerhout, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- 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
- Riahi, K.; Rao, S.; Krey, V.; Cho, C.; Chirkov, V.; Fischer, G.; Kindermann, G.; Nakicenovic, N.; Rafaj, P. (2011) "RCP 8.5 - A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions" Climatic Change (2011) 109: 33. doi:10.1007/s10584-011-0149-y.
- Thomson, A.M.; Calvin, K.V.; Smith, S.J.; Kyle, G.P.; Volke, A.; Patel, P.; Arias, S.D.; Lamberty, B.B.; Wise, M.A.; Clarke, L.E.; Edmonds, J.A. (2011) "RCP4.5: a pathway for stabilization of radiative forcing by 2100", Climatic Change (2011) 109: 77. doi:10.1007/s10584-011-0151-4.
- Önol, B.; Bozkurt, D.; Turunçoğlu, U.U.; Şen, Ö.L.; Dalfes, H.N. (2014) "Evaluation of the twenty-first century RCM simulations driven by multiple GCMs over the Eastern Mediterranean-Black Sea region", Climate Dynamics (2014) 42:1949–1965 DOI 10.1007/s00382-013-1966-7.
- UNFCCC (1994) İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi.

Sıcaklıkların Aylık Dağılım Desenleri

Monthly Distribution Patterns of Temperature

Mesut DEMİRCAN^{*1}, Hüseyin ARABACI¹, Mustafa COŞKUN¹, Necla TÜRKOĞLU², İhsan ÇİÇEK²

¹ *Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara*

² *Ankara Üniversitesi, Dil Tarih ve Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara*

Özet

İklim, belirtilen bir yerde ve uzun bir dönem boyunca tecrübe edilen ortalama hava koşullarıdır. Bir yerin iklimi; genel olarak enlemi, okyanusa olan uzaklığı ve deniz seviyesinden yüksekliği ile belirlenir. Standart ortalama periyodu 30 yıldır fakat amaca göre diğer periyotlar da kullanılabilir. İklim ortalamanın ötesinde günden güne, aydan aya, yıldan yıla büyüklükleri gibi istatistikleri de içerir. Sıcaklık iklim parametrelerinden bir tanesidir ve kamu ile sektörler tarafından en çok ilgilenilenidir. Sıcaklık; klimatolojik ve meteorolojik açıdan, ortalama, maksimum ve minimum değerleri ile analiz edilir. Ayrıca sıcaklık zamana bağlı olarak salınımına sahiptir. Meteoroloji servisleri her gün maksimum ve minimum sıcaklık tahminleri yapmaktadır. Bu çalışmada sıcaklıkların aylık dağılım desenlerinin analizinin yapılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Sarıyer-Kireçburnu, Sinop, Rize, Aydın, Ankara, Kars, Anamur ve Hakkâri lokasyonlarındaki sekiz istasyonunun verilerinden günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Verilerin zaman aralığı 1971'den 2015 yılına kadardır. Sıcaklığın maksimum ve minimum 1971 – 2015 uzun yıllık dönemi, 1971 – 2000 standart dönemi ve 1981-2010 standart dönemi için tespit edilmiştir. Sıcaklığın aylık dağılım desenini tespit etmek için, 1981-2010 dönemi için günlük ekstrem maksimum ve ekstrem minimum sıcaklığın ortalaması hesaplanmıştır. Anomaliler bahsedilen ortalamalar ile yukarıda bahsedilen dönemler için seçilen değerler arasında hesaplanmıştır. Sonuç olarak, grafiklerde salınım olduğu ve ay içinde belirli zaman aralıklarında maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık dönemlerinin olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, maksimum ve minimum sıcaklıkların oluşma olasılıkları için ay içerisindeki belirli zaman aralıkları, ay içerisindeki deseni gösterebilir. Bu çalışmanın hava tahmincilerinin ayın maksimum ve minimum sıcaklık tahminlerine yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sıcaklık, Maksimum, Minimum, Aylık Desen.

Abstract

Climate is the average weather conditions experienced in a particular place over a long period. The climate of a place is determined principally by its latitude, distance from the ocean, and elevation above sea level. The standard averaging period is 30 years but other periods may be used depending on the purpose. Climate also includes statistics other than the average, such as the magnitudes of day-to-day, month to month or year-to-year variations. Temperature is one of climate parameters and is more interested in by public and sectors. Temperature is analysed with its mean maximum and minimum values as climate and meteorological aspects. And also temperature has got an oscillation depending on time scale. Meteorological services make a forecast for every day about daily maximum and minimum temperatures. In this study, it is intend to analysis monthly distributions pattern of temperatures. For this purpose daily maximum and minimum temperature values are used from eight stations data from Turkish State Meteorological Service which are Sarıyer-Kireçburnu, Sinop, Rize, Aydın, Ankara, Kars, Anamur and Hakkari. Time periods are used from 1971 to 2015. Maximum and minimum values of Temperature are determined for 1971 to 2015 period, 1971 to 2000 period and 1981 to 2010 period from 1971to 2015 time series. To determine monthly distribution patterns of temperature, it is calculated mean of extreme maximum and minimum temperature for 1981 and 2010 period. Anomalies is calculated by these values. As a result, probability of occurring maximum and minimum temperature in certain time interval in a month may show a pattern in month. It is thought that this study can help to forecaster to forecast maximum and minimum temperature of months.

Key words: Temperature, Maximum, Minimum, Monthly pattern.

* İletişim yazarı: Mesut Demircan, e-posta:demircanm@gmail.com

1. Giriş

İklim oldukça geniş bir bölge içinde ve uzun yıllar değişmeyen ortalama hava koşullarıdır (Yalçın vd., 2005; Eken vd., 2008; Demircan vd., 2013(a)(b)(c); Demircan vd., 2014(a)(b); Demircan vd., 2015; Yıldırım vd. 2015). Bir yerin iklimi, temel olarak enlemi, deniz seviyesinden olan yüksekliği ve okyanusa olan mesafesi ile belirlenir (Şensoy ve Demircan, 2010; Demircan vd., 2013(a)(b)(c); Demircan vd., 2014(a)(b); Demircan vd., 2015). İklimin standart ortalama süresi 30 yıl olmakla birlikte diğer süreler amaca bağlı olarak kullanılabilir. İklim uzun bir süre boyunca belirli bir bölgedeki sıcaklık, nem, atmosferik basınç, rüzgâr, yağış, atmosferik parçacık sayımı ve çok sayıda diğer meteorolojik elemanların istatistiklerini kapsar. İklim; belirli bir zaman aralığında, belirli bir yer için atmosferin kolektif durumu olarak da tanımlanmaktadır. Kolektif durum istatistik kümelerin bir kısmı temelinde sınıflandırılır. En yaygın istatistik ortalamadır. İklim tanımları atmosfer gözlemleri ile yapılar ve sıcaklık, yağış, basınç, rüzgâr vb. içeren hava parametrelerinin çeşitlerinin ortalamaları ve ekstremeleri ile tanımlanır.

İklim normalleri başlıca iki amaç için kullanılır. Normaller; yeni veya mevcut birçok anomali tabanlı iklim veri kümeleri (örneğin, küresel ortalama sıcaklık) için bir temel sağlamayı da içeren karşılaştırılabilir gözlemler için bir ölçüt olarak hizmet vermektedir (WMO No:100, 2011; Demircan vd., 2013(a)(b)(c); Demircan vd., 2014(a)(b); Demircan vd., 2015). Normaller ayrıca, yaygın olarak belirli bir konumda yaşanabilecek olması muhtemel koşulların bir tahmini olarak, açık veya örtülü olarak kullanılmaktadır. Teknik Düzenlemeler (WMO No:100, 2011; Demircan vd., 2013(a)(b)(c); Demircan vd., 2014(a)(b); Demircan vd., 2015) altında, klimatolojik standart normaller; art arda birbirini takip eden 30 yıllık dönemler için hesaplanan klimatolojik verilerin ortalamalarıdır: 01 Ocak 1901'den 31 Aralık 1930'a kadar, 1 Ocak 1931'den 31 Aralık 1960'a kadar, vb. Normallerin beş önemli niteliği vardır; zamansal ortalamalardır, ağırlıksız ortalamalardır, ortalama dönemi otuz ardışık yıldır, geçmiş ve güncel verileri kullanan doğal filtrelerdir, on yılda bir yenilenirler (Arguez ve Vose, 2011; Demircan vd., 2013(a)(b)(c); Demircan vd., 2014(a)(b); Demircan vd., 2015).

İklim ortalamasının ötesinde günden güne, aydan aya, yıldan yıla büyüklükleri gibi istatistikleri de içerir. Sıcaklık iklim parametrelerinden bir tanesidir ve kamu ile sektörler tarafından en çok ilgilenilenidir. Sıcaklık, sırayla Dünya yüzeyini ısıtan, Dünya'nın uzaya doğru yaydığı ve Dünya'nın iklim ve havasını belirleyen güneşten gelen enerji ile ilgilidir. Sıcaklık değişimi; Dünya'nın kendi ve Güneş etrafındaki dönüşü, güneşlenme miktarı ve süresi, enlem, rakım, su kaynaklarına uzaklık, bitki örtüsü gibi faktörlere bağlı olarak ortaya çıkar ve bununla birlikte topografya üzerinde sürekli bir iklim parametresidir. Sıcaklığın değişimi enlem ve coğrafi etmenlere bağlı olarak yavaş değişim gösterir ve ani sıçramalar veya kesilmeler yapmaz (Demircan vd., 2011(a)(b)(c)(d)). Özellikle ortalama sıcaklıklar, ortaya çıktıkları yerin özelliklerini içlerinde taşırlar. Ortalama sıcaklıkların değişimindeki en önemli etmenin yükseklik ve enlem olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Sıcaklık; klimatolojik ve meteorolojik açıdan, ortalama, maksimum ve minimum değerleri ile analiz edilir. Sıcaklık, her gün, her ay ve her yıl için maksimum ve minimum değere sahiptir. Ayrıca sıcaklık zamana bağlı olarak salınımına sahiptir.

Meteoroloji servisleri her gün maksimum ve minimum sıcaklık tahminleri yapmaktadır (<http://www.mgm.gov.tr/tahmin/en-dusuk-ve-yukse-sicakliklar.aspx>). Bu tahminler bir günden on güne kadar uzanmaktadır. Ayrıca uzun zaman süren sıcaklık artışı ya da düşüşü olan ve sıcak - soğuk hava dalgaları olarak bilinen halk sağlığı için tehdit oluşturan aşırı sıcaklık olayları için de tahmin yapmaktadırlar. Bunun dışında meteoroloji ve iklim servisleri tarafından aylık ve mevsimlik tahminleri yapılmaktadır. Bu tahminlerin

en önemli parametrelerinden birisi de sıcaklıktır. Bu tahminler için klasik sinoptik yöntemler, istatistik yöntemler ve dinamik modelleme yöntemleri kullanılmaktadır.

2. Yöntem

Bu çalışmada sıcaklıkların aylık dağılım desenlerinin analizinin yapılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Türkiye'yi çevreleyecek şekilde sekiz istasyonu ile yapılmıştır. Bu istasyonlar: Sarıyer-Kireçburnu, Sinop, Rize, Aydın, Ankara, Kars, Anamur ve Hakkâri'dir. Bu istasyonların verilerinden günlük maksimum ve günlük minimum sıcaklık değerleri kullanılmıştır.

Verilerin zaman aralığı 1971'den 2015 yılına kadardır. Sıcaklığın maksimum ve minimum değerlerinin 1971 – 2015 uzun yıllık dönemi, 1971 – 2000 standart dönemi ve 1981-2010 standart dönemi için ekstrem değerleri tespit edilmiştir.

Sıcaklığın aylık dağılım desenini tespit etmek için, günlük ekstrem maksimum sıcaklığın ortalaması, günlük ekstrem minimum sıcaklığın ortalaması 1981-2010 dönemi için hesaplanmıştır. Anomaliler bahsedilen ortalamalar ile yukarıda bahsedilen dönemler için seçilen değerler arasında hesaplanmıştır ve anomali grafikleri hazırlanmıştır.

3. Bulgular ve Analiz

Bu çalışma için Türkiye'yi doğusundan batıya kuzeyinden güneyine temsil edecek sekiz adet istasyon kullanılmıştır. İstasyonlar Türkiye'yi etkileyen hava kütlelerinin geliş istikametindedir. İstasyon grafiklerinde maksimum ve minimum sıcaklıkların günlük dağılımı sıcak ve soğuk dönemleri yansıtan bir desen göstermektedirler. Ayrıca farklı lokasyonlara ait bu istasyonların sıcaklık dağılım desenleri de bir biri içinde genel olarak benzerlik göstermektedir. Aylık sıcaklık dağılım deseni ve istasyonların bu desenleri arasındaki benzerliğin halk takvimi olarak bilinen (halkın geçmiş iklim gözlemlerine dayanan belirli iklim değişimi tarihlerini içeren takvim) değişim günleri ile de genel olarak uyumlu olduğu görülmektedir. Bu arada görülen küçük farklılıklar ise ölçüm çevresindeki mikro klima alanı özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, grafiklerde iklim değişikliğine bağlı desen bozuklukları görülmüştür. Diğer bir değişle değişen iklim ile birlikte, aylık sıcaklık desenlerinin yeni bir desen oluşturacağının sinyalleri de grafiklerde gözlemlenmiştir. İklim değişikliği ile birlikte oluşacak yeni desen şeklini alıncaya kadar, yani yeni iklim koşulları oluşuncaya kadar, yaşayacağımız yeni ekstrem durumların alıştığımız iklim şartlarına göre ansızın yapacağı aşırı olayların artacağı anlamına geldiği düşünülmektedir. 1981 yılı sonrası oluşan yeni ekstrem sıcaklıklar ve özellikle 2010 yılı sonrası oluşan yeni ekstrem sıcaklıklar tüm istasyonların bütün ay grafiklerinde mevcuttur.

Tüm istasyonların grafikleri incelenerek genel bir sonuç grafiği elde edilmiştir (Çizelge 1). Bu sonuç grafiği aylar dört haftaya ayrılmıştır. Haftalar en yüksek sıcaklıkların görülme ihtimali yüksek olanlar kırmızı, en düşük sıcaklıkların görülme ihtimali yüksek olanlar mavi ve her iki sıcaklığın, yani yüksek ve sıcak değerlerin görülme ihtimali olanlar sarı ile gösterilmiştir. En yüksek ve en düşük sıcaklıkların muhtemel oluşma tarihlerini tahmin etmek için kullanılabilecek olan bu tablo ayrıca test etmek için 2015 yılında gerçekleşen sıcak ve soğuk hava dalgaları ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 1). Türkiye genelindeki değişik istasyonlarda 2015 yılı boyunca 10 adet soğuk hava dalgası, 23 adet sıcak hava dalgası gözlemlenmiştir. Bu soğuk ve sıcak havasının gözlemlendiği istasyona bakılmaksızın oluşturulmuş tablo ile karşılaştırılması yapılmıştır. Bu soğuk dalgaların 4 adeti muhtemel düşük sıcaklıkların beklendiği hafta, 3 adeti muhtemel

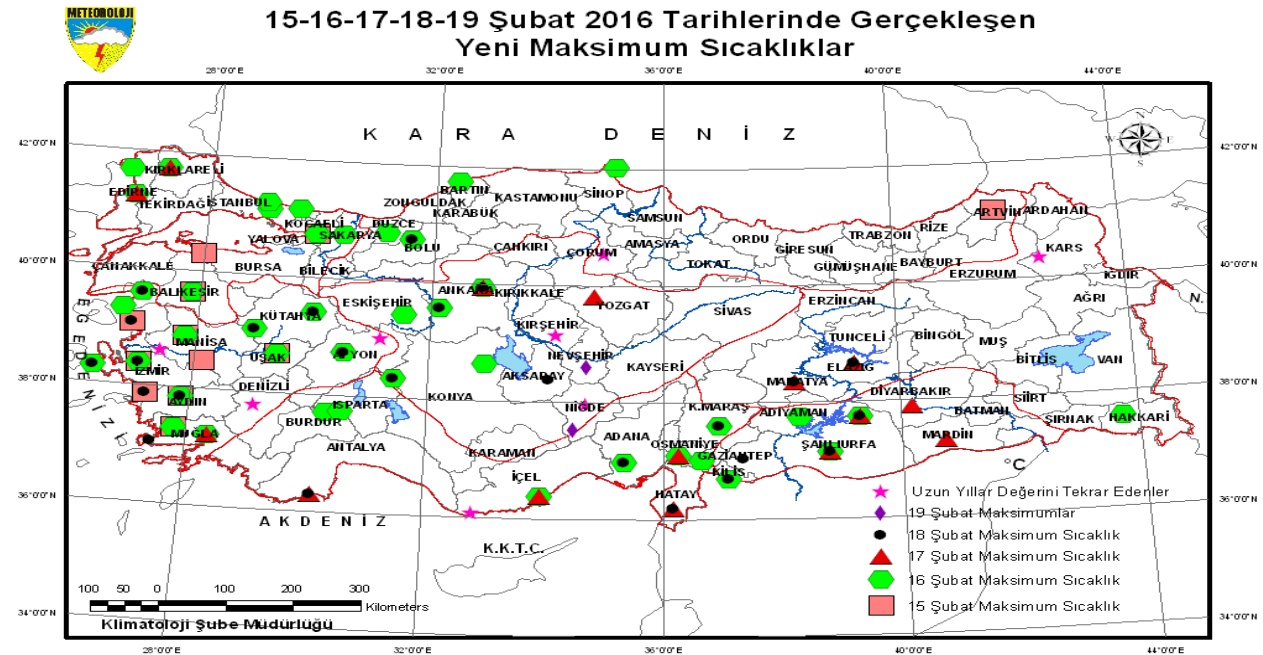
düşük/yüksek sıcaklıkların oluşma haftasında ve 3 adeti de muhtemel yüksek sıcaklıkların beklendiği haftada görülmüştür. Sonuç olarak muhtemel yüksek/düşük sıcaklık tahmin tablosu ile 2015 yılı gerçekleşen soğuk hafta dalgalarının gerçekleşme haftaları arasında %70 uyum olduğu görülmüştür. Bu sıcak dalgaların 9 adeti muhtemel yüksek sıcaklıkların beklendiği hafta, 11 adeti muhtemel düşük/yüksek sıcaklıkların oluşma haftasında ve 3 adeti de muhtemel düşük sıcaklıkların beklendiği haftada görülmüştür. Sonuç olarak muhtemel yüksek/düşük sıcaklık tahmin tablosu ile 2015 yılı gerçekleşen soğuk hafta dalgalarının gerçekleşme haftaları arasında %77 uyum olduğu görülmüştür.

Şubat ayı 2016 yılında gerçekleşen sıcak hava dalgaları incelendiğinde; 15-19 şubat tarihleri arasında gerçekleşen sıcak hava dalgalarının da şubatın 3. Haftası gerçekleşmesi nedeniyle çizelge 1 ile uyumlu olduğu görülmektedir (Şekil 1).

Çizelge 1. Muhtemel yüksek/düşük sıcaklık tahmin tablosu ve 2015 yılı sıcak ve soğuk hava dalgaları karşılaştırılması

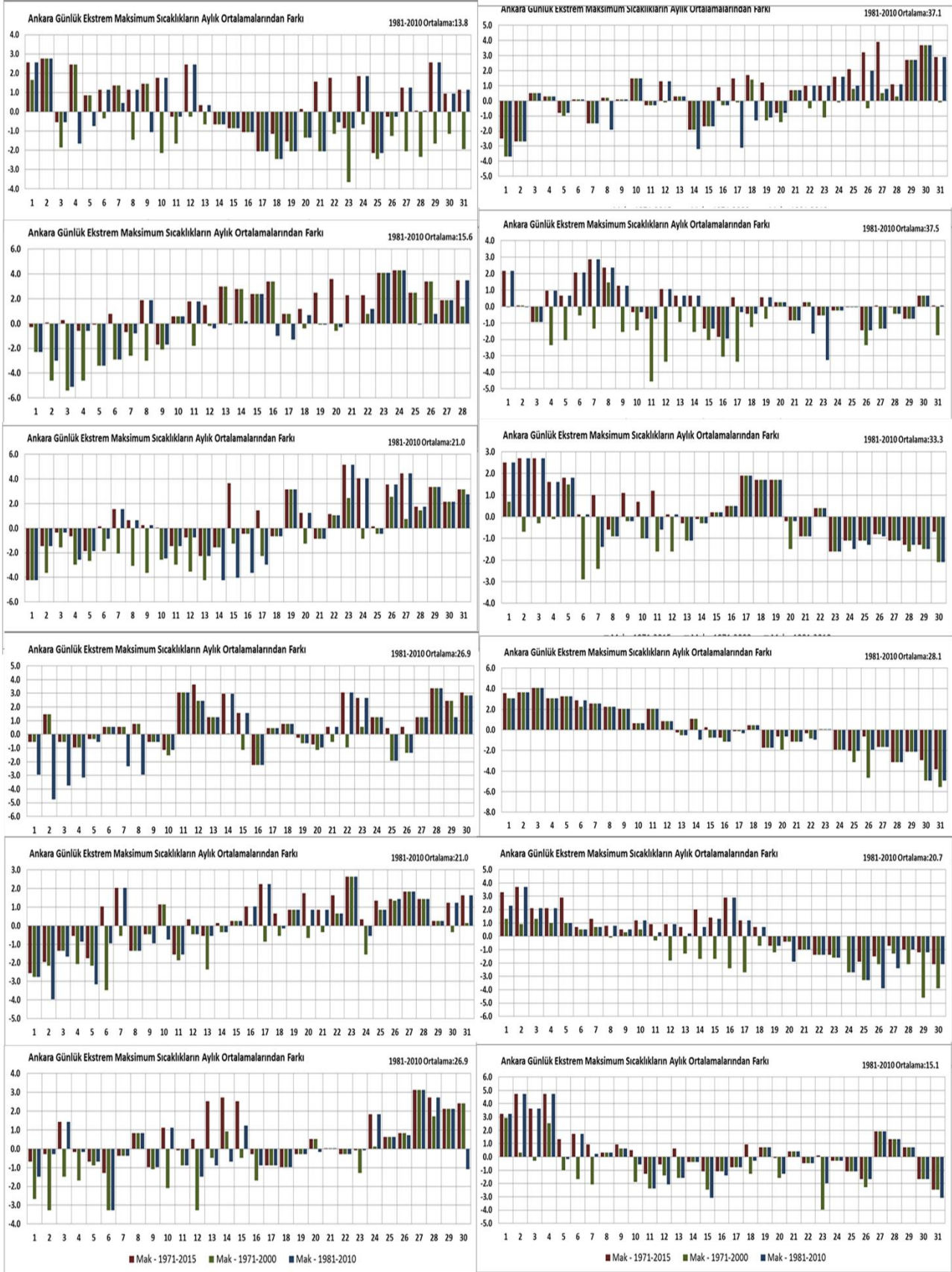
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	2015	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
OCAK					OCAK	6-9		17	19-24
ŞUBAT					ŞUBAT	1:2:7			23-24
MART					MART	6:7	11		25-26
NİSAN					MART	5			
MAYIS					NİSAN	2	8:10		25-26
HAZİRAN					MAYIS		15-19		27
TEMMUZ					HAZİRAN	1		20	23:25
AĞUSTOS					TEMMUZ			15	26-27
EYLÜL					AĞUSTOS	1	9-11		
EKİM					EYLÜL	1-7	8:9		
KASIM					EKİM	1:2			
ARALIK					KASIM	1-4:8		19-21	25
					ARALIK	7	8	23	
					ARALIK	3:4	9:14	18:19	

Şekil 1. Muhtemel yüksek/düşük sıcaklık tahmin tablosu ve 2015 yılı sıcak ve soğuk hava dalgaları karşılaştırılması

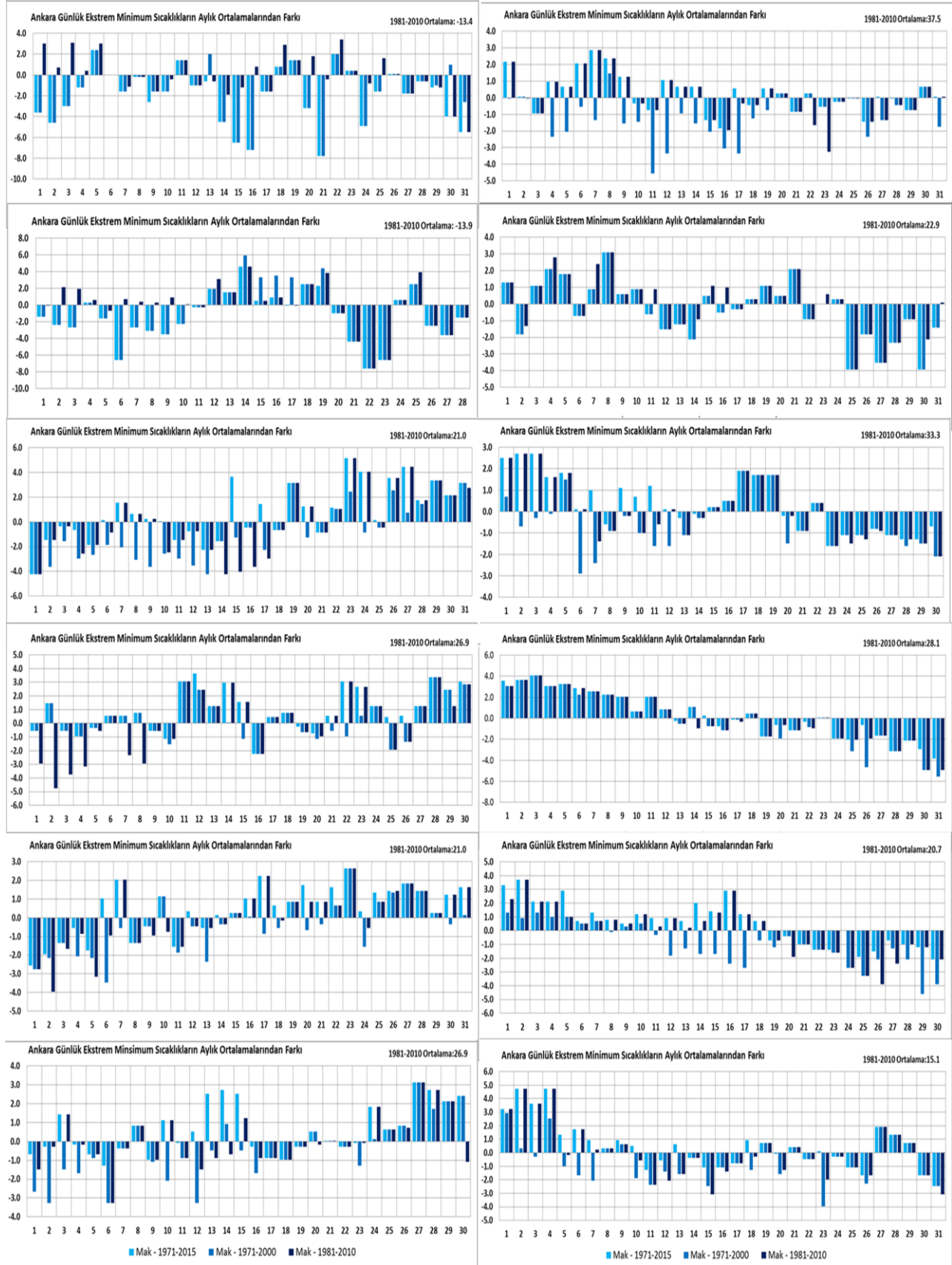


Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 15-19 Şubat 2016 aşırı sıcaklıklar, <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/subat-rekor.pdf>

Şekil 2. Ankara günlük ekstrem maksimum sıcaklıkların aylık ortalamalarından (1981-2010) farkı. Sol üst köşeden aşağı doğru ocak- haziran; sağ üst köşeden aşağı temmuz- aralık olarak sıralanmıştır.



Şekil 3. Ankara günlük ekstrem minimum sıcaklıkların aylık ortalamalarından (1981-2010) farkı. Sol üst köşeden aşağı doğru ocak- haziran; sağ üst köşeden aşağı temmuz- aralık olarak sıralanmıştır.



4. Sonuç

Bu çalışma için Türkiye'yi doğusundan batıya kuzeyinden güneyine temsil edecek sekiz adet istasyon kullanılmıştır. İstasyonlar Türkiye'yi etkileyen hava kütlelerinin geliş istikametindedir. İstasyon grafiklerinde maksimum ve minimum sıcaklıkların günlük dağılımı sıcak ve soğuk dönemleri yansıtan bir desen göstermektedirler. Ayrıca farklı lokasyonlara ait bu istasyonların sıcaklık dağılım desenleri de bir biri içinde genel olarak benzerlik göstermektedir. Aylık sıcaklık dağılım deseni ve istasyonların bu desenleri arasındaki benzerliğin halk takvimi olarak bilinen (halkın geçmiş iklim gözlemlerine dayanan belirli iklim değişimi tarihlerini içeren takvim) değişim günleri ile de genel olarak uyumlu olduğu görülmektedir.

Görülen küçük farklılıklar ise ölçüm çevresindeki mikro klima alanı özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ayrıca, grafiklerde iklim değişikliğine bağlı desen bozuklukları görülmüştür. Diğer bir deyişle değişen iklim ile birlikte, aylık sıcaklık desenlerinin yeni bir desen oluşturacağının sinyalleri de grafiklerde gözlemlenmiştir. İklim değişikliği ile birlikte oluşacak yeni desen şeklini alıncaya kadar, yani yeni iklim koşulları oluşuncaya kadar, yaşayacağımız yeni ekstrem durumların alıştığımız iklim şartlarına göre ansızın yapacağı aşırı olayların artacağı anlamına geldiği düşünülmektedir. 1981 yılı sonrası oluşan yeni ekstrem sıcaklıklar ve özellikle 2010 yılı sonrası oluşan yeni ekstrem sıcaklıklar tüm istasyonların bütün ay grafiklerinde mevcuttur.

Bu salınımlarda ay içinde belirli zaman aralıklarında maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık olduğu görülmüştür. Grafiklerden de görüldüğü üzere sıcaklığın ay içerisinde birkaç günden haftaya ya da on güne varan salınımlar göstermektedir. Bu salınımlara dikkat edilecek olursa, maksimum ve minimum sıcaklıkların oluşma olasılıkları için ay içerisindeki belirli zaman aralıkları ve ay içerisindeki deseni görülebilir.

Türkiye'de 2015 yılında yaşanan sıcak ve soğuk hava dalgalarının oluşuş tarihleri ile muhtemel yüksek/düşük sıcaklık tahmin tablosu karşılaştırıldığında %70 ve üzeri uyum olduğu ve Şubat 2016 ayında gerçekleşen sıcak hava dalgası ile karşılaştırıldığında uyumluluğu görülmektedir. Bu karşılaştırmanın istasyon ve hafta yerine gün bazlı yapıldığında uyumluluğun daha artacağı da görülmüştür.

Ayrıca sıcaklık ile ilgili ve sıcaklığın başka iklim indisleri ile ilgili çalışmalarda günlük veriler ile çalışmanın daha iyi sonuç vereceği düşünülmektedir. Böylelikle ortalama alınarak elde edilen değerlerin gizlemiş olduğu detaylar ulaşılabilir ve daha doğru sonuçlar çıkarmak mümkün olacaktır.

Bu çalışmanın hava tahmincileri başta olmak üzere, bir ayın maksimum ve minimum sıcaklık tahminleri yapılırken yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Kaynakça

1. Yalçın, G., Demircan, M., Ulupınar, Y., ve Bulut, E., Klimatoloji – I, DMİ Yayınları, Yayın No:2005 / 1, 2005, Ankara, Sayfa 4, <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/klimatoloji1.pdf>
2. Eken, M., Ulupınar, Y., Demircan, M., Nadaroğlu, Y., Aydın, B., ve Özhan, Ü., Klimatolojik Rasat El Kitabı, DMİ Yayınları, Yayın No: 2008/3, 2008, Ankara, Sayfa 1,
3. Sensoy, S., ve Demircan, M., Climatological Applications In Turkey, 2010, Ankara, Sayfa 1, <http://www.rtc.dmi.gov.tr/FILES/KURS/336/DOCS/Climatological%20Applications.pdf>
4. Guide to Climatological Practices Third Edition, WMO-No. 100, 2011, Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, Sayfa 4-16, 17, www.wmo.int/pages/prog/wcp/documents/Guide2.pdf
5. Arguez, A., ve Vose, R., S., The Definition of the Standard WMO Climate Normal The Key to Deriving Alternative Climate Normals, DOI: 10.1175/2010BAMS2955.1, 2011, <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/2010BAMS2955.1>
6. Wright, W., WMO Technical Commission for Climatology, Open Panel of CCI Experts on Climate Data Management (OPACE-I), AOPC-XVII, Geneva 30 April - 3 May 2012, http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/apocXVII/presentations/6.1_CCI_Wright.pdf
7. Demircan, M., Basic Approach To Climate Monitoring Products And Climate Monitoring Products In WMO RA VI, Meeting of the Commission for Climatology (CCI) (OPACE 2) Task Team on National Climate Monitoring Products, Geneva, 2011, http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/opace2_tt_ncmp/Climate_Monitoring_Product_Europe.pdf, (a)
8. Demircan, M., Alan, I., ve Sensoy, S., “Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanarak sıcaklık haritalarının çözünürlüğünün artırılması”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara, http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/bfa3a35a87198f7_ek.pdf, (b)
9. Demircan, M., Alan, I., and Sensoy, S., “Increasing resolution of temperature maps by using Geographic Information Systems (GIS) and topography information”, 5th Atmospheric Science Symposium, 27-29 April 2011, İstanbul Technical University, İstanbul – Turkey, Sayfa 423, (c) http://siga.uubf.itu.edu.tr/atmosfer/files/conferences/1/ATMOS2011_Proceedings.pdf
10. Demircan, M., Alan, I., and Sensoy, S., “Increasing resolution of temperature maps by using Geographic Information Systems (GIS) and topography information”, EMS Annual Meeting Abstracts, Vol. 8, EMS2011-182, 2011, 11th EMS / 10th ECAM, <http://meetingorganizer.copernicus.org/EMS2011/EMS2011-182.pdf>, (d)
11. Demircan, M., Arabacı, H., Bölük, E., Akçakaya, A., Sensoy, S., And Ekici, M., “İklim normalleri ve 1981-2010 sıcaklık normallerinin coğrafi bilgi sistemleri ile topografya kullanarak yüksek çözünürlüklü grid veri setinin üretilmesi”, 6. Atmosferik Bilimler Sempozyumu, 24-26 Nisan 2013, İTÜ, İstanbul – Türkiye. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/cbs-topografya.pdf>, (a)
12. Demircan, M., Arabacı, H., Bölük, E., Akçakaya, A., And Ekici, M., “İklim normalleri: üç sıcaklık normalinin ilişkileri ve uzamsal dağılımları”, III. Türkiye İklim Değişikliği Konferansı - TIKDEK 2013, 3 - 5 Haziran, 2013, İTÜ - Süleyman Demirel Kültür Merkezi, İstanbul – Türkiye. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim-normalleri.pdf>, (b)
13. Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A., Gürkan, H. ve Akçakaya, A., Türkiye’de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları, TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, 23-24 Ekim 2014, Ankara, Türkiye, (a)
14. Demircan, M., Çiçek, İ., Türkoğlu, N., Ekici, M., ve Arabacı, H., Ortalama Sıcaklıklardaki Türdeşlik Kırılmalarının İklim Göstergeleriyle İlişkisi, TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, 23-24 Ekim 2014, Ankara, Türkiye, (b)
15. Demircan, M., Türkoğlu, N., ve Çiçek, İ., Mevsimlik Sıcaklık Normallerinin (1971-2000) Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Yüksek Çözünürlüklü Veri Setinin Üretilmesi, TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, 23-24 Ekim 2014, Ankara, Türkiye, (c)
16. Demircan, M., Çiçek, İ., Türkoğlu, N., Ekici, M., Arabacı, H. ve Akçakaya, A., Ortalama Sıcaklıklardaki Türdeşlik Kırılmalarının İklim Göstergeleriyle İlişkisi, VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, <http://www.atmosfer.itu.edu.tr/wp-content/uploads/2015/05/Cilt1.rar>,
17. Yıldırım, M., U., Demircan, M., Özdemir, F., A. ve Sarıhan, E., O., İklim Değişikliğinin Haşhaş (Papaver somniferum L.) Üretim Alanlarına Etkisi, 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 7 - 10 Eylül 2015 – Troia Kültür Merkezi, Çanakkale
18. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 15-19 Şubat 2016 aşırı sıcaklıklar, <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/subat-rekor.pdf>

Gündem Belirleme Modeline Göre Yazılı Basındaki İklim Değişikliği Haber Ve Köşe Yazılarının Analizi

Analysis of news and articles on climate change in printed media according to the agenda setting model

Mesut DEMİRCAN^{*1}, Nuray TURAN¹, Hüseyin ARABACI¹, Mustafa COŞKUN¹, Necla
TÜRKOĞLU², İhsan ÇİÇEK²

¹ Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara

² Ankara Üniversitesi, Dil Tarih ve Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara

Özet

İklim değişikliği 21. yüzyılın en önemli küresel çevre sorunlarından bir tanesidir. İklim değişikliğinin yol açtığı ve açacağı sorunlar sadece bir ada, bir ülke, bir bölge ya da bir kıta ile ilgili değildir. Zarara uğramanın şiddeti ve zamanlaması konusunda bir sıralama yapmak mümkün olsa da eninde sonunda yeryüzü üzerindeki bütün ülkeler ve bütün canlıların bu süreçten etkileneceği yadsınamaz bir gerçek halini almıştır. Toplumsal farkındalığın artırılması için eğitim kurumları, sivil toplum örgütleri ve medya önemli araçlardır. Toplumu bilgilendirme veya bilinçlendirme konusunda medyanın kendine özgü yöntemleri farkındalık sağlamak için önemli bir araçtır. Medya yapısı gereği toplumun yaşamını etkileyen ancak diğerlerine kıyasla sıkıcı ve ciddi konulara daha az yer/zaman vermektedir. Medya profesyonelleri için de iklim değişikliği gibi yavaş yavaş gelişen dolayısıyla toplum tarafından fark edilmesi zaman alan bir olgu yerine ani gelişen ve daha ilgi çekici olduğu düşünülen olay ve olguları haberleştirmeyi neredeyse zorunluluk haline getirmektedir. İklim değişikliğinin günümüzdeki en önemli göstergesi olan aşırı iklim olaylarının şiddet ve sayısındaki artışta bile ilgi bu iklim olaylarının nedenlerinden çok oluşturduğu afetlere çekilmektedir. Çalışma için, bir medya takip merkezinin internet sitesine girilip “iklim” anahtar kelimesini kullanarak Temmuz-Aralık 2016 tarihleri arasında yazılı basında (ulusal, bölgesel/yerel gazete-ekleriyle- ve dergi) çıkan haberler ve köşe yazıları taranarak içerik analizi yapılmıştır. Gündem belirleme ile medya topluma etki etmede veya onu yönlendirmede, sadece ürünlerinin içeriği, içeriğin oluşturma süreci ve bunu etkileyen faktörlerle sınırlı kalmayıp toplumun bilmesi gerekenler hakkında yapmış olduğu seçimlerle de önemli bir role sahiptir. Sonuç olarak, medya iklim değişikliğine farkındalığın artırılması konusunda iyi bir araçtır. Böyle olmasına karşın, medyanın kendi handikapları, medya çalışanlarının bilgi eksiklikleri vb. nedenlerden dolayı, medya iklim değişikliği konusunda farkındalık yaratmak için kullanılacak ise önce medya çalışanları için bir farkındalık hareketi planlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Medya, Gündem belirleme modeli, iklim değişikliği, farkındalık

Abstract

Climate change is one of the most important global environmental challenges of the 21st century. Although it is possible to order loss severity and timing as a priority for some places, it is undeniable a reality that all countries and all of life on Earth will ultimately be affected by this process. It is very important to create an informed society by transferring accurate and understandable information about the scientific studies carried out on climate change to the public who are will take part in solving this problem. Unique methods of media is an important tool for ensuring awareness about subject on public's informing and consciousness-raising. For media professionals, it is brought virtually becomes imperative to communicate events or facts which are more impressive and interesting according to the public and occurred suddenly instead of occurred slowly such as climate change that is slowly evolving an event and took time to be recognized by society. To increase numbers and severity of extreme weather events are today the most important indicator of climate change even though, attention is drawn to disaster results instead of reasons of these climate events caused by climate change. For the study, scanning reports and columns in the press (national / regional / local newspaper - with attachments - and magazines) content analysis was performed for the period between July and December in 2016 from one of media monitoring center's web site and using "Climate" word as a keyword. With agenda setting, media is not only limited with to influence society, or orienting community or only the content of products or the process of creating content and affecting factors, but also it has an important role on it's choices that society should know what. Consequently, media is a good tool to raise awareness about climate change.

Key words: Media, Agenda setting model, climate change, awareness

* İletişim yazarı: Mesut Demircan, e-posta:demircanm@gmail.com

1. Giriş

1.1. İklim Değişikliği

İklim değişikliği 21. yüzyılın en önemli küresel çevre sorunlarından bir tanesidir. İklim değişikliğinin yol açtığı ve açacağı sorunlar sadece bir ada, bir ülke, bir bölge ya da bir kıta ile ilgili değildir. Zarara uğramanın şiddeti ve zamanlaması konusunda bir sıralama yapmak mümkün olsa da eninde sonunda yeryüzü üzerindeki bütün ülkeler ve bütün canlıların bu süreçten etkileneceği yadsınamaz bir gerçek halini almıştır.

İklim değişikliği çerçevesinde; iklim değişikliğinin bilimsel yanı (tarihsel iklim süreçlerini belirleme, günümüz iklimi ile iklimdeki değişimleri tespit etme ve gelecekteki iklimin ne olabileceğini modelleme gibi), iklim değişikliğinin önleme ve iklim değişikliğine uyum konusunda çalışmalar yürütülmektedir. İklim değişikliği konusunda yapılan bilimsel çalışmaların kamuoyuna doğru ve anlaşılır bir şekilde aktarılması, bu sorunun çözümünde yer alacak bilinçli bir toplum oluşturmak için çok önemlidir. Toplum içerisinde bu farkındalığın uyandırılması hem bireysel, hem toplumsal hem de yönetsel adımlar atmak için gereklidir. İklim değişikliğini önlemek için alınacak kararlar ve iklim değişikliğine karşı oluşturulacak uyum planları yerelden merkezi yönetimlere ülke yönetimlerinden uluslararası karar mekanizmalarına kadar bir bütün içerisinde ele alınarak sorun çözülebilir. Aksi durumda iklim değişikliği sorunu karşısında çözüme ulaşmak güçleşebileceği gibi çözüm konusunda gayret sarf eden ülkelerin de istekleri kırılabacaktır.

Toplumsal farkındalığın artırılması için eğitim kurumları, sivil toplum örgütleri ve medya önemli araçlardır. Eğitim kurumlarının hedef kitlesi kamuoyunun genç kesimleri, Sivil Toplum Kuruluşlarının hedef kitlesi kamuoyunun belirli kesimleri olurken medyanın hedef kitlesi ise kamuoyunun tüm kesimleri olmaktadır. Toplumu bilgilendirme veya bilinçlendirme konusunda medyanın kendine özgü yöntemleri farkındalık sağlamak için önemli bir araçtır. Günümüzde gazete, televizyon, radyo gibi geleneksel medyanın yanına yeni iletişim teknolojileriyle birlikte yeni medya da eklenilerek medya etki alanını hem çeşitlendirmiş hem de genişletmiştir.

Toplumu bilgilendirmek için önemli bir araç olan medyanın hem doğası (haber inşaa edilmiş bir gerçeklik olması) hem ticari bir meta üreten bir organizasyon olması hem de gazeteciliğin profesyonel kodlarından kaynaklanan sorunlu bir yapısı olduğunu gözden uzak tutmamak gerekir. Şöyle ki, gazetelerin daha fazla satmak, televizyonların daha fazla izlenmek için bilgilendirme nosyonunu geri plana atarak sansasyonel olaylara, magazine veya eğlence programlarına yönelmektedir. Bu yönelim toplumun yaşamını etkileyen ancak diğerlerine kıyasla sıkıcı ve ciddi konulara daha az yer/zaman verilmesine neden olmaktadır. Medya profesyonelleri için de iklim değişikliği gibi yavaş yavaş gelişen dolayısıyla toplum tarafından fark edilmesi zaman alan bir olgu yerine ani gelişen ve daha ilgi çekici olduğu düşünülen olay ve olguları haberleştirmeyi neredeyse zorunluluk haline getirmektedir. Çevreci medya ekolünü ayrı tutarsak, iklim değişikliği gibi çevre sorunlarının çarpıcı sonuçları ve etkilediği büyük kesimler olmaz ise medyanın ilgisini çekmemektedir. İklim değişikliğinin günümüzdeki en önemli göstergesi olan aşırı iklim olaylarının şiddet ve sayısındaki artışta bile ilgi bu iklim olaylarının nedenlerinden çok oluşturduğu afetlere çekilmektedir. İklim değişikliği gibi küresel çevre sorunlarının çözülmesine medyanın katkısını sağlamak için önce medya görevlilerinin de bu konuda eğitilmesi veya bilgilendirilmesinin gerektiğini göstermektedir.

1.2. Gündem Belirleme Modeli

Medyadan topluma enformasyon akışı bulunmakta ve bu seçilmiş veya şekli değiştirilmiş enformasyon milyonlarca insan için toplumda olan bitenler hakkında en temel bilgi kaynağıdır (Lowery, Fleur, 1988). Ve bu bilgi kaynağı çevremizde ve dünyada meydana gelen birçok olay/olgu arasından seçim yaparak

oluşturduğu kendi gündemini her gün toplumun gündemine sunmaktadır. Böylelikle haber ile yayımlanacak olaylar arasında seçim yapılarak gerçekler titizlikle biçimlendirilmektedir (Botton, 2015). Medya tarafından yapılan bu seçme eylemi niçin önemlidir? Button, toplum tarafından pek fark edilmeyen bu biçimlendirme gücünün; insanların birbirleri hakkındaki düşüncelerini şekillendirmesi, başka insanlar hakkında fikrimizin ne olması gerektiğini belirlemesi, hayalde bir ulus icat etmesi açısından önemli olduğunu söylemektedir.

Medyanın kendi gündemini toplumun gündemi haline getirerek yapmış olduğu biçimlendirmeyi temel alan gündem belirleme modeli de medyanın haberleri sunuş yoluyla, halkın önem verdiği konuları belirlediği görüşüne dayanmaktadır (Tekinalp, Uzun, 2004). Modelin ilk düzeyi, sunulan haberleri izleyicinin/okuyucunun/dinleyicinin kendisine göre yorumladığı/alımladığı ön kabulüne sahiptir. Yani kitle iletişim araçlarının halka ne düşüneceklerini söylemeden ziyade ne hakkında düşüneceklerini anlatmada başarılı olduğunu varsaymaktadır (Tekinalp, Uzun, 2004).

Gündem belirleme modeli, B.Cohen'in (1963) çalışmasından yola çıkarak McCombs, Shaw ve diğerleri tarafından geliştirilmiş ve önceki kitle iletişim araştırmalarının tutum değişikliği üzerine odaklandığını oysa tutum yerine farkında olmayı yarattığını söylemişlerdir (Erdoğan, Alemdar, 2005). Gündem belirleme, Walter Lippmann'ın görüşlerinden köken almaktadır. Walter Lippmann'ın medya mesajlarının “kafaların içinde resme” nasıl etki ettiğine dair görüşüne gitmekteydi ancak ironik olarak Lippmann gazeteciliğin toplumun ihtiyacı olan enformasyonu iletme yeteneği konusunda iyimser değildi (Coleman, McCombs, Shaw, Weaver, 2008) (<http://www.rasaneh.org>), Model ile birlikte iletişim araştırmalarında; medyanın etkisi ve okuyucu/izleyici/dinleyicide yarattığı tutum değişikliği çalışmalarından ziyade “daha insanların enformasyonu işleme süreci gibi genel konularına yönelindi” (Jensen; 2005).

Gündem belirleme modeline dair ilk çalışmalar ABD'deki üç başkanlık seçimi döneminde yapıldı. Toplumun gündemi ile medyanın gündemi arasında mükemmel bir korelasyon bulundu (Coleman, McCombs, Shaw, Weaver, 2008). McCombs çalışmalarından elde ettikleri sonuca göre haber medyasının asıl gücü kamuoyunun dikkatini bazı konulara odaklamasından kaynaklanmakta ve bunu da sadece konuya yer vermek düzleminde değil habere gazetede verilen yer, ön ya da arka sayfada yer alması ya da büyük başlıkların kullanılması yöntemleriyle yapmaktadır.

Gündem belirleme ile medya topluma etki etmede veya onu yönlendirmede, sadece ürünlerinin içeriği, içeriğin oluşturma süreci ve bunu etkileyen faktörlerle sınırlı kalmayıp toplumun bilmesi gerekenler hakkında yapmış olduğu seçimlerle önemli bir role sahiptir.

2. Yöntem

Çalışma için, bir medya takip merkezinin internet sitesine giriş yapıp “iklim” anahtar kelimesini kullanarak Temmuz-Aralık 2016 tarihleri arasında yazılı basında (ulusal, bölgesel/yerel gazete -ekleriyle- ve dergi) çıkan haberler ve köşe yazıları taranarak içerik analizi yapılmıştır.

İçerik analizi, kitle iletişim araçlarının sunduğu içeriğin önceden belirlenmiş kategoriler çerçevesinde sistematik olarak çözümlendiği araştırma tekniğidir (Geray, 2004). İçeriğin belirli ve sürekli aynı kurallara göre seçilmesi açısından sistematik; araştırmacının özellikleri ve eğilimlerine bağlı olmaması açısından nesnel; kesinlik kazandırması açısından da nicelikselidir (Atabek, 2000).

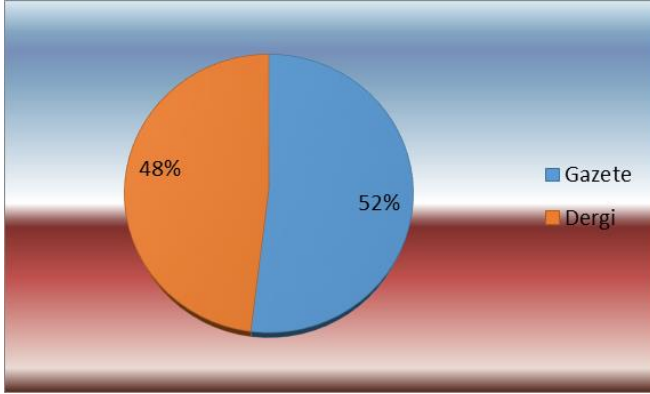
Bu amaçla; haberin/köşe yazısının; yayımlandığı yazılı basın türü, niteliğine göre dağılımı aylara göre dağılımı, iklim değişikliğinin varlığının kabulü, iklim değişikliğine bakış, ülkenin iklimi değişikliğine uyumuna bakış, yayımlanma zamanı, kaynağı, iklim değişikliği konuları (Diğer -ekonomi, çevre, orman, inşaat, sigorta, imar, turizm, göç, iç/dış karışıklıklar-, su güvenliği, afet (hidrolojik, meteorolojik, klimatolojik),

tarım ve gıda güvenliği, yenilenebilir enerji, sağlık) başlıklarında kategorileştirilme yapılarak iklim değişikliğinin medyanın gündeminde ne kadar ve nasıl yer bulduğu incelenmiştir.

3. Bulgular ve Analiz

Medya takip merkezi, 265'i ulusal, 582'si bölgesel/yerel yayın yapan 847 gazete ve 1029 dergiyi takip etmektedir.

Şekil 1. Takip edilen yazılı basın



Temmuz-Aralık 2014 arası 6 aylık dönemde iklim değişikliği ile ilgili haber ve köşe yazılarının yayımlandığı yazılı basın türüne bakıldığında; gazetelerin egemen bir konumda olduğu görülmektedir. Dergilerin yayın periyodlarının gazeteler gibi günlük olmadığı göz önüne alınsa bile gerek takip edilen yayın sayılarının birbirine yakın olması gerekse de tematik dergiciliğin yaygınlaşması nedeniyle Çizelgedaki veriler arasındaki uçurum dikkat çekicidir.

Çizelge 1 Haberin/köşe yazısının yayımlandığı yazılı basın türü

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Gazete	180	93,75	290	94,16	248	92,89	137	84,04	131	92,26	105	86,78	1091	91,46
Dergi	12	6,25	18	5,84	19	7,11	26	15,96	11	7,74	16	13,22	102	8,54
TOPLAM	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

İklim değişikliğinin konu edinmesi beklenen tematik dergiciliği sadece çevre, ekoloji hakkındaki dergilerle sınırlamamak gerekir. Çünkü iklim değişikliği birçok alana etki etmektedir ve o alandaki gelişmelerin, durumların ya nedeni ya da sonucu olmaktadır. Karbon emisyonlarının azaltılması yönünde alınan uluslararası kararlar ülkenin fosil yakıta dayanan enerji politikasının değişmesine neden olacağından iklim değişikliğini enerji veya yapı hakkındaki dergilerinin de temel konusu olmaktadır.

Bu nedenle dergilerdeki iklim değişikliği haber ve köşe yazılarının azlığı farklı sektörlerin bu konuya yeterince gündemlerine taşımadıkları söylenebilir.

Çizelge 2 Haber/Köşe yazısı dağılımı

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Haber	164	85,41	258	83,77	225	84,27	138	84,67	117	82,40	110	90,90	1012	84,82
Köşe yazısı	28	14,59	50	16,23	42	15,73	25	15,33	25	17,60	11	9,10	181	15,18
TOPLAM	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

İklim değişikliğini konu alan haberler %84,82’lik bir orana sahipken aynı dönemde yayımlanan köşe yazısı %15,17’dir. Haber, gazeteciler tarafından herhangi bir olay ve durum ile ilgili gerçeklerin yeniden inşa edilmesidir. Köşe yazısında da gerçekler yazarlar tarafından yeniden inşa edilir. İki tür inşa sürecini görece birbirinden ayıran kısım yazarın köşe yazısında kendi düşüncelerini ifade ettiği okurca bilinirken haberin nesnel, tarafsız olduğu düşünülmesidir. Köşe yazılarının sayıca az olmasını; yazarların bilgi ve ilgi konularını siyaset ile sınırlamalarına, çevre ve ekolojik olaylarını “ciddi” konular olarak görmemelerine bağlanabilir.

Çizelge 3 Haberin/köşe yazısının aylara göre dağılımı

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Haber/ Köşe yazısı	192	16,10	308	25,82	267	22,38	163	13,66	142	11,90	121	10,14	1193	100

Temmuz-Aralık 2014 arası 6 aylık dönemde; en fazla Ağustos ayında yazılı basında iklim değişikliği hakkında haber ve köşe yazısı yayımlanmıştır. Çalışmaya konu zaman aralığının yazın büyük bir bölümü, sonbaharın tamamı ve kışın başlangıcının kapsaması nedeniyle; mevsimlere dair analizi sınırlamaktadır. Bu unsuru gözden kaçırmadan; en fazla haber ve köşe yazısının Ağustos ayında olmasına;

- Sıcaklıkların artışı
- Kuraklık
- Susuzluk
- Orman yangınları
- Ani hava olaylarının yarattığı meteorolojik afetler
- Kamuoyunun daha önce yaşam tecrübesi içinde pek bulunmayan hortumların

meydana gelmesi yol açmıştır. Çizelge 3’deki veriler haber/köşe yazısındaki iklim değişikliği konuları başlıklı Çizelge 7’deki verilerle birlikte incelendiğinde net olarak görülmektedir.

Çizelge 4 Haberde/köşe yazısında iklim değişikliğinin varlığı

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Evet	192	100	308	100	266	99,63	163	100	142	100	121	100	1192	99,92
Hayır	0	0	0	0	1	0,37	0	0	0	0	0	0	1	0,08
TOPLAM	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

Haber ve köşe yazılarında; %99,92 oranında iklim değişikliğinin varlığı kabul edilmekte ve iklim değişikliği varlığı/yokluğu hakkında dünyada tartışılan konulara hiç değinilmemektedir. Ancak çalışma sınırlı bir zaman aralığını kapsadığı için daha önceki yıllarda bu tartışmanın yapıp yapılmadığı yönünde mevcut haber ve köşe yazılarından herhangi bir veri elde edilememiştir.

Çizelge 5 Haberin/köşe yazısının iklim değişikliğine bakışı

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Olumlu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1192	0
Olumsuz	192	100	308	100	266	99,63	163	100	142	100	121	100	0	99,92
Diğer*	0	0	0	0	1	0,37	0	0	0	0	0	0	1	0,08
TOPLAM	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

* İklim değişikliğinin varlığı kabul edilmediği için iklim değişikliğine bakış olumlu/olumsuz olarak sınıflandırılmamıştır.

Çizelge 4'deki iklim değişikliğinin varlığının ön kabulündeki gibi medya tarafından iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlara yol açacağı konusunda ittifak bulunmaktadır. İklim değişikliğine olumsuz olarak bakılma oranı %99,92, olumlu olarak bakılma oranı %0, iklim değişikliğinin varlığı kabul edilmediği için olumlu/olumsuz olarak sınıflandırılmayan oran ise %0,08'dir.

Çizelge 6 Haberde/köşe yazısında ülkenin iklim değişikliğine uyumuna bakışı

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Olumlu	0	0	4	1,30	5	1,87	14	8,59	2	1,41	8	6,61	33	2,77
Olumsuz	95	49,48	167	54,22	129	48,32	76	46,62	51	35,92	66	54,55	584	48,95
Diğer*	97	50,52	137	44,48	133	49,81	73	44,79	89	62,67	47	38,84	576	48,28
TOPLAM	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

* Olumlu ya da olumsuz herhangi bir görüş bildirilmemektedir.

Türkiye'nin iklim değişikliğine neden olan karbon emisyonlarının azaltımı, yenilebilir enerji yatırımları başta olmak üzere yaptığı iş ve işlemler; iklim değişikliğinin su sorunu, meteorolojik afetlerin şehir ve köylerde neden olduğu can kayıpları ve maddi zararlar gibi sonuçlarına yönelik olarak yaptıkları değerlendirildiğinde; ülkenin iklim politikaları ve aldığı tedbirlerin % 2,77 oranında olumlu bulunduğu görülmektedir. %48,28 oranında haberler ve köşe yazıları ülkenin iklim değişikliğine hazırlık olup olmadığına dair herhangi bir bilgi vermemekte ya da yorumda bulunmamakta, %48,95 oranında ise iklim değişikliğine hazırlıklı olmadığı görüşünde bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 7 Haberin/köşe yazısının yayımlanma zamanı

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Olay sonrası	12	6,25	20	6,49	4	1,49	0	0	11	7,74	0	0	47	3,94
Rastgele	180	93,75	288	93,50	263	98,50	163	100	131	92,25	121	100	1146	96,06
TOPLAM	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

İklim değişikliğine dair haber ve köşe yazıları, %3,94 oranında ani gelişen olay sonrası, %96,06 oranında ise olağanüstü, ani gelişen olayların meydana gelmediği zamanlarda yayımlanmıştır. Medyanın herhangi bir ani gelişen olay olmadan iklim değişikliğine dair haberlere yer vermesi, kuraklık gibi iklim değişikliğinin etkilerine ilişkin parametrelerin zamana yayılması ve süreklilik göstermesi nedeniyle daimi bir gündem konusu olarak görüldüğü düşünülmektedir.

Çizelge 8 Haberin/köşe yazısının kaynağı

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Ulusal	161		233		207		122		101		98		922	77,28
Uluslararası	9		20		15		18		12		12		86	7,21
Ulusal/ Uluslararası/ Diğer	1		8		5		2		5		2		23	1,93
Diğer	21		47		40		21		24		9		162	13,58
TOPLAM	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

Çizelge 8’deki verilere göre; haber kaynakları, %77.28 oranında bürokratlar, uzmanlar, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları, kamu kurumları olmak üzere ülke içi ile sınırlıdır. Uluslararası haberlerin %7,21 gibi az bir orana sahip olması, medya tarafından iklim değişikliğinin hâlâ küresel bir sorun olarak görülmemesinin bir tezahürü olarak değerlendirilebilir. Köşe yazılarında herhangi bir kaynağa dayanmadan görüşler, yorumlar sunulmaktadır. Bu durum Çizelgedeki diğer kısmında belirtilmiş olup, %13,58 oranına sahiptir.

Aşağıdaki çizelgeler ile Haberdeki/köşe yazısındaki iklim değişikliğinin sektörel etkisiyle ilgili konular incelenmiş olup bu konular bağlantısı sebebiyle aynı çizelge numarası ile gruplandırılmıştır.

Çizelge 9.1 Diğer (Ekonomi, Çevre, Orman, İnşaat, Sigorta, İmar, Turizm, Göç, İç/Dış Karışıklıklar)

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Diğer*	62	32,29	244	79,22	226	84,64	111	68,10	87	61,27	75	61,98	805	67,48
Toplam	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

*(Ekonomi, Çevre, Orman, İnşaat, Sigorta, İmar, TurizmGöç, İç/Dış Karışıklıklar)

Temmuz-Aralık 2014 döneminde iklim değişikliği hakkında yazılı basında çıkan haber ve köşe yazılarının %67,48’i; ekonomi, çevre, orman, inşaat, sigorta, imar, turizm, göç, ülke içinde veya ülkeler arasında çıkacak karışıklıklar, savaşlar hakkındadır. Tarım ürünlerinde meydana gelecek çeşitlilik ve miktar azalmasının gıda fiyatlarını artıracak dolayısıyla ekonominin olumsuz etkileneceği söylenmektedir. Suyunun azalmasının veya olmamasının ileriki zamanlarda ülke içinde ve/veya ülkeler arasında su olan yerlere göç ve savaşların yaşanmasına neden olacağı vurgulanmaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak yaşanacak aşırı sıcaklarla birlikte turizmin yön değiştireceği, yaz mevsiminde soğuk yerlere tatile gidileceği, orman yangınların artacağı, meteorolojik afetlerle birlikte etkilenecek tarım ürünleri için sigortacılığın öneminin fazlalaşacağı belirtilmektedir. Ormanlık alanların imara açılmasının, maden, taş ocakları, termik santral, yol ve havaalanı yapılması için ağaçların kesilmesinin iklim değişikliğine sebep olan faktörler olarak gösterilmektedir.

Çizelge 9.2 Su Güvenliği

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Su Güvenliği	130	67,71	186	61,39	130	48,69	104	63,80	88	61,97	70	57,85	708	59,35
Toplam	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

Su ve su güvenliği %59,35 oranında yazılı basının iklim değişikliği hakkında gündeme getirdiği başlıca konulardan biridir. Ülkede coğrafi konumu itibariyle yağış azlığı bunun sonucu olarak da susuzluk ya da temiz su kaynaklarının yok olması ile karşı karşıya kalınma riskinin büyüklüğü söylenmektedir. Yaşanacak su stresinin göçlere, ülkeler arasında savaşa neden olacağı vurgulanmaktadır. Su ve su güvenliği haber ve köşe yazılarında sadece sorun olarak da değil çözüm yolları açısından da yer almaktadır. Özellikle evlerde ve tarımda tasarruflu su tüketiminde bulunulması, su kaçakları ve kayıplarının engellenmesi gibi önerilerde bulunmaktadır. Gerek medyanın gerekse de haber ve köşe yazısındaki uzman, bürokrat, sivil toplum kuruluşları gibi kaynakların önerileri değerlendirildiğinde, sorunun dar bir çerçevede ele alındığı görülmektedir. Kişisel tüketimlerin yanında sanayinin kullandığı su miktarı ve/veya atıklarıyla kirlattikleri temiz su kaynakları olmasına karşın su stresinin çözümü için sanayiye görev yüklenmemekte, toplumsal farkındalık ve tasarruf sade vatandaşların sorumluluğuna verilmektedir.

Çizelge 9.3 Afet (Hidrolojik, Meteorolojik, Klimatolojik)

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Afet	60	31,25	231	75,00	137	51,31	95	58,28	99	69,71	58	47,93	680	57,00
Toplam	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

Çizelge 9.3’de kuraklık, taşkın, sel, fırtına, hortum gibi hidrolojik, meteorolojik ve klimatolojik afetler değerlendirilmektedir. Yazılı basında Temmuz-Aralık 14 döneminde iklim değişikliği ile ilgili haber ve köşe yazılarının %57’si sayılan afetleri kapsamaktadır.

Çizelge 9.4 Tarım ve Gıda Güvenliği

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Tarım ve Gıda Güvenliği	70	36,46	117	37,99	117	4,82	82	50,30	76	53,52	50	41,32	512	42,92
Toplam	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

Tarımsal üretimde ve gıda güvenliğinde azalmanın yaşanacağını belirten haber ve köşe yazıları, özellikle yerel/bölgesel gazetelerde kendine yer bulmaktadır. Çizelge 9.4’e göre 6 aylık döneme ait iklim değişikliğine ilişkin haber ve köşe yazılarının %42,92’si tarım ve gıda güvenliğine aittir.

Çizelge 9.5 Yenilenebilir Enerji

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Yenilenebilir Enerji	7	3,65	35	11,36	34	12,73	34	20,86	11	7,75	11	9,09	132	11,06
Toplam	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

İklim değişikliğine neden olan faktörlerden olan fosil yakıtların kullanıma alternatif enerji kaynağı olarak yenilenebilir enerjilerin öneminden bahsedilmektedir. Ancak bu öneme tezat bir biçimde ülkemizin bu konuya gerekli önemi vermediği hem fosil yakıt kullanımına devam ederek iklim değişikliğine etki etmeye devam ettiği hem de güneş, rüzgâr gibi kaynaklardan yeterli derece yararlanıldığı söylenmektedir. Temmuz-Aralık 2014 döneminde iklim değişikliği hakkında yazılı basında çıkan haber ve köşe yazılarının %11,06’sı; yenilenebilir enerji hakkındadır.

Çizelge 9.6 Sağlık

	Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Sağlık	9	4,69	22	7,14	33	12,36	9	5,52	31	21,83	7	5,79	111	9,30
Toplam	192	100	308	100	267	100	163	100	142	100	121	100	1193	100

Çizelge 9.2’deki iklim değişikliğinin sağlık yönünden değerlendirildiği haber ve köşe yazıları %9,30 oranla en az yer verilen konu niteliğindedir. İklim değişikliğinin sağlığa etkilerine uzun vadede rastlanılacak olması ve henüz ülke içinde sağlığa doğrudan bir etkisinin görülmemesi nedeniyle medyada az yer bulduğu düşünülebilir. Çünkü insan yaşadığı dönem içerisinde somut olarak karşılaştığı durumlara daha duyarlılık gösterme eğilimindedir. Somali’de su ve/veya temiz su kaynağının azlığının yol açtığı salgın hastalıklar ülkemiz için mevcut durumlarda uzak bir ihtimal olarak görüldüğü için iklim değişikliğinin olası sonuçları arasında son sıralarda yer bulmaktadır.

4. Sonuç

Dergilerdeki iklim değişikliği haber ve köşe yazılarının azlığı farklı sektörlerin bu konuya yeterince gündemlerine taşımadıkları söylenebilir. Medya iklim değişikliğine farkındalığın artırılması konusunda iyi bir araçtır. Böyle olmasına karşın, medyanın kendi handikapları, medya çalışanlarının bilgi eksiklikleri vb. nedenlerden dolayı, medya iklim değişikliği konusunda farkındalık yaratmak için kullanılacak ise önce medya çalışanları için bir farkındalık hareketi planlanmalıdır. Ayrıca medyada kullanılacak yöntemler ve finansal kaynaklar konusunda bir çalışma yapılmalıdır.

İklim değişikliğine farkındalığını artırmak için ilk öğretimden üniversiteye kadar ders etkinlik proje vb. araçlar ile; halk için ise medya yolu ile bilgilendirme çalışması yapılmalıdır.

Klimatolojinin üst dalının Coğrafya bilimi göz önüne alınırsa; ülkemizdeki Coğrafya bölümlerinin ve bilim insanlarının İklim Değişikliği konusunda bir eğitim planı geliştirmeli ve iklim değişikliği konusunda yol gösterici görevini üstlenmelidir.

Kaynakça

- Botton de Alain (2015), Haberler: Bir Kullanma Kılavuzu, Çev: Zeynep Baransel, Sel Yayıncılık, İstanbul
- Coleman Renita, McCombs Maxwell, Shaw David, Weaver David (2008) “Agenda Setting” Ed: Walh-Jorgensen Karin, Hanitzsche Thomas, The Handbook of Journalism Studies, Routledge, New York, <http://www.rasaneh.org/Images/News/AttachFile/30-9-1390/FILE634600594129473750.pdf>, Erişim Tarihi: 27/04/2016
- Erdoğan İrfan, Alemdar Kokmaz (2005) Öteki Kuram: Kitle İletişim Kuram ve Araştırmalarının Tarihsel ve Eleştirel Bir Değerlendirmesi, Erk, Ankara
- Geray Haluk (2004), Toplumsal Araştırmalarda Nicel ve Nitel Yöntemlere Giriş, Siyasal Kitabevi, Ankara.
- Jensen Klaus Bruhn (2005) “Media Effects: Quantitative Traditions”, A Handbook of Media and Communication Research: Qualitative and Quantitative Methodologies, Ed: Klaus Bruhn Jensen, Routledge, Oxford
- Lowery A. Shearon, Fleur de L. Melvin, (1988) Milestones in Mass Communication Research: Media Effects, Second Edition, Longman, New York.
- McCombs Maxwell, The Agenda-Setting Role of the Mass Media in the Shaping of Public Opinion, http://www.infoamerica.org/documentos_pdf/mccombs01.pdf, Erişim Tarihi: 25/04/2016
- Tekinalp Şermin, Uzun Ruhdan (2004). İletişim Araştırmaları ve Kuramları, Derin Yayınları, İstanbul.
- Wimmer D. Roger, Dominick Joseph (2000) İçerik Çözümlemesi, Çev. : Ümit Atabek, Der: Gülseren Şendur Atabek, Ümit Atabek, Medya Metinlerini Çözümlemek: İçerik, Göstergebilim ve Söylem Çözümleme Yöntemleri, Siyasal Kitabevi, Ankara.

Gazeteler

265 ulusal gazetenin (ekleriyle) Temmuz-Aralık 2014 arasındaki bütün sayıları

582 bölgesel/yerel gazetenin (ekleriyle) Temmuz-Aralık 2014 arasındaki bütün sayıları

Dergiler

1029 derginin Temmuz-Aralık 2014 arasındaki bütün sayıları

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİ

Yrd. Doç. Dr. Mustafa Coşkun¹, Hüdaverdi GÜRKAN¹, Hüseyin ARABACI¹,
Mesut DEMİRCAN¹, Osman ESKİOĞLU¹, Serhat ŞENSOY¹, Başak YAZICI¹,

mustafacoskun@mgm.gov.tr¹, hgurkan@mgm.gov.tr¹, harabaci@mgm.gov.tr¹,
mdemircan@mgm.gov.tr¹, oeskioglu@mgm.gov.tr¹, ssensoy@mgm.gov.tr¹, byazici@mgm.gov.tr¹,

¹ Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara-TÜRKİYE

Özet: İklim değişikliğinin etkileri özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren ülkemizde de hissedilmeye başlanmıştır. Bu nedenle iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak, sektörel bazda iklim değişikliğine uyum ve mücadele faaliyetlerini desteklemek amacıyla iklim projeksiyonları geliştirilmiştir. İklim değişikliği ile birlikte ısıtma ve soğutmaya olan ihtiyacın değişmesi ve buna bağlı olarak da enerji tüketiminde değişimlerin olması kaçınılmazdır. HadGEM2-ES küresel iklim modeli iklim projeksiyonlarına göre soğutma eşik değeri olan 22°C üzeri ve ısıtma eşik değeri olan 15°C altındaki sıcaklıklardaki değişimler incelenmiştir. Sonuç olarak, yaz mevsiminde soğutma ihtiyacının artması ve enerji tüketiminde artışlar, kış mevsiminde ise ısıtma ihtiyacının azalması ile birlikte enerji tüketiminde azalışların olması öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, HadGEM2-ES, enerji tüketimi, ısıtma derecesi, soğutma derecesi

Abstract: Climate change impacts began to be felt especially in the last quarter of the 20th century in Turkey. For this reason, climate projections were developed for minimizing the negative effects of climate change, adaptation and to support activities to combat climate change on a sectoral basis. It is inevitable that changes for the need of heating and cooling and accordingly changes in energy consumption with climate change. Changes in the cooling threshold that is above 22 °C and heating threshold temperature below 15 °C were analyzed based on HadGEM2-ES global climate model projection results. Consequently; increased need for cooling and energy consumption in summer season, decrease in energy consumption with a reduced need for heating in winter season are expected.

Key words: climate change, HadGEM2-ES, energy consumption, heating degree, cooling degree.

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. Sanayi devriminden bu yana iklimde büyük değişiklikler görülmeye başlanmıştır. Bunun en önemli nedeni sanayi devrimiyle birlikte yoğun olarak kullanılmaya başlayan fosil yakıtlar, hızlı kentleşme, hızlı nüfus artışıyla birlikte arazi kullanım yapısında gerçekleşen değişiklikler ve orman alanlarının yok edilmesi gibi etmenlerdir. Tüm bu olumsuz etmenler atmosferdeki sera gazı oranında hızlı bir artışa ve buna bağlı olarak da küresel olarak ısınmaya yol açmaktadır.

İklimde meydana gelen değişiklikler insanoğlu ve tüm canlıların yaşamını doğrudan etkilemektedir (Gürkan vd., 2015). Sanayi devrimiyle beraber insan faaliyetleri nedeniyle küresel olarak iklimde meydana gelen değişiklikleri önleyebilmek, azaltabilmek ve iklim değişikliği ile küresel manada çalışmaları koordine edilmek adına 1988 yılında Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuştur. IPCC günümüzde iklim değişikliği ile ilgili çalışmaları koordine eden önemli kuruluşlardan biridir. IPCC’nin en önemli çalışma konularından bir tanesi geleceğe yönelik muhtemel alternatif durumların ortaya konulmasıdır. Diğer bir ifade ile geleceğe yönelik muhtemel senaryoları oluşturma çalışmalarının yürütülmesini koordine etmektedir. Senaryo, gelecekteki bazı olayları resmeden hikâyelerdir (Gregory ve Duran, 2001). Senaryo geleceğin tahmini değil, olması muhtemel alternatif durumların tanımlanmasıdır (IPCC, 2000).

İklim değişikliği çalışmaları bünyesindeki senaryo geliştirme sürecinde sera gazları konsantrasyonlarının gelecekteki potansiyel miktarlarını ortaya koyabilmek için emisyon senaryoları oluşturulmuştur. Bu bağlamda, emisyon senaryoları, sera gazları ve aerosoller gibi yer yüzünün radyasyon dengesini bozan maddelerin gelecekte atmosferdeki konsantrasyonlarının tahmin edilmesidir (Moss vd., 2010). Bunun yanında, emisyon senaryoları, iklim değişikliği çalışmalarının en önemli bileşenlerinden birini teşkil etmektedir.

IPCC’nin 25. Oturumu’nda alınan kararlar doğrultusunda, 2007 yılında yapılan IPCC Uzmanlar Toplantısı’nda yeni senaryolar ile ilgili bir dizi kararlar alınmış ve senaryoların ana hatları yeniden belirlenmiştir. Bu yeni yaklaşımla geliştirilen yeni konsantrasyon senaryoları Temsili Konsantrasyon Rotaları (RCP: Representative Concentration Pathways) olarak adlandırılmıştır. Aynı toplantıda belirlenen özellikler bakımından ve ısınımsal zorlama seviyeleri ve rotaları için 4 adet RCP tipi tanımlanmıştır. Bunlar ısınımsal zorlama değerleri en küçükten en büyüğe sırası ile RCP3-PD(RCP2.6), RCP4.5, RCP6.0 ve RCP8.5’dir. Bu senaryolar içerisinde küresel olarak en fazla tercih edilen senaryolar RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları olmuştur. RCP8.5 muhtemel en yüksek ısınımsal zorlama ve konsantrasyon rotası olup 2100 yılında ısınımsal zorlamanın 8.5 w/m²’ye ulaşması beklenmektedir. RCP4.5 ise orta bir dengede tutma rotası olup 2050-2100 yılları arasında ısınımsal zorlamanın 4.5 w/m²’de sabitleneceğini varsaymaktadır.

IPCC’nin kararlaştırdığı yeni nesil senaryolar belirlenmesinden sonra küresel ve bölgesel ölçekte pek çok iklim projeksiyonları geliştirilmiştir. IPCC raporlarında da belirtildiği üzere ülkemiz, iklim değişikliğine karşı en hassas bölgelerden biri olan Doğu Akdeniz havzasında yer almaktadır.

İklim değişikliğinin etkileri 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren daha çok hissedilmeye başlanmıştır. Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) 25 Ocak 2016 tarihli Basın Bildirisi ile 2015 yılı küresel sıcaklıklarının 1961-1990 ortalaması olan 14°C’nin 0.76°C üzerinde gerçekleştiğini ve bu haliyle kayıtlardaki en sıcak yıl olduğunu duyurmuştur. Endüstri öncesi döneme göre ise 2015 sıcaklıkları küresel ortalamanın 1°C üzerindedir. 2011-2015 kayıtlardaki en sıcak 5 yıl olmuştur (MGM, 2016a).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün (MGM) “2015 Yılı İklim Değerlendirmesi” raporuna göre Türkiye 2015 yılı ortalama sıcaklığı 14.3°C ile 1981-2010 normali olan 13.5°C’nin 0.8°C üzerinde gerçekleşmiştir. Türkiye’de 2015 Yılı 1971’den bu yana gerçekleşen beşinci sıcak yıl olmuştur. Bütün mevsimlerde ortalama sıcaklıklar normallerinin üzerinde; özellikle kış ve sonbahar mevsimleri sıcaklıkları 1981-2010 normallerinin yaklaşık 2°C üzerinde gerçekleşmiştir. Mevsimlik değerlendirmelere göre:

- 2014-2015 kış mevsimi sıcaklığı 5.4°C ile normallerinin (3.7°C) 1.7°C üzerinde,
- 2015 ilkbahar mevsimi sıcaklığı 12.2 °C ile normallerinin (12.0°C) 0.2°C üzerinde,
- 2015 yaz mevsimi sıcaklıkları 23.9°C ile normallerinin (23.5°C) 0.4°C üzerinde,
- 2015 sonbahar mevsimi sıcaklıkları 16.8°C ile normallerinin (14.7°C) 2.1°C üzerinde gerçekleşmiştir.

10. ULUSLARARASI TEMİZ ENERJİ SEMPOZYUMU (UTES), 24-26 Ekim 2016, İstanbul
10TH INTERNATIONAL CLEAN ENERGY SYMPOSIUM, 24-26 October 2016, Istanbul

Ülkemizde de her yıl giderek daha fazla hissedilmeye başlanan iklim değişikliği ve buna bağlı olarak sıcaklık artışları nedeniyle yıl içerisindeki ısıtma ve soğutmaya olan ihtiyaçlar da değişmektedir. Isıtma ve soğutma ihtiyaçları çok büyük enerji ihtiyacı gerektirmektedir. Enerji talebi kış mevsiminde ısıtmaya, yaz mevsiminde ise soğutmaya olan ihtiyaç nedeniyle oldukça yüksektir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Ülkemizde ısıtma ve soğutma gereksinimleri için enerjiye oldukça fazla talep olmaktadır. Normalden soğuk kış ve normalden sıcak yaz mevsimlerinde enerji harcamaları rekor seviyelere ulaşmaktadır. Son yıllarda etkisini daha şiddetli hissetmeye başladığımız iklim değişikliği nedeniyle sıcaklıklardaki artışlar, ısıtma ve soğutmaya olan taleplerde de değişikliğe neden olmaktadır. IPCC raporlarında da belirtildiği üzere ülkemiz, iklim değişikliğine karşı en hassas bölgelerden biri olan Doğu Akdeniz havzasında yer almaktadır.

Bu çalışmada iklim değişikliğine karşı hassas bir bölgede olan ülkemizde gelecek dönemlerde iklim değişikliği nedeni ile ısıtma ve soğutma gün ve derecelerindeki olası artış ve azalışlar ile birlikte enerjiye olan taleplerdeki değişimler değerlendirilmiştir.

Isıtma Gün Dereceleri [Heating Degree Days – HDD]

Belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam ve oda sıcaklığını hesaba katarak soğukun şiddetini açıklar. Birçok ülke gün derecenin hesabı için farklı tanımlar kullanır. Karşılaştırılabilir ve ortak bir kullanım oluşturmak için Avrupa Topluluğu İstatistik Ofisi (Eurostat) HDD'nin hesabı için aşağıdaki metodu önermektedir.

$$\text{HDD} = (18^{\circ}\text{C} - T_m) \times d \quad \text{eğer } T_m \leq 15^{\circ}\text{C} \text{ (ısıtma eşiği)}$$
$$\text{HDD} = 0 \quad \text{eğer } T_m > 15^{\circ}\text{C}$$

Burada; T_m = Günlük ortalama sıcaklık, d = Gün sayısıdır.

Hesaplama günlük bazda yapılır. Aylık ve yıllık gün dereceleri bunların toplanması ile bulunur.

Soğutma Gün Dereceleri [Cooling Degree Days – CDD]

Belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam sıcaklığını hesaba katarak sıcaklığın şiddetini açıklar. Resmi olarak belirlenmiş bir eşik sıcaklık değeri olmamakla birlikte inşaat sektörü enerji yönetim pratiklerinde 22°C olarak alınır. Buna göre:

$$\text{CDD} = (T_m - 22) \times d \quad \text{eğer } T_m > 22^{\circ}\text{C} \text{ (soğutma eşiği)}$$
$$\text{CDD} = 0 \quad \text{eğer } T_m \leq 22^{\circ}\text{C}$$

Isıtma gün-dereceleri, 24 saatlik periyodun ne kadarının soğuk geçtiğini ölçmeye yarayan bir birimdir (Şensoy vd., 2007). Isıtma ve Soğutma Gün Derece toplamına şu nedenlerle ihtiyaç vardır:

1. Isıtma ya da soğutma gün dereceleri toplamının bilinmesi binaların ısıtılması ya da soğutulması için gerekli olan enerji gereksiniminin bilinmesi açısından önemlidir. Dış ortam sıcaklığı 15°C 'nin üzerinde ise ısıtma gereksizdir. Isıtma maliyeti yıllık HDD ile doğrudan orantılıdır. Bunun için 1 yıl içindeki yakıt maliyeti yıllık HDD'ye bölünerek 1 HDD için ısıtma fiyatı çıkartılır. Daha sonraki hesaplamalar için bu indis kullanılır.
2. HDD kış mevsiminin sertliğini göreceli olarak önceki ve uzun yıllara göre karşılaştırmak için de kullanılır.
3. HDD aynı zamanda yeni binalar yapılırken yalıtım, ısıtma ve soğutma giderlerinin hesaplanması için inşaat sektörü tarafından ihtiyaç duyulan bir parametredir.

Yani Isıtma ve Soğutma Gün Derece hesapları yapılarak enerjiye olan muhtemel taleplerdeki değişimler hakkında yorum yapılabilir.

Gelecek dönemlerdeki muhtemel iklim değişikliklerini ortaya koyabilmek için MGM tarafından 3 küresel iklim modeli verileri ile RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları temelinde RegCM4.3.4 bölgesel iklim modeli kullanılarak Türkiye ve bölgesi için 20 km çözünürlüklü iklim projeksiyonları geliştirilmiştir. Çalışmada, referans dönem 1971-2000 olarak seçilmiş ve 2100 yılına kadarki gelecek dönem için iklim projeksiyonları üretilmiştir. Hazırlanan rapor "Yeni Senaryolarla Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği-TR2015-CC" adıyla 2015 yılında yayınlanmıştır.

MGM'nin çalışmasında yer alan üç modelden biri olan HadGEM2-ES küresel model verileri ile RCP8.5 ve RCP4.5 senaryoları temelinde RegCM4.3.4. bölgesel iklim modeli kullanılarak elde edilen 20 km çözünürlüklü projeksiyon sonuçlarına göre;

- Türkiye geneli ortalama sıcaklıkların 2016-2099 periyodunda RCP4.5 senaryosuna göre $1.0-4.4^{\circ}\text{C}$ ve ortalama 2.5°C , RCP8.5 senaryosuna göre $0.9-7.1^{\circ}\text{C}$ ve ortalama olarak da 3.6°C artması öngörülmektedir.

10. ULUSLARARASI TEMİZ ENERJİ SEMPOZYUMU (UTES), 24-26 Ekim 2016, İstanbul
10TH INTERNATIONAL CLEAN ENERGY SYMPOSIUM, 24-26 October 2016, Istanbul

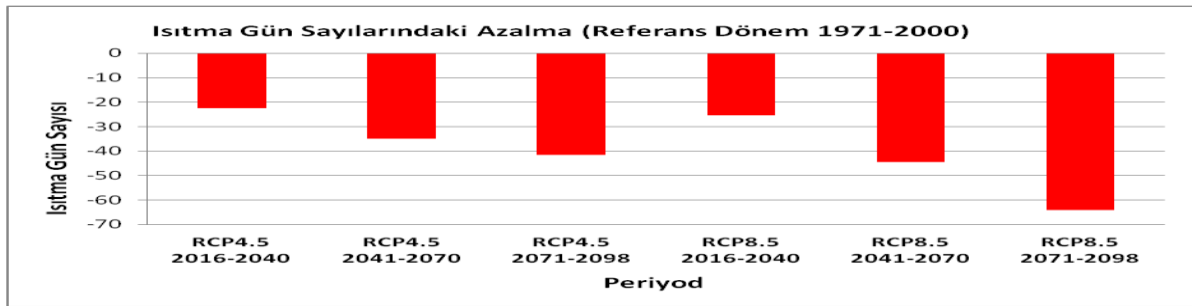
- Yağış miktarlarında RCP4.5 senaryosuna göre yüzyılın ikinci yarısına kadar pozitif anomaliler, RCP8.5 senaryosuna göre 2035 yılına kadar pozitif anomaliler beklenirken daha sonraki dönemlerde azalışlar öngörülmektedir (Akçakaya vd., 2015).

Bu çalışmada HadGEM2-ES küresel iklim modeli ile RCP4.5 ve RCP8.5 senaryosu temelinde 2016-2099 dönemi için oluşturulan iklim projeksiyonları verileri kullanılmıştır. Çalışma alanı tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde 1843 adet 20x20 km çözünürlüklü gridlerden oluşmuştur. Projeksiyon verilerinden günlük ortalama sıcaklık değerleri alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

3. BULGULAR

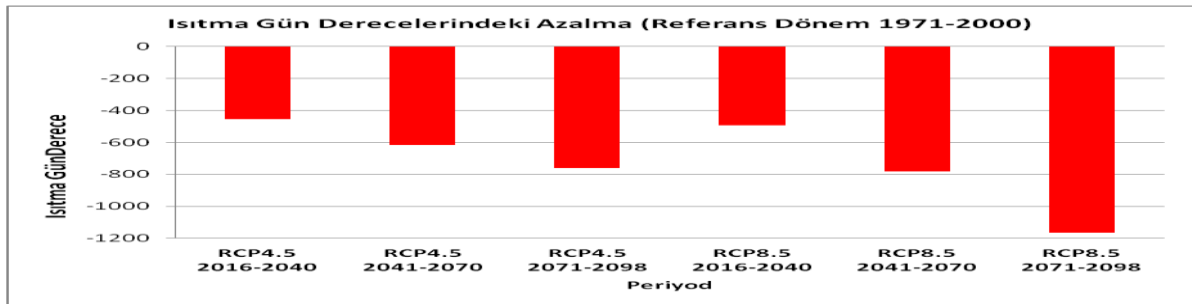
HadGEM2-ES küresel iklim modeli verileri ile RCP8.5 ve RCP4.5 senaryoları temelinde RegCM4.3.4. bölgesel iklim modeli kullanılarak elde edilen 20 km çözünürlüklü projeksiyon verileri kullanılarak 1971-2000 referans dönemine göre 2016-2040, 2041-2070, 2071-2099 dönemleri için şu parametreler üretilmiştir:

- Isıtma Gün Sayısı
- Isıtma Gün Derece Toplamı
- Soğutma Gün Sayısı
- Soğutma Gün Derece Toplamı



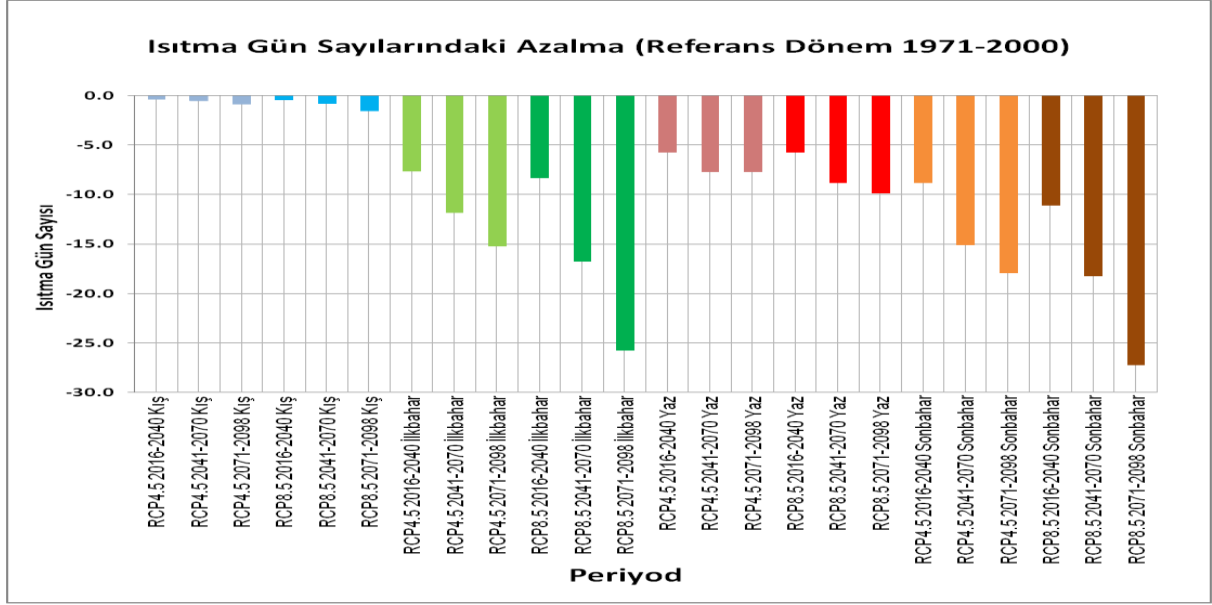
Grafik 1: HadGEM2-ES modeli gelecek dönemler Yıllık Isıtma Gün Sayılarındaki azalma

HadGEM2-ES küresel iklim modeli 20 km çözünürlüklü iklim projeksiyonları günlük ortalama sıcaklık verileri kullanılarak yapılan Isıtma Gün Sayılarındaki azalma analizlerine göre her iki senaryoda da (RCP4.5 ve RCP8.5) gelecek dönemlerdeki (2016-2040, 2041-2070, 2071-2098) sıcaklık artışları nedeniyle yıllık ısıtma gün sayılarında giderek artan şekilde azalışların olması öngörülmektedir. Azalışlar RCP8.5 senaryosunda daha yüksek değerlerdedir.



Grafik 2: HadGEM2-ES modeli gelecek dönemler yıllık Isıtma Gün Derecelerindeki azalma

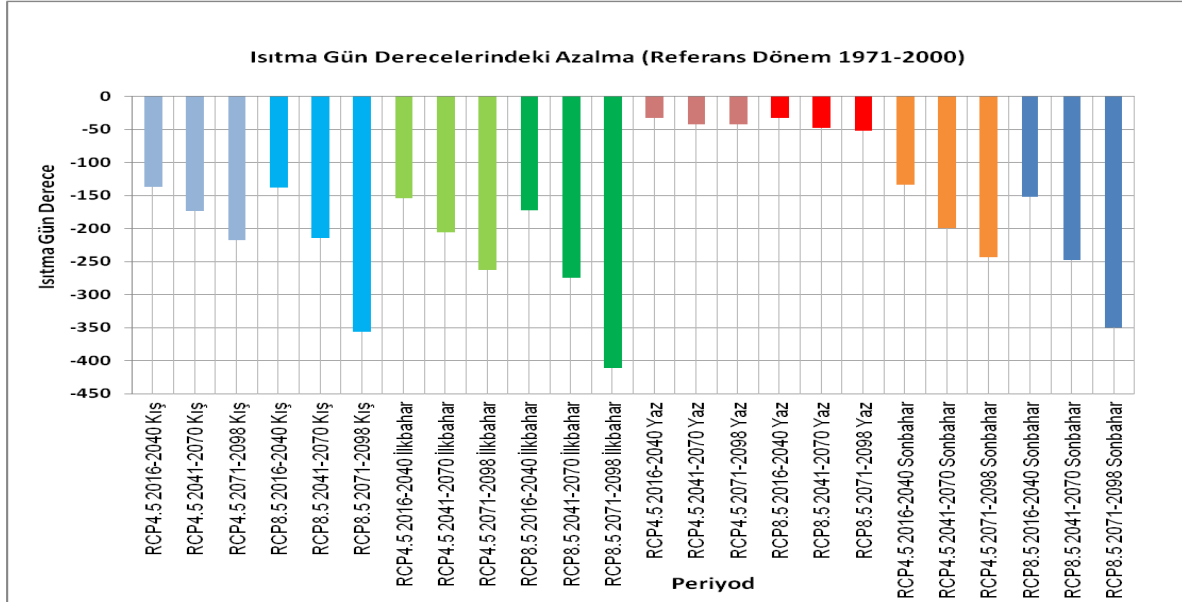
Isıtma gün sayılarındaki azalışlarla birlikte yıllık Isıtma Gün Derecelerinde de 2016-2040, 2041-2070, 2071-2098 dönemlerinde artan hızda azalışların olması beklenmektedir.



Grafik 3: HadGEM2-ES Modeli gelecek dönemler mevsimlik olarak Isıtma Gün Sayılarındaki azalma

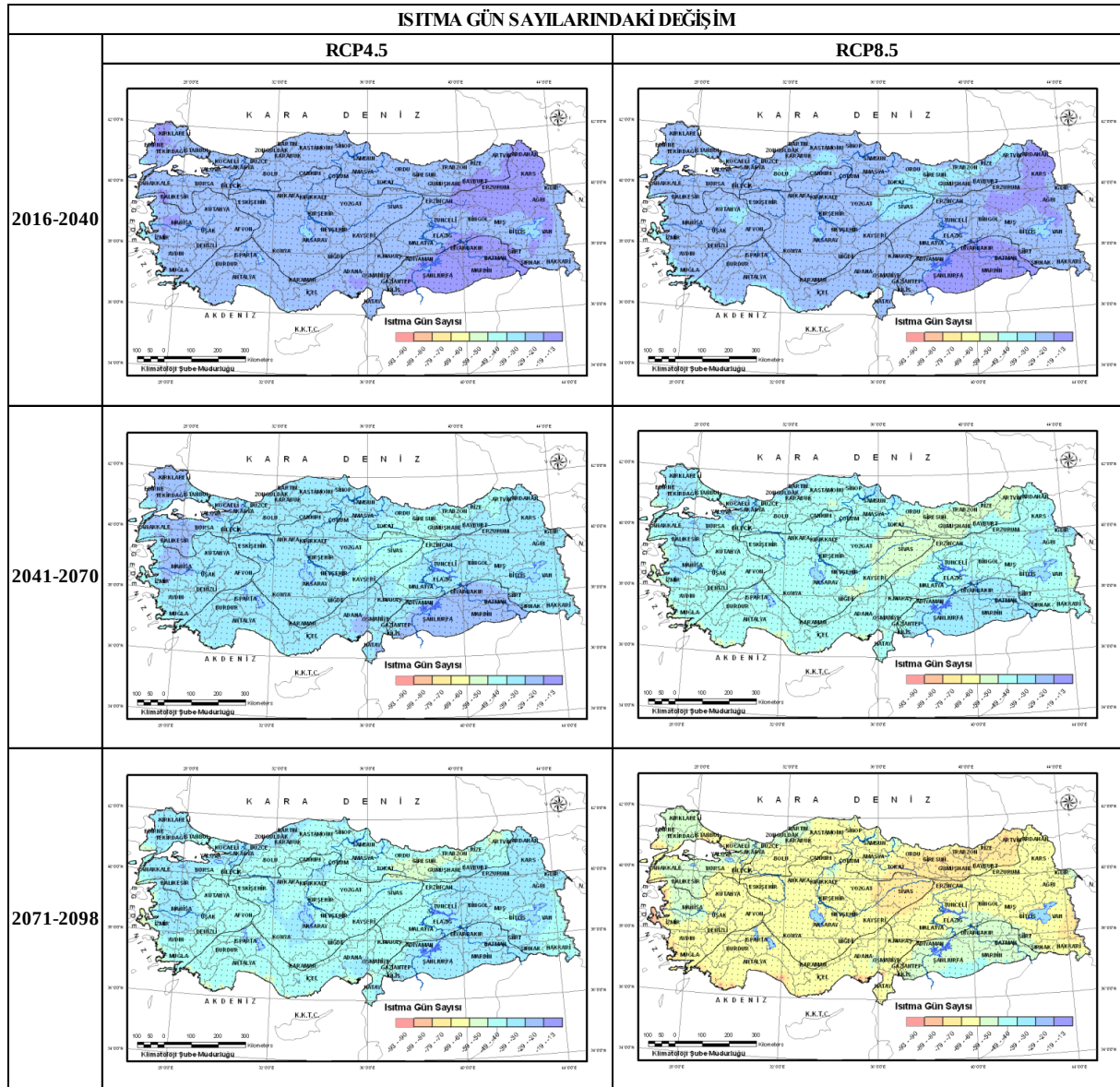
Isıtma Gün Sayılarındaki azalışlar mevsimlik olarak değerlendirildiğinde en fazla azalışların ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde olacağı beklentisi dikkat çekmektedir. Kış mevsiminde ise ısıtma gün sayılarında ciddi bir değişim olmayacağı öngörülmektedir.

Bu analizler tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde 20 km çözünürlüklü 1843 adet grid yapısından oluşan alanları kapsadığı için yaz mevsiminde de yüksek rakımlı yerlerde mevcutta ısınma ihtiyacının olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte yaz mevsiminde de gelecek dönemlerde ısıtma ihtiyacı olan yörelerde de azalışlarla birlikte yaz mevsiminde ısınmaya ihtiyaç duyan hemen hemen hiçbir yörenin kalmayacağı sonucuna ulaşılmıştır.



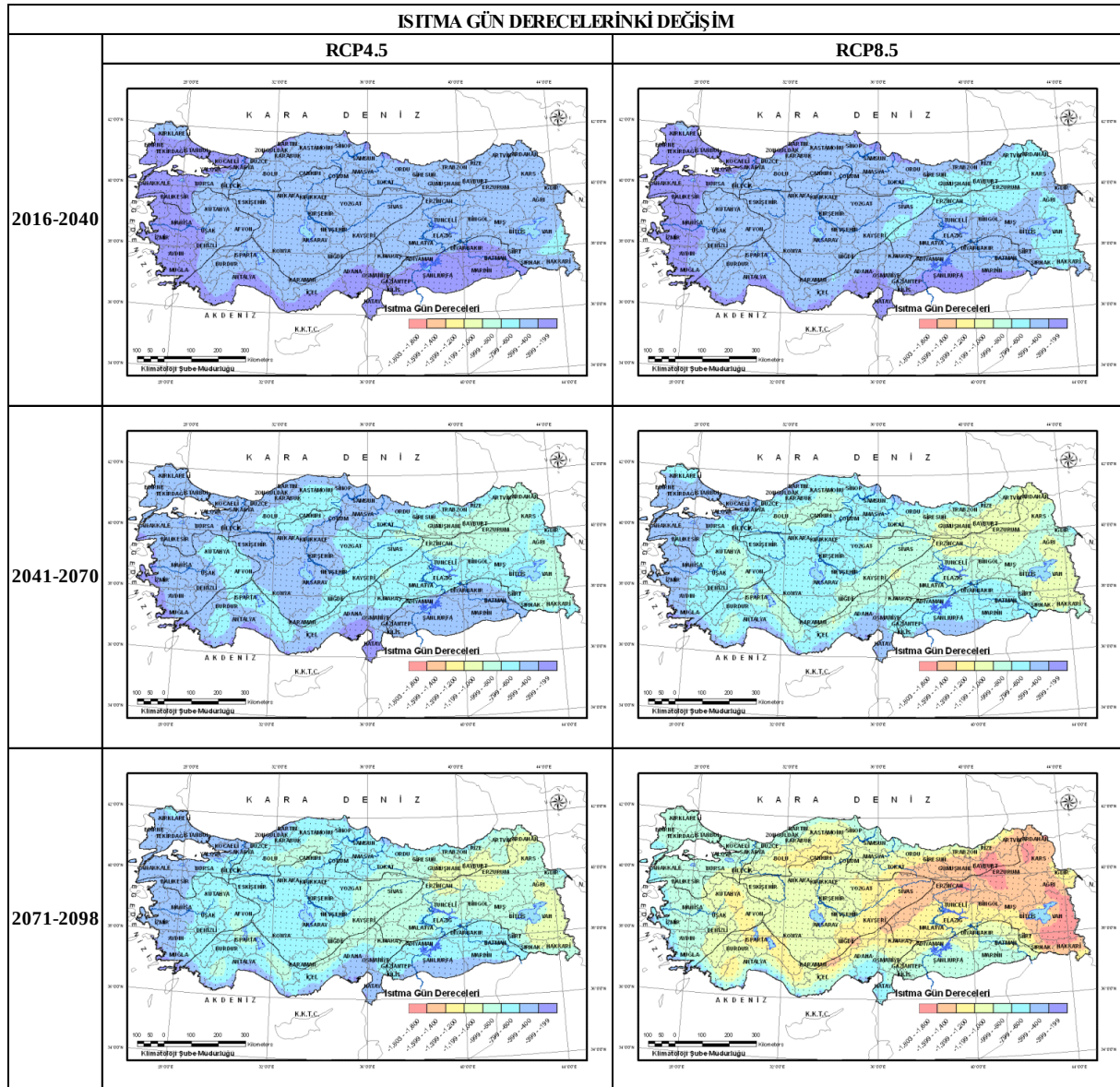
Grafik 4: HadGEM2-ES Modeli gelecek dönemler mevsimlik olarak Isıtma Gün Derecelerindeki azalma

Isıtma Gün Derecelerindeki azalışların mevsimlik olarak yapılan analizlerine göre de en fazla azalışların ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde olduğu görülmektedir. Bu analizde dikkat çeken bölüm kış mevsimi gün derecelerindeki azalmaların gün sayıları azalışlarına göre daha yüksek oranlarda olduğudur. Bu durum kış mevsiminde ısıtmaya olan ihtiyacın olduğu gün sayılarındaki azalışlardan ziyade günlük ortalama sıcaklıklardaki artışın daha fazla olacağı şeklinde açıklanabilir.



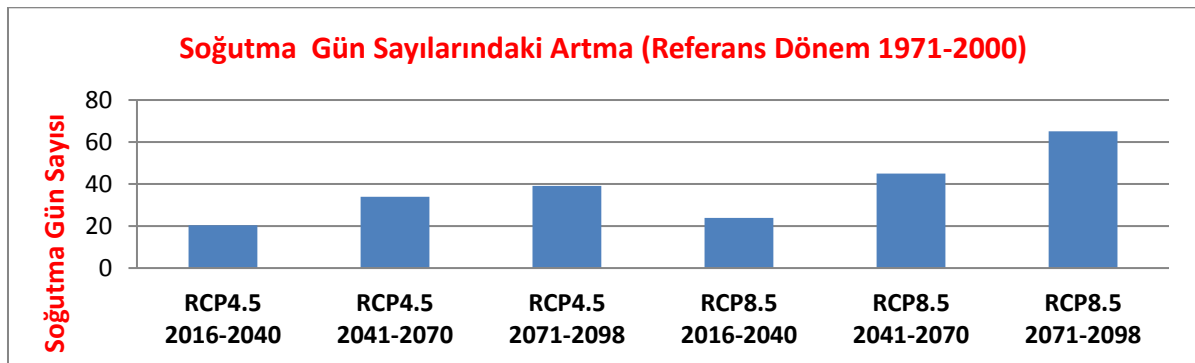
Grafik 5: HadGEM2-ES modeli RCP4.5 ve RCP8.5 senaryosuna göre Türkiye geneli gelecek dönemler ısıtma gün sayıları değişimi (RF: 1971-2000)

Türkiye geneli yıllık ısıtma gün sayıları değişimi haritaları gelecek dönemler (2016-2040, 2041-2070, 2071-2098) için ayrı ayrı incelendiğinde yüzyılın son çeyreğinde ısıtmaya ihtiyaç olan gün sayılarındaki artışlar dikkat çekmektedir. Senaryo bazında ise RCP8.5 senaryosunda RCP4.5 senaryosuna göre ısıtma gün sayılarında daha fazla azalışların olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bölgelerdeki değişimler incelendiğinde ise ısıtma gün sayılarında en fazla azalışların doğu bölgelerde olduğu belirlenmiştir.



Grafik 6: HadGEM2-ES modeli RCP4.5 ve RCP8.5 senaryosuna göre Türkiye geneli gelecek dönemler ısıtma gün dereceleri değişimi (RF: 1971-2000)

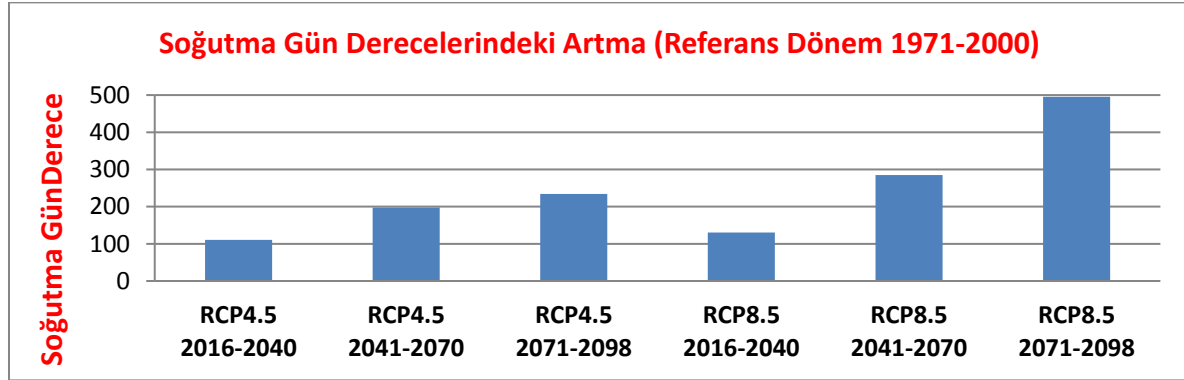
Türkiye geneli yıllık ısıtma gün dereceleri değişimi haritasına bakıldığında RCP8.5 senaryosunda RCP4.5 senaryosuna göre daha fazla azalışların olduğu görülmektedir. Bölgeler bazında incelendiğinde ise ısıtmaya olan ihtiyacın en fazla azaldığı bölgelerin iç ve doğu bölgeler olduğu dikkat çekmektedir.



Grafik 7: HadGEM2-ES modeli gelecek dönemler yıllık Soğutma Gün Sayılarındaki artma

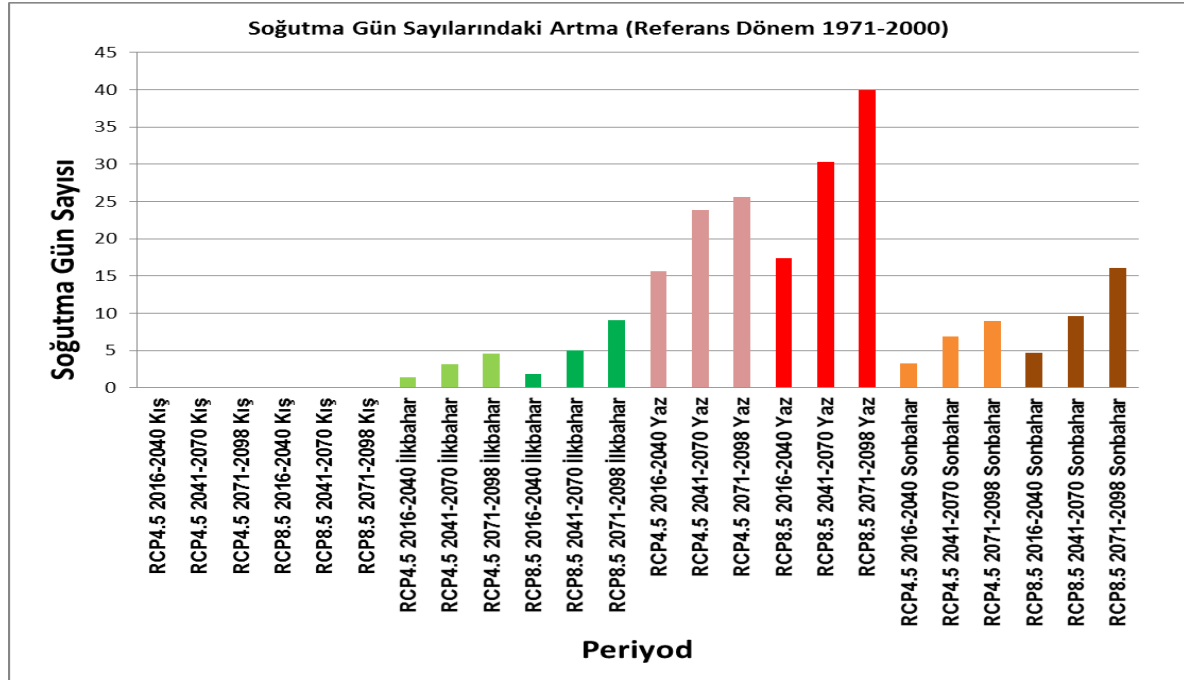
10. ULUSLARARASI TEMİZ ENERJİ SEMPOZYUMU (UTES), 24-26 Ekim 2016, İstanbul
10TH INTERNATIONAL CLEAN ENERGY SYMPOSIUM, 24-26 October 2016, Istanbul

Soğutma gün sayıları değişimleri analizlerine göre her iki senaryoda ve tüm periyotlarda yıllık soğutma ihtiyacı olan gün sayılarında artışların olacağı öngörülmektedir.



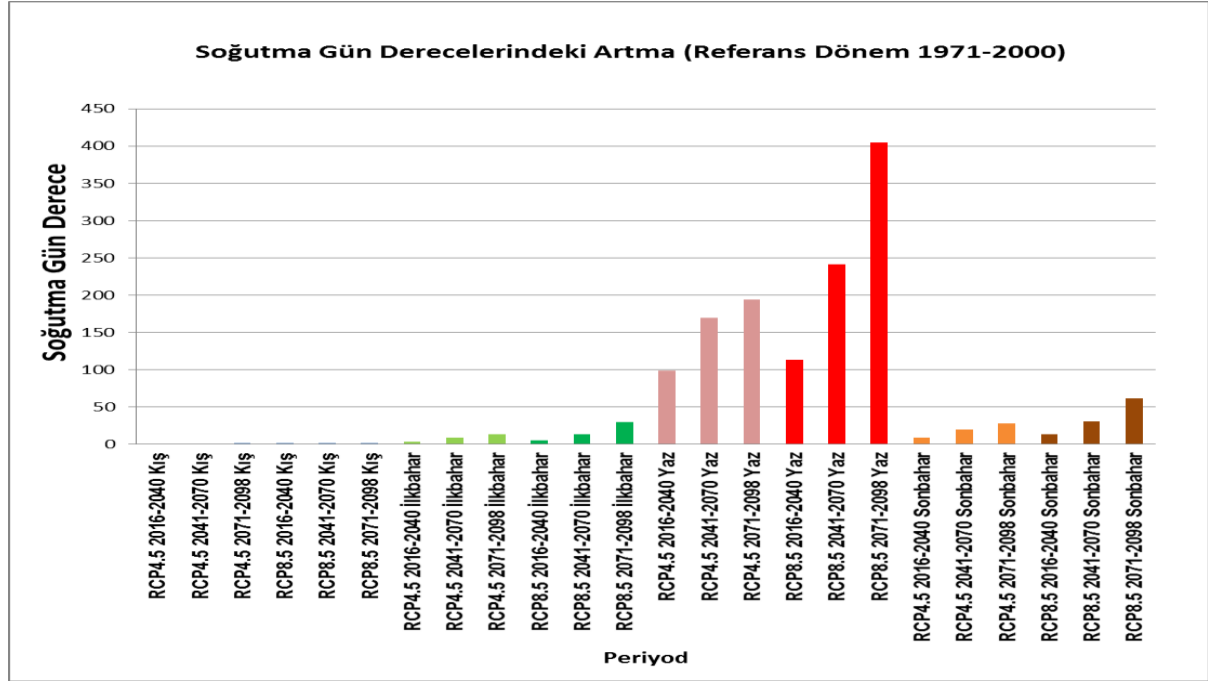
Grafik 8: HadGEM2-ES modeli gelecek dönemler Yıllık Soğutma Gün Derecelerindeki artma

HadGEM2-ES modeli projeksiyon günlük ortalama sıcaklık verilerine ile yapılan soğutma gün dereceleri analizlerine göre gelecek dönemler için soğutma gün sayılarındaki artışlarla birlikte soğutma gün derecelerinde de artışların olması öngörülmektedir.



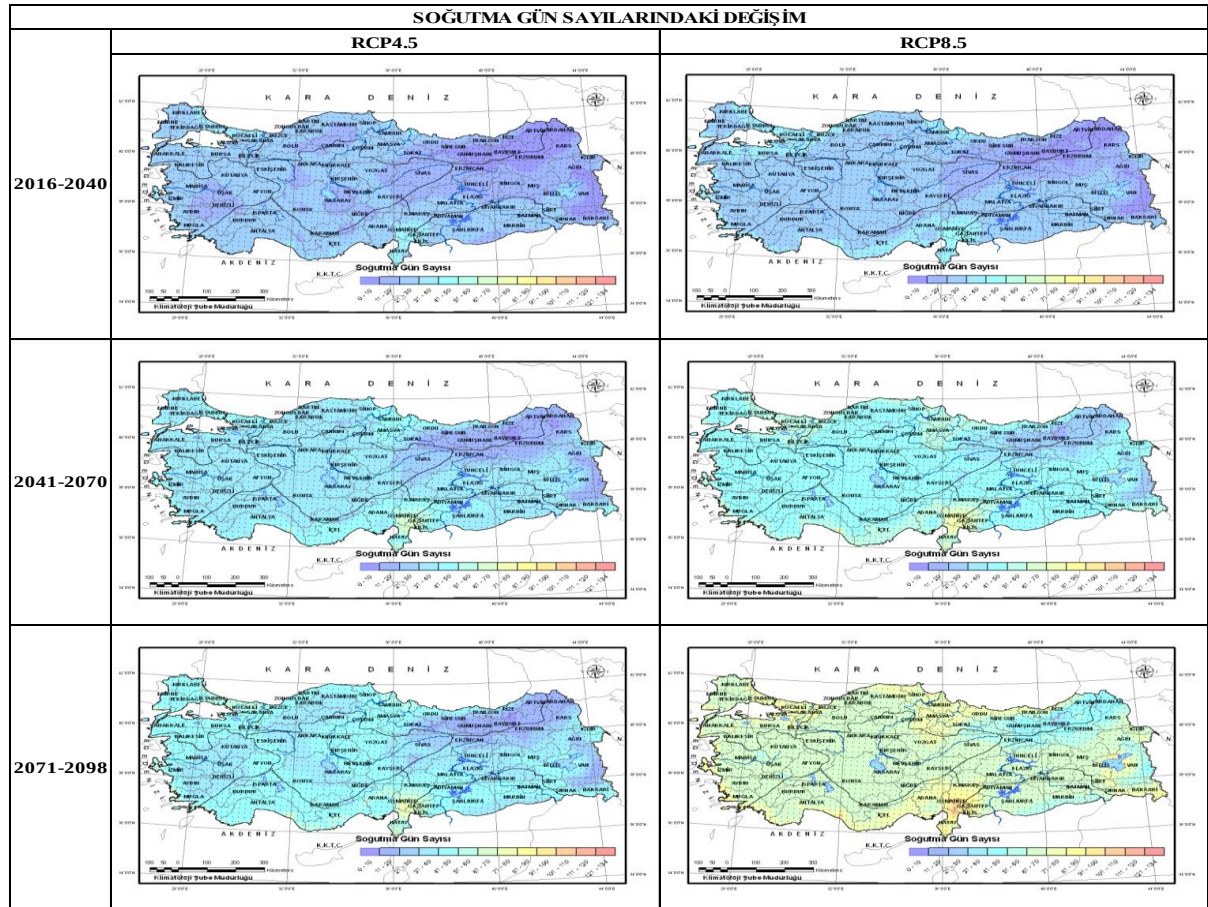
Grafik 9: HadGEM2-ES modeli gelecek dönemler mevsimlik olarak Soğutma Gün Sayılarındaki artma

Soğutma gün sayılarındaki artışlar mevsimlik olarak değerlendirildiğinde en fazla artışların yaz mevsiminde olacağı beklentisi dikkat çekmektedir. Gelecek dönemlerde ilkbahar mevsiminde de soğutma ihtiyacı olan gün sayılarında artışların olması öngörülmektedir.



Grafik 10: HadGEM2-ES modeli gelecek dönemler mevsimlik olarak Soğutma Gün Derecelerindeki artma

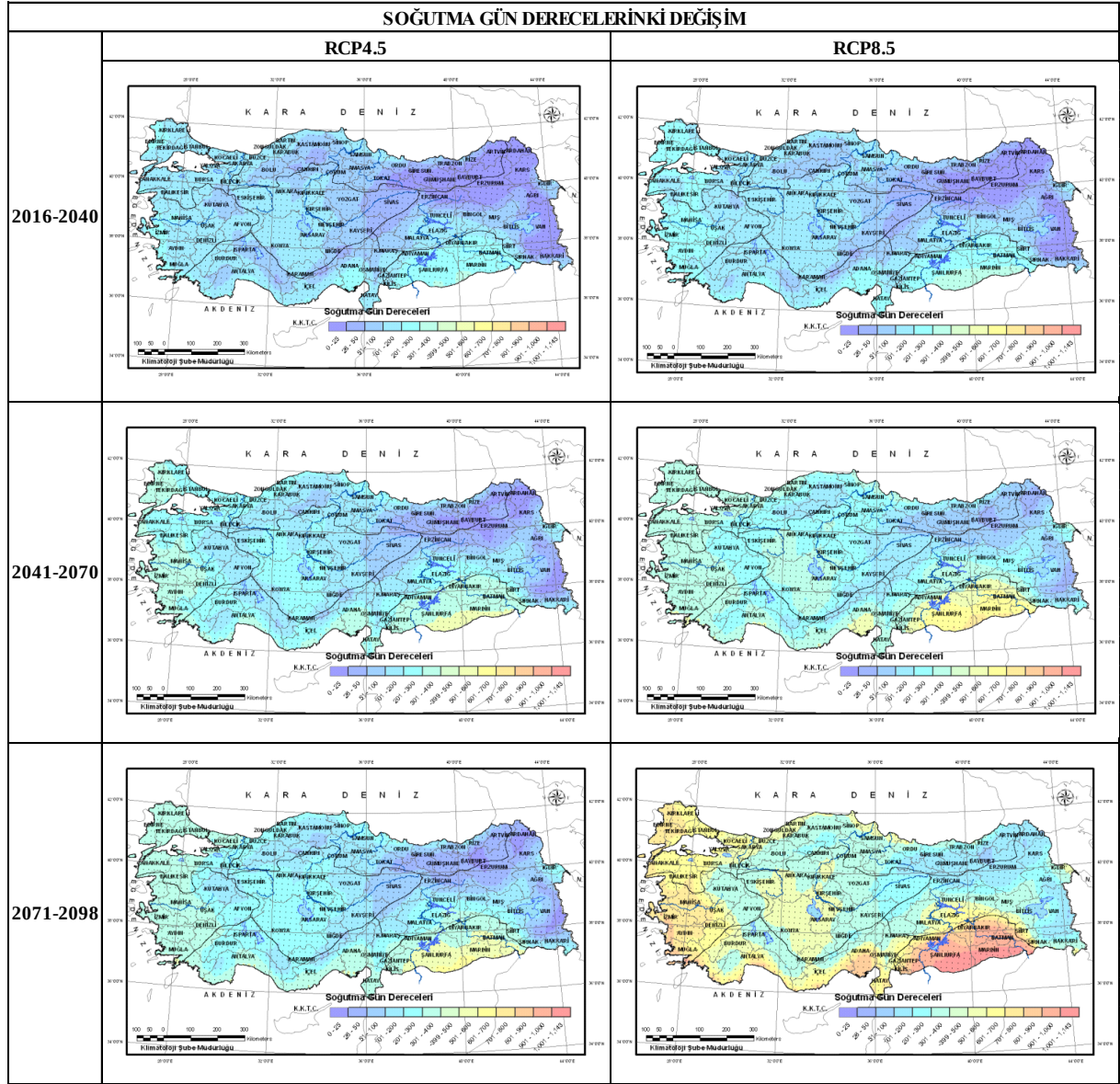
Soğutma gün derecelerindeki değişim analizi sonuçlarına göre de en fazla artışın yaz mevsiminde olması beklenmektedir.



Grafik 11: HadGEM2-ES modeli RCP4.5 ve RCP8.5 senaryosuna göre Türkiye geneli gelecek dönemler soğutma gün sayıları değişimi (RF: 1971-2000)

10. ULUSLARARASI TEMİZ ENERJİ SEMPOZYUMU (UTES), 24-26 Ekim 2016, İstanbul
10TH INTERNATIONAL CLEAN ENERGY SYMPOSIUM, 24-26 October 2016, İstanbul

Soğutma ihtiyacının ortaya çıktığı eşik değer olan günlük ortalama sıcaklığın 22°C aşan gün sayılarındaki değişimini gösteren Türkiye geneli haritalarına göre gelecek dönemlerde soğutmaya ihtiyacının olduğu gün sayılarında RCP4.5 senaryosunda ortalama 50-60 gün artış öngörülmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre ise bu artışın 120 günün üzerine çıkması beklenmektedir.



Grafik 12: HadGEM2-ES modeli RCP4.5 ve RCP8.5 senaryosuna göre Türkiye geneli gelecek dönemler soğutma gün dereceleri değişimi (RF: 1971-2000)

Soğutma gün derecelerindeki değişim haritalarına göre soğutma gün derecelerindeki artışın gün sayılarındaki artıştan daha yüksek oranda olduğu belirlenmiştir. Bu da gelecek dönemlerde ekstrem sıcaklık değerlerinin daha da artacağı şeklinde yorumlanabilir. Soğutma gün derecelerindeki artış ülke genelinde en fazla kıyı bölgeler ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde olması öngörülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim değişikliğinin etkileri 20. Yüzyılın son çeyreğinden itibaren daha çok hissedilmeye başlanmıştır. Türkiye 2015 yılı ortalama sıcaklığı 14.3°C ile 1981-2010 normali olan 13.5°C'nin 0.8°C üzerinde gerçekleşmiştir. Türkiye'de 2015 yılı 1971'den bu yana gerçekleşen beşinci sıcak yıl olmuştur. MGM tarafından yayınlanan "Yeni Senaryolarla Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği-TR2015-CC" raporuna göre ülkemizin gelecek dönemlerde iklim değişikliğinden oldukça fazla etkilenmesi öngörülmektedir.

İklim değişikliği ile birlikte sıcaklık artışları ısıtma ve soğutma gün derece sayılarında da yıllar içerisinde değişikliğe neden olmaktadır. Bu değişikliklerde ısıtmaya ve soğutmaya olan ihtiyaçların değişmesi ile birlikte enerji tüketimi miktarlarını da etkilemektedir.

Her geçen gün artan enerji ihtiyacı, enerji harcamaları konusunda geleceğe yönelik plan yapma zorunluluğunu da beraberinde getirmektedir. Isıtma ve soğutma nedeni ile harcanan enerji, ülkemiz enerji tüketiminde oldukça önemli miktarlara ulaşabilmektedir.

Bu çalışmada iklim değişikliği ve sıcaklık artışları nedeniyle gelecek dönemlerde (2016-2040, 2041-2070, 2071-2098) ısıtma ve soğutma gün derece sayılarındaki değişimler ortaya konarak enerjiye olan değişimlerin nasıl olacağı konusunda analizler yapılmıştır. Çalışmada HadGEM2-ES küresel iklim modeli ile RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları temelinde 20 km çözünürlüklü olarak Türkiye için geliştirilen iklim projeksiyonları verileri kullanılmıştır. Tüm Türkiye'yi kapsayan çalışma alanı 1843 gridden oluşmaktadır. Projeksiyon verilerinden meteorolojik parametre olarak günlük ortalama sıcaklık değeri ele alınmıştır.

1971-2000 dönemi model sonuçları referans olarak alınarak 2016-2040, 2041-2070, 2071-2098 gelecek dönemleri için Soğutma Gün Sayıları, Soğutma Gün Dereceleri, Isıtma Gün Sayıları ve Isıtma Gün Derecelerindeki değişimler yıllık ve mevsimlik bazda incelenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda iklim değişikliği nedeniyle gelecek dönemlerde Isıtma Gün Sayıları ve Isıtma Gün Derecelerinde Azalışlar; soğutma gün sayıları ve gün derecelerinde artışlar öngörülmektedir.

Isıtma Gün Sayılarında azalışların en fazla ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde olması beklenmektedir. Yani ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ısıtma ihtiyacı olan gün sayılarında giderek azalmaların olacağı dikkat çekmektedir. Isıtma Gün Derecelerindeki değişimi analizlerine göre kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde gün derecelerinde düşüşler görülmektedir. Kış mevsiminde Isıtma Gün Sayılarında ciddi bir değişiklik olmamasına karşın Isıtma Gün Derecelerinde ciddi azalmaların olacağı öngörüsü kış mevsimi günlük minimum sıcaklıklarında artış beklentisi ile açıklanabilmektedir.

Soğutma Gün Sayıları ve Soğutma Gün Derecelerindeki değişim analizlerine göre değişimin en fazla yaz mevsiminde olması öngörülmektedir. Soğutma Gün Sayılarında yıllık bazda RCP4.5 senaryosuna göre 20-25 gün, RCP8.5 senaryosuna göre ise 35-40 güne varan artışların olacağı beklenmektedir.

Tüm analiz sonuçlarına göre gelecek dönemlerde ısıtma ihtiyacının olduğu gün sayılarında ve gün derecelerindeki azalmalarla birlikte kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ısıtma amaçlı enerji ihtiyaçlarının azalması öngörülmektedir. Bunun yanı sıra soğutmaya ihtiyacın yaz mevsiminde en yüksek değerlerde olmakla birlikte ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde de soğutma ihtiyaçlarının artması beklenmektedir. Bu nedenle de gelecek dönemlerde özellikle yaz mevsiminde soğutma ihtiyaçlarının artışıyla birlikte soğutma amaçlı enerji tüketimlerinde artışların olacağı dikkat çekmektedir.

Sonuç olarak iklim değişikliği nedeniyle sıcaklıklardaki artışların gelecek dönemlerde mevsimlik enerji tüketimlerinde değişikliğe neden olması öngörülmektedir. Isıtma Gün Dereceleri ve Soğutma Gün Derecelerinde olası değişikliklerin dikkate alınması enerji üretim ve tüketim konusunda yapılacak planlamalarda yardımcı olabilecektir.

10. ULUSLARARASI TEMİZ ENERJİ SEMPOZYUMU (UTES), 24-26 Ekim 2016, İstanbul
10TH INTERNATIONAL CLEAN ENERGY SYMPOSIUM, 24-26 October 2016, İstanbul

KAYNAKLAR

Akçakaya, A., Sümer, U.M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskiöğlu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy S., Bölük, E., Arabacı, H., Açar, Y., Ekici, M., Yağan, S. ve Çukurçayır, F. (2015). Yeni Senaryolarla Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği-TR2015-CC. Meteoroloji Genel Müdürlüğü yayını, 149 s., Ankara.

Gregory, W.L., Duran, A., (2001). Scenarios and Acceptance of Forecasts. Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners, Edited by J. Scott Armstrong. Springer Science-Business Media, inc. New York.

Gürkan, H., Demir, Ö., Atay, H., Eskiöğlu, 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.

IPCC, (2000). Special Report on Emissions Scenarios, Cambridge University Press.

MGM, (2016a). 2015 Yılı İklim Değerlendirmesi. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2015-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf>

MGM, (2016b). Isıtma ve Soğutma Gün Dereceleri. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx>

Moss, R.H. vd. (2010). “The Next Generation Of Scenarios For Climate Change Research and Assesment”. Nature, 2010: Vol 463j1 1 February 2010 doi:10.1038/nature08823.

Şensoy, S., Sağır, R., Eken, M., Ulupınar, Y. (2007). Türkiye Uzun Yıllar Isıtma ve Soğutma Gün Dereceleri. http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/isitma_sogutma.pdf

Modeling Solar Energy Potential in Turkey by using GWR

- 1) Serhat Sensoy, Turkish State Meteorological Service, Ankara
- 2) Assist. Prof. Dr. Mustafa Coskun, Turkish State Meteorological Service, Ankara
- 3) Mesut Demircan, Turkish State Meteorological Service, Ankara
- 4) Volkan Darende, Turkish State Meteorological Service, Ankara
- 5) Prof. Dr. Zuhale Akyurek, Middle East Technical University, Ankara
- 6) Assoc. Prof. Necla Turkoğlu, A.U., Faculty of Language, History and Geography,
- 7) Prof. Dr. İhsan Çiçek, A.U., Faculty of Language History and Geography, Ankara

Abstract

Small portion of the incoming solar energy into the world is sufficient to meet human needs. Renewable energy sources such as solar energy are very important to protect atmosphere.

Geographic variables are measured at certain points, and prediction map for the entire area is been obtained by some spatial interpolation methods. Prediction map can be obtained from observed data and also by using secondary variables which have spatial relationship with the measured values (Bostan et al, 2007).

Geographically Weighted Regression(GWR) methods were applied in the modeling of radiation. GWR is the multi-faceted approach to the analysis of spatial data. GWR opens a window through the data set to calculate local r^2 (Laffan, 1999).

In the modeling of spatial interpolation of radiation data, latitude, relative humidity and cloudiness were used as secondary variable. Best results were obtained with the cloudiness and relative humidity parameters. Simple linear models generally are been solved by ordinary least square method.

GWR model results were compared by the lowest RMSE and higher r^2 values obtained in the model. According to model result, southern parts of Izmir-Iğdir line, have over 1500 KWh/m²/Year radiation potential and is considered as optimum area for the photovoltaic installation.

Keywords: GWR, Co-kriging, Modeling, Radiation, Photovoltaic

1. Introduction

Due to the geographical location, Turkey is lucky country compared to the others in terms of solar energy potential. According to sunshine duration and radiation data measured by TSMS from 1971 to 2000, Turkey’s annual mean total sunshine hours are 2573 (daily mean is 7 h) and mean total radiation is 1474 KWh/m²-year (daily 4 KWh/m²). Monthly and regional solar energy potential of Turkey has been given at Table 1.

Photovoltaic (PV), is a method of obtaining electricity from the sun through silicon crystals.

Crystalline solar cell layer in the bottom portion covered with one of P-type material (e.g. Aluminum, Gallium, Indium) to create green spaces. N-type top layer, covered with chemicals such as arsenic, phosphorus or antimony which create traveler electrons. The light falling on the electrons stimulate them through the lower layers (P region). In the solar cell, these electrons makes short-circuit in the ways drawn that separates two layers and circuit again through drawn road towards the entire N region and thereby generate electricity. With today's technology, depending on the used material on PV, approximately 15% of the total potential of the sun can be converted into electrical energy. Depending on the PV type and area, the amount of energy can be produced in Turkey shown at below Chart 1.

Table 1. Monthly and regional solar energy potential of Turkey (TSMS)

REGION	TOTAL SOLAR ENERGY (KWh/m ² -year)	SUNSHINE HOUR (hour/year)
Southeastern Anatolia	1648	2845
Mediterranean	1548	2737
Aegean	1528	2615
East Anatolia	1523	2519
Inland Anatolia	1481	2563
Marmara	1329	2250
Black Sea	1305	1929

Chart 1. The amount of energy can be produced in Turkey depending on the PV type and area (KWh/Year)

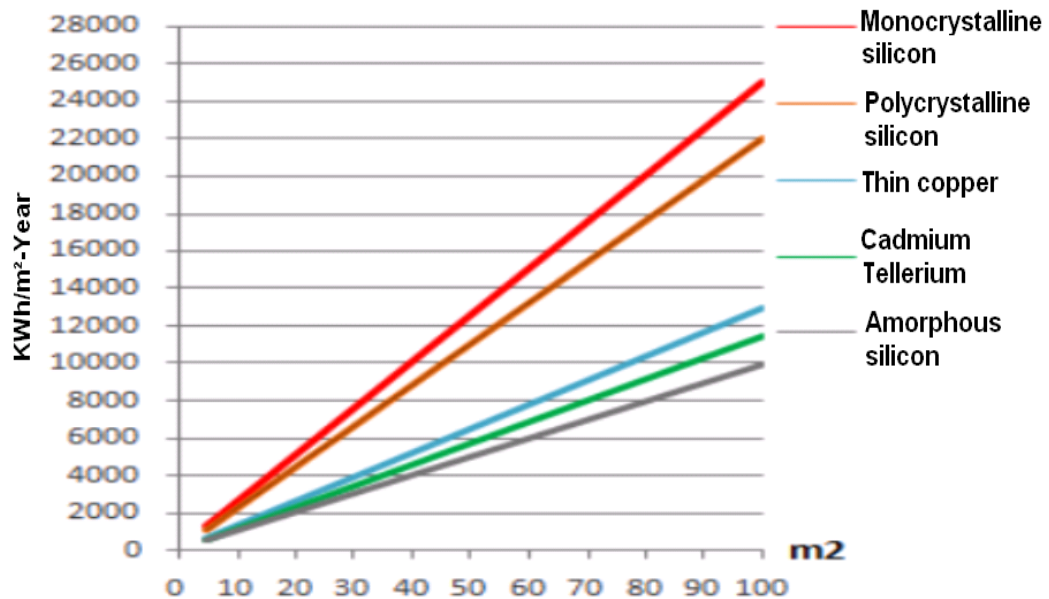


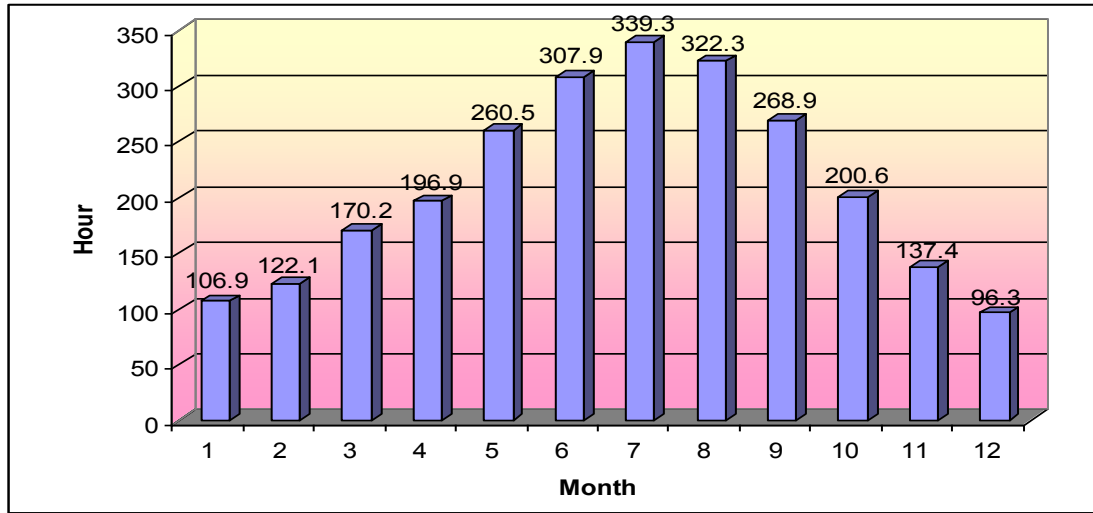
Table 2. Sunshine hour and radiation data of the cities

STATION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	KWh/m ² -year observed	KWh/m ² -day observed	KWh/m ² - year Model	PV Equivalent	City area (km ²)	Sunshine hour (h/day)	Sunshine hour (h/year)
ADANA	62	75	113	134	167	172	181	164	130	102	68	54	1421	3.9	1525	228.8	14256	7.4	2704
ADIYAMAN	54	68	104	126	156	167	168	152	124	92	62	47	1320	3.6	1681	252.2	7572	8.1	2950
AFYON	63	82	130	153	183	199	209	192	154	107	69	53	1594	4.4	1456	218.4	14532	6.7	2461
AGRI	58	74	115	127	161	178	183	167	136	93	58	43	1392	3.8	1383	207.4	11315	6.3	2306
AKSARAY	67	84	124	141	174	186	194	179	146	106	74	59	1534	4.2	1557	233.5	8051	7.5	2728
AMASYA	47	66	109	136	170	184	192	174	134	89	52	38	1393	3.8	1469	220.3	5731	5.6	2059
ANKARA	50	67	108	128	164	178	189	172	137	96	58	41	1389	3.8	1440	216.1	25615	6.9	2506
ANTAKYA	49	66	105	132	163	178	182	164	130	95	60	45	1369	3.8	1510	226.5	5678	7.4	2689
ANTALYA	75	91	138	160	197	208	215	196	163	123	82	66	1715	4.7	1562	234.2	20599	8.4	3054
Ardahan	56	75	114	133	164	179	184	166	132	94	60	47	1404	3.8	1405	210.8	5495	5.9	2136
ARTVIN	50	69	114	138	168	177	169	156	126	89	55	42	1352	3.7	1310	196.5	7493	4.9	1789
AYDIN	63	76	119	145	183	197	204	187	151	110	71	57	1562	4.3	1610	241.5	7922	7.6	2768
BALIKESIR	41	53	86	113	145	162	167	152	120	80	48	34	1202	3.3	1383	207.4	14442	6.9	2528
BARTIN	42	59	93	121	158	172	182	162	121	82	49	36	1277	3.5	1200	180.0	1960	5.6	2041
Batman	67	86	128	148	182	199	206	187	152	110	72	56	1593	4.4	1600	240.0	4671	7.5	2744
Bayburt	57	75	113	132	165	180	184	166	132	94	60	46	1404	3.8	1410	211.5	4043	6.0	2205
BILECIK	54	67	106	129	166	180	186	169	136	91	58	45	1384	3.8	1370	205.6	4181	6.4	2318
BINGOL	61	83	122	144	184	210	218	196	150	99	59	47	1574	4.3	1571	235.7	8402	6.5	2360
BITLIS	62	83	126	138	165	196	199	181	150	104	60	49	1512	4.1	1559	233.9	8413	6.4	2324
Bolu	48	64	103	125	157	171	179	161	125	85	53	40	1311	3.6	1318	197.7	10716	5.4	1983
BURDUR	71	89	130	156	193	213	221	197	160	121	85	56	1691	4.6	1567	235.0	7238	7.4	2695
BURSA	48	58	90	114	146	160	166	149	119	81	52	41	1225	3.4	1418	212.8	11087	6.3	2296
CANAKKALE	51	67	108	141	173	186	193	174	136	95	58	45	1427	3.9	1329	199.3	9887	7.3	2649
CANKIRI	51	71	118	135	169	184	195	176	142	101	61	42	1445	4.0	1397	209.5	8411	6.1	2227
CORUM	55	75	117	137	168	183	193	177	140	96	60	44	1444	4.0	1394	209.1	12833	6.1	2230
DENİZLİ	51	65	100	124	153	171	174	154	123	87	56	44	1300	3.6	1566	234.9	11716	7.5	2722
DIYARBAKIR	63	82	126	148	193	211	216	194	156	115	72	54	1629	4.5	1620	243.1	15162	7.8	2859
DÜZCE	39	54	85	111	143	157	162	148	115	75	46	34	1169	3.2	1247	187.0	2593	5.1	1868
EDİRNE	34	47	76	103	130	139	143	131	99	66	39	29	1037	2.8	1363	204.5	6241	6.2	2248
ELAZIĞ	53	72	112	136	171	194	199	179	143	101	62	44	1467	4.0	1602	240.3	9181	7.3	2677
ERZİNCAN	58	76	114	130	158	174	182	163	131	94	60	49	1389	3.8	1463	219.4	11974	6.5	2376
ERZURUM	70	91	132	138	162	181	193	174	142	103	68	56	1511	4.1	1455	218.3	24741	6.7	2439
ESKİŞEHİR	50	66	101	121	153	166	178	160	130	89	59	39	1311	3.6	1396	209.3	13904	6.7	2439
GAZİANTEP	58	72	111	136	172	190	196	177	142	104	68	51	1478	4.0	1628	244.2	7194	7.3	2658
GİRESUN	42	55	81	96	130	146	125	109	74	70	43	32	1003	2.7	1187	178.0	7151	3.7	1351
GÜMÜŞHANE	50	68	134	149	180	198	211	192	148	101	54	39	1543	4.2	1420	213.0	6125	5.9	2144
HAKKARI	76	95	135	147	175	191	198	181	147	110	74	67	1596	4.4	1657	248.5	7729	7.9	2877
IGDIR	52	71	110	126	153	167	169	154	123	90	58	44	1318	3.6	1525	228.7	3584	6.3	2315
İSPARTA	59	73	107	123	149	161	168	154	126	94	64	50	1328	3.6	1535	230.3	8733	7.5	2741
İSTANBUL	41	56	95	129	166	180	184	161	127	83	50	36	1306	3.6	1303	195.5	5170	5.9	2163
İZMİR	64	79	123	151	186	203	207	186	154	111	71	55	1589	4.4	1562	234.3	11811	7.9	2893
KAHRAMANMARAS	60	78	124	153	193	214	224	199	161	112	69	51	1638	4.5	1628	244.2	14213	7.2	2619
Karabük	48	64	101	123	156	170	179	160	124	83	52	39	1299	3.6	1307	196.1	2864	5.9	2170
KARAMAN	72	91	140	169	199	216	223	202	168	119	79	61	1739	4.8	1554	233.1	8816	8.0	2926
KARS	68	85	129	134	155	170	182	166	134	97	64	57	1441	3.9	1414	212.1	9594	6.4	2324
KASTAMONU	43	60	95	110	136	150	157	142	110	75	46	33	1157	3.2	1342	201.3	13473	5.8	2129
KAYSERİ	58	76	113	132	163	179	196	178	142	99	64	50	1451	4.0	1491	223.7	17116	6.8	2464
KİLİS	70	89	136	167	200	219	221	198	164	125	82	60	1731	4.7	1651	247.7	1239	7.8	2838
KIRIKKALE	53	73	116	136	170	185	200	182	144	99	58	41	1458	4.0	1433	215.0	4589	6.9	2509
KİRSEHİR	60	79	121	140	172	183	193	175	141	104	69	53	1490	4.1	1449	217.3	6434	7.2	2619
Kırklareli	47	63	100	125	157	172	179	160	125	84	52	40	1304	3.6	1302	195.3	6056	6.9	2531
KOCAELİ	39	50	82	106	137	152	155	136	108	70	45	33	1113	3.1	1280	192.0	3635	5.4	1971
KONYA	62	81	123	144	174	188	197	179	145	107	71	54	1524	4.2	1554	233.1	40824	7.2	2637
KUTAHYA	53	72	117	145	175	191	202	184	143	92	58	43	1474	4.0	1418	212.7	12119	5.7	2071
MALATYA	55	73	113	140	175	199	209	190	151	106	64	45	1519	4.2	1617	242.5	12235	7.6	2768
Manisa	64	79	121	146	178	192	198	180	146	106	69	54	1533	4.2	1530	229.5	13120	6.9	2534
Mardin	68	87	130	149	183	201	208	189	154	111	73	57	1610	4.4	1612	241.8	9097	8.1	2972
MERSİN	76	94	143	167	198	209	212	195	163	125	82	66	1729	4.7	1512	226.8	15737	7.5	2750
MUGLA	60	73	111	134	164	177	181	165	135	101	66	51	1419	3.9	1566	234.8	12716	7.4	2713
MUS	61	80	119	139	172	191	199	183	153	107	64	44	1511	4.1	1463	219.4	8023	7.3	2671
Nevşehir	62	79	120	142	174	190	197	179	144	104	68	52	1511	4.1	1509	226.4	5438	7.1	2601
NİĞDE	87	107	157	181	214	233	248	225	185	135	90	73	1935	5.3	1550	232.5	7318	7.6	2759
ORDU	44	60	93	118	149	166	157	141	111	77	52	37	1206	3.3	1209	181.3	5894	4.4	1621
Osmaniye	64	82	123	145	178	193	200	181	147	107	70	54	1544	4.2	1545	231.8	3189	7.2	2643
RİZE	41	54	85	106	125	133	112	102	87	65	44	34	988	2.7	1183	177.5	3792	4.1	1481
SAKARYA	46	61	96	124	160	179	185	166	129	84	51	39	1320	3.6	1269	190.3	4895	5.2	1904
SAMSUN	46	58	90	114	147	167	171	150	112	78	50	39	1222	3.3	1222	183.3	9474	5.0	1834
SANLIURFA	57	74	116	142	179	197	200	181	146	109	70	52	1522	4.2	1721	258.1	23321	8.1	2941
SIIRT	65	85	124	151	185	205	205	187	153	112	73	58	1602	4.4	1667	250.1	5465	7.7	2795
SİNOP	39	56	93	117	150	166	173	151	113	77	45	33	1214	3.3	1262	189.3	5858	5.5	1992
SİVAS	47	61	93	107	138	154	167	152	120	84	51	36	1210	3.3	1474	221.2	28129	6.7	2449
Simak	67	86	128	148	181	198	205	186	151	109	72	56	1587	4.3	1590	238.5	7296	7.3	2650
TEKİRDAĞ	45	60	94	127	161	174	182												

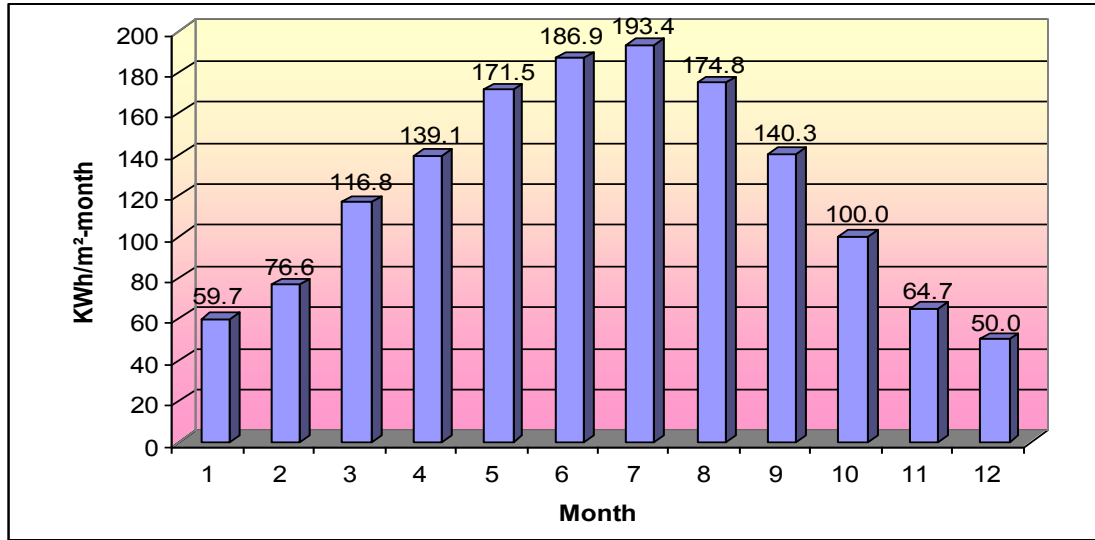
Table 3. Monthly mean sun energy potential in Turkey

MONTHS	Monthly total radiation		Sunshine hour
	Kcal_cm ² _month	kWh/m ² _month	hour/day
JANUARY	5.13	59.7	106.9
FEBRUARY	6.59	76.6	135.2
MARCH	10.04	116.8	170.2
APRIL	11.96	139.1	203.5
MAYIS	14.75	171.5	260.5
JUNE	16.07	186.9	318.1
JULY	16.63	193.4	339.3
AUGUST	15.03	174.8	322.3
SEPTEMBER	12.06	140.3	277.9
OCTOBER	8.60	100.0	200.6
NOVEMBER	5.56	64.7	142.0
DECEMBER	4.30	50.0	96.3
TOTAL	126.7	1473.9	2572.7
MEAN	347 cal cm ² _day	4 kWh/m ² _day	7 hour/day

Graphic 1. Monthly sunshine hour in Turkey



Graphic 2. Monthly radiation in Turkey



2. Material and Method

Data and calculations

In this study 157 weather stations radiation data were used which measured by the Turkish State Meteorological Service in the 1971-2000 climatic periods.

Unit conversions:

(via www.birimcevir.com)

1Kcal = 1000 cal

1KWh/m² = 11.63 x Kcal/cm²

PV eşdeğeri = KWh/m² x 0.15

1MW/m² = 1000000 KWh/m²

1TEP = 85.9845 x MW/m²

Geographic variables are measured at certain points, and prediction map for the entire area is been obtained by some spatial interpolation methods. Spatial distribution of geographic data can be obtained only from this data and also prediction map can be obtained by using secondary variables which have spatial relationship with the measured values (Bostan, P.A., et al, 2007). The maps were prepared in Lambert Conformal Conic Projection and ED50 Datum.

Geographically Weighted Regression (GWR) and Co-kriging methods were applied in the modelling of radiation. GWR is the multi-faceted approach to the analysis of spatial data. GWR opens a window through the data set to calculate local r^2 (Laffan, 1999). Co-kriging is an extension of ordinary kriging method which takes into account the spatial cross-validation between two or more data.

In the modelling of spatial interpolation of radiation data, aspect, latitude, relative humidity and cloudiness were used as secondary variable. Best results were obtained with the cloudiness and relative humidity parameters. Simple linear models generally are been solved by ordinary least square method is given below formula:

$P = C_1 + C_2 + e$ where;

P= Radiation (KWh/m²)

C1= solar radiation parameters change with the humidity
C2= solar radiation parameters change with the cloud cover
e= error term.

Co-kriging and GWR model results were compared by the lowest RMSE and higher r^2 values obtained in the model. Because of the RMSE is smaller and r^2 is grater than the Co-kriging result, GWR tool is been selected for modeling solar energy potential in Turkey. According to model result, southern parts of Izmir-Igdir line, have over 1500 KWh/m²/Year radiation potential and is considered as optimum area for the photovoltaic installation.

17

Secondary variables were used in GWR Model

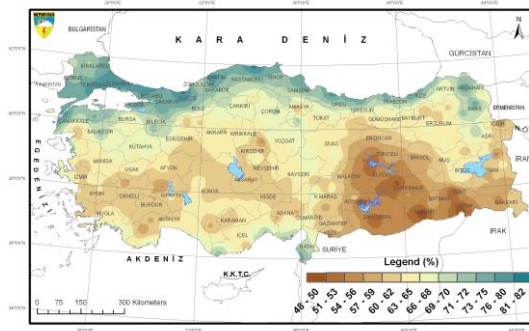


Figure 1. Long term relative humidity

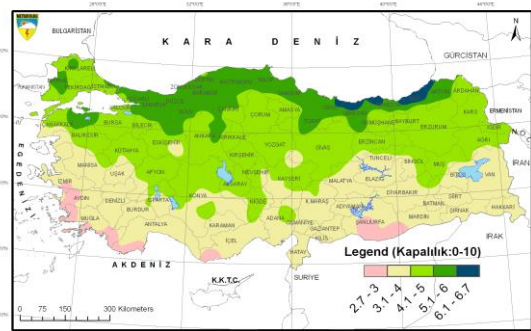


Figure 2. Long term cloudiness

Modeling of the parameters

In the modeling of spatial interpolation of radiation data, aspect, latitude, relative humidity and cloudiness were used as secondary variable. In the co-kriging analysis combination which gives lowest Root Mean Square Error was selected. Maps produced with minimum average error maps are shown in Figure 3 and Figure 4.

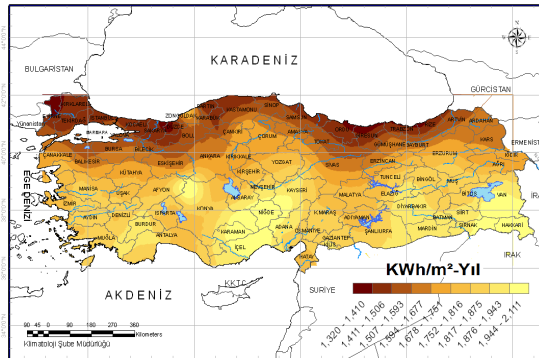


Figure 3. Radiation distribution via Co-kriging

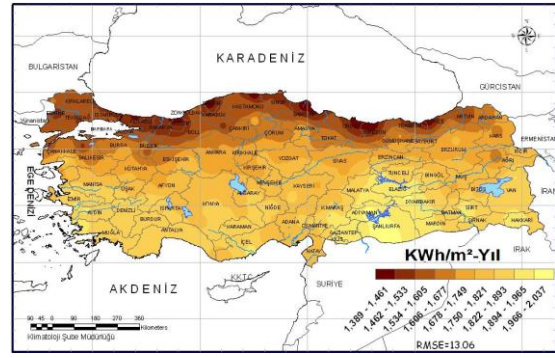


Figure 4. Radiation distribution via GWR

In the modeling of radiation data via co-kriging, best results were obtained with the cloudiness and relative humidity parameters according to the RMSE (RMSE=175.1).

In the modeling of radiation data via GWR, best results were obtained with the cloudiness and relative humidity parameters according to the RMSE and r^2 values (RMSE=162, $r^2=0.435$).

Co-kriging and GWR model results were compared, the lowest RMSE and highest r^2 values were obtained with GWR in the modeling radiation data. For this reason modeling of radiation data continued with the GWR method.

Black sea Region (0.49) and lower in the Hatay, Adana and Mersin (0.36). In the other parts local r^2 values have been found in between these two values.

3. Results

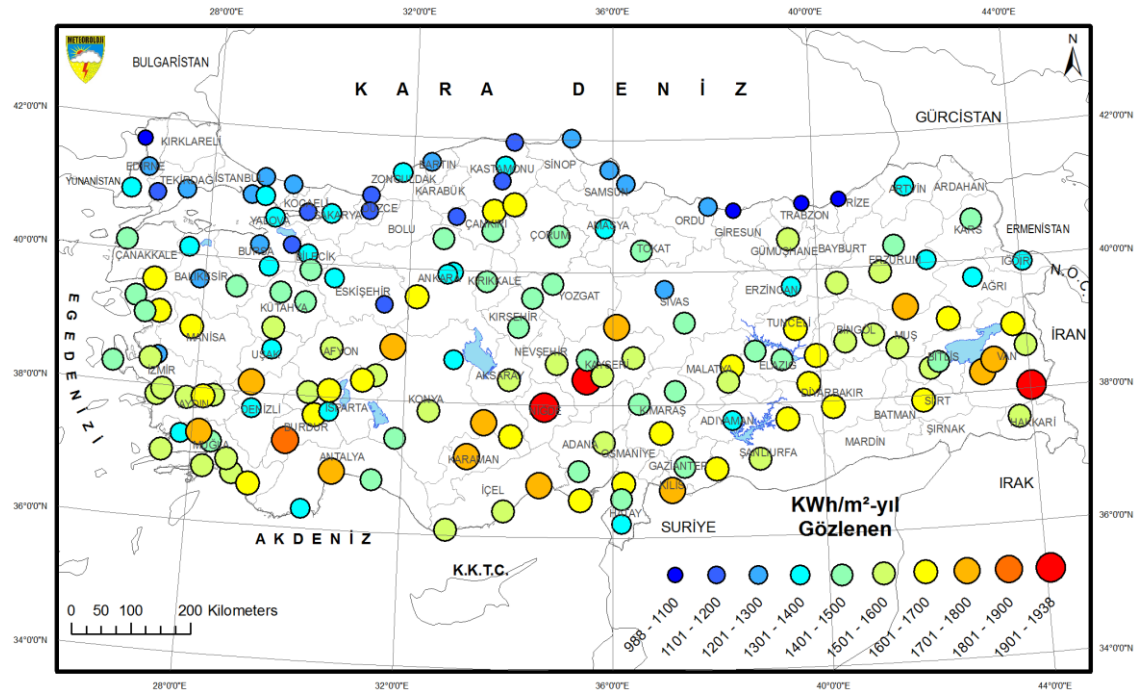


Figure 5. Long term observed annual total radiation

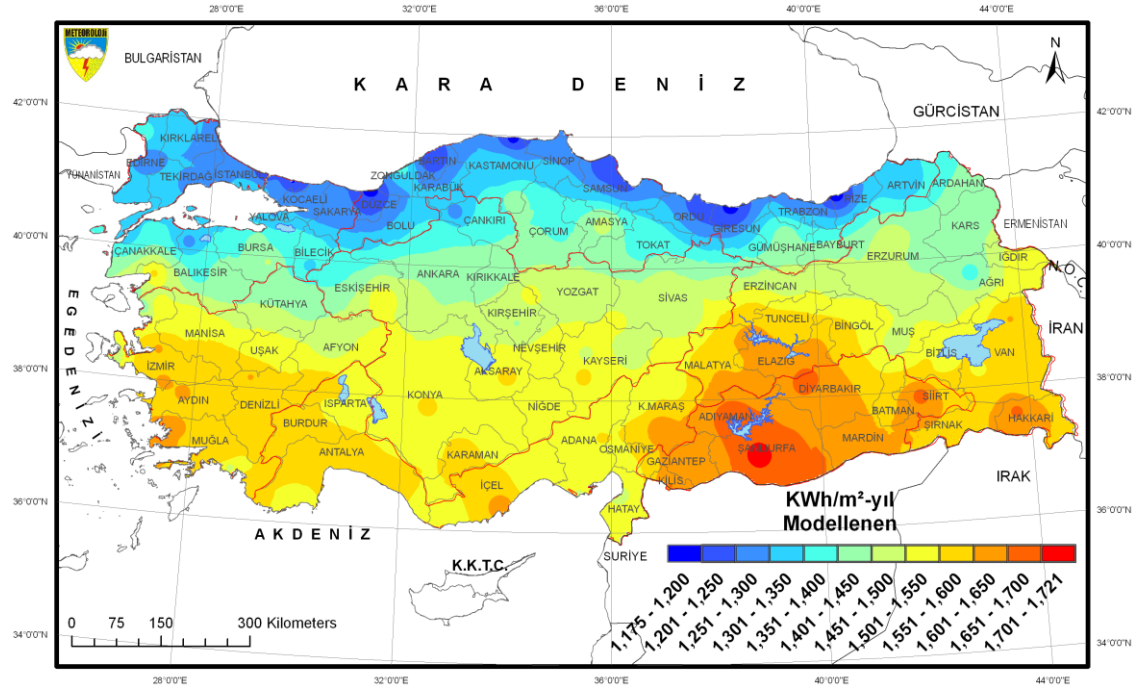


Figure 6. Long term modeled annual total radiation

4. Conclusion and discussion

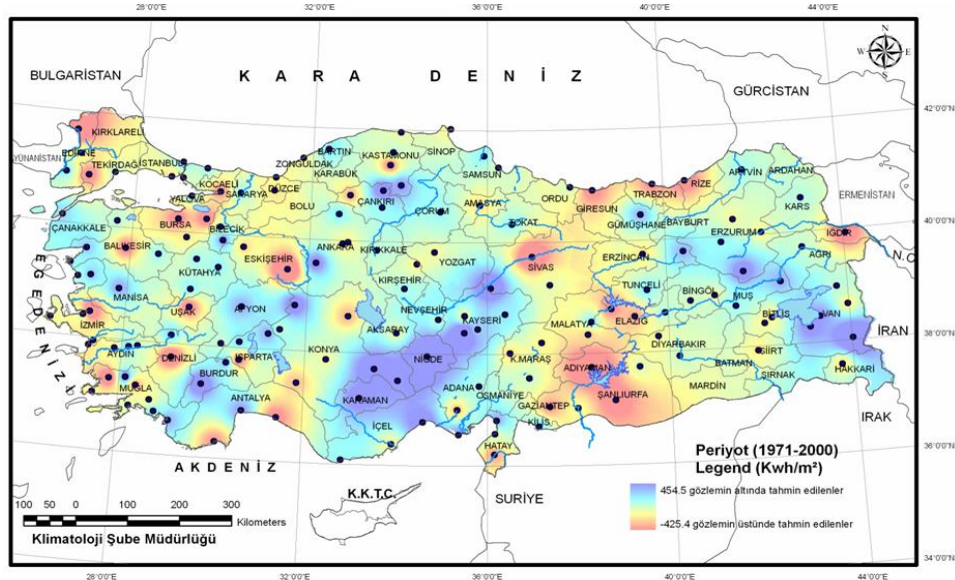


Figure 7. Residual maps between GWR model output and observed radiation

According to the residual map of modeling radiation data with the GWR method; Nigde, Karaman, Van, Afyon and Burdur have been under estimated while

Kırklareli, Tekirdağ, Balıkesir, Bursa, Kocaeli, İzmir, Aydın, Denizli, Eskisehir, Kastamonu, Sivas, Giresun, Trabzon , Rize, Elazığ, Adıyaman, Şanlıurfa, Gaziantep, and Iğdır have been over estimated values were obtained. In the other places, model results are close to the observed value.

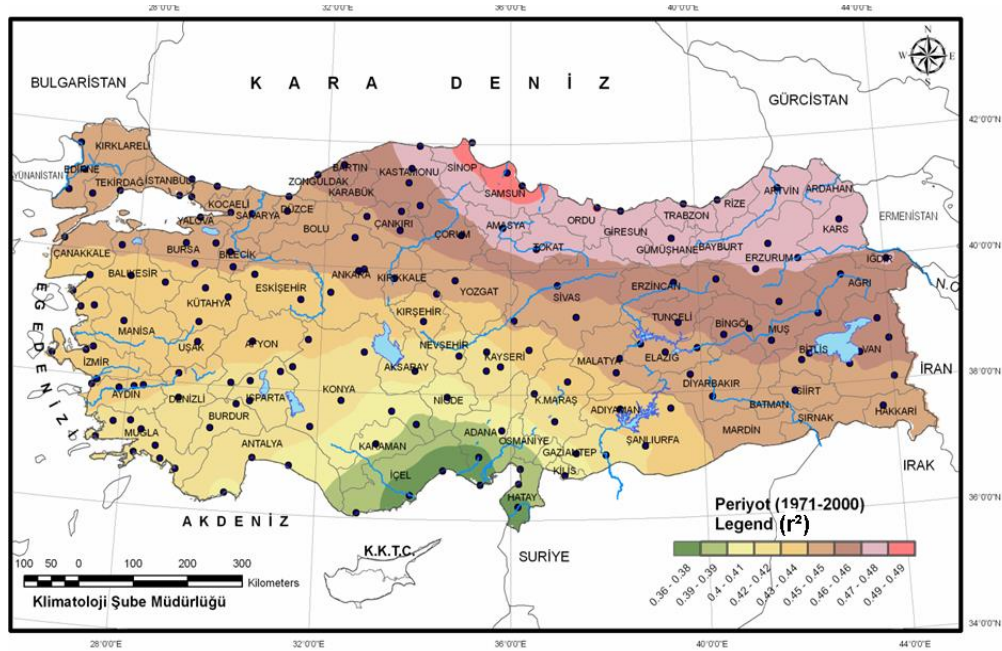


Figure 7. Local r^2 values between GWR model output and observed radiation

According to the Local r^2 map of modeling radiation data with the GWR method; local r^2 values between GWR model output and observed radiation are higher in the Eastern

- In the modelling of spatial interpolation of radiation data, aspect, latitude, relative humidity and cloudiness were used as secondary variable. Best results were obtained with the cloudiness and relative humidity parameters.
- The lowest RMSE and highest r^2 values have been looked for between GWR model output and observed radiation.
- Co-kriging and GWR model results were compared, the lowest RMSE and highest r^2 values were obtained with GWR in the modeling radiation data. For this reason modeling of radiation data continued with the GWR method.
- Relationship between radiation and latitude and aspect is extremely low (r^2 0.04 and 0.01). It has been found that cloudiness and relative humidity parameters are more effective on interpolation of radiation. Best model combination according to r^2 and RMSE are: Radiation(Relative humidity + Cloudiness).
- According to the residual map of modeling radiation data with the GWR method; Nigde, Karaman, Van, Afyon and Burdur have been under estimated while Kırklareli, Tekirdağ, Balıkesir, Bursa, Kocaeli, İzmir, Aydın, Denizli, Eskisehir, Kastamonu, Sivas, Giresun, Trabzon , Rize, Elazığ, Adıyaman,

Şanlıurfa, Gaziantep, and Iğdir have been over estimated values were obtained. In the other places, model results are close to the observed value.

- According to the Local r^2 map of modeling radiation data with the GWR method; local r^2 values between GWR model output and observed radiation are higher in the Eastern Black sea Region (0.49) and lower in the Hatay, Adana and Mersin (0.36). In the other parts local r^2 values have been found in between these two values.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge conference organizer for their kind invitation and acceptance of this paper, as well as excellent organization.

References

- [1] Bostan P.A., Akyürek Z., 2007, İkincil Veriler Kullanılarak Türkiye Ortalama Yıllık Yağış Değerlerinin Mekansal Dağılımının Modellenmesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim –02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon
- [2] Brundson, C., Fotheringham, S., Charlton, M., 2000, Geographically Weighted Regression as a Statistical Model.
- [3] Brundson, C., McClatchey, J., Unwin, D.J., 2001, Spatial Variations in the Average Rainfall–Altitude Relationship in Great Britain: An Approach Using Geographically Weighted Regression, International Journal of Climatology, volume 21, issue 4, page: 455–466.
- [4] Carrera-Hernandez, J.J, Gaskin, S.J., 2007, Spatio temporal analysis of daily precipitation and temperature in the Basin of Mexico, Journal of Hydrology, volume 336, issue 3-4, p: 231-249.
- [5] Heuvelink, G.B.M., 2006, Incorporating process knowledge in spatial interpolation of environmental variables, 7th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences, 5-7 July, Lisbon, Portugal.

[6] Lloyd, C.D, 2005, Assessing the Effect of Integrating Elevation Data into the Estimation of Monthly Precipitation in Great Britain, Journal of Hydrology, volume 308, issue 1-4, p: 128–150.

[7] Özmen, A., 2007, Güneş pilleri kullanarak elektrik üretimi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi

[8] Propastin, P., Muratova, N., Kappas, M., 2006, Reducing uncertainty in analysis of relationship between vegetation patterns and precipitation, 7th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences, 5-7 July, Lisbon, Portugal.

[9] Simbahan, G.C., Dobermann, A., Goovaerts, P., Ping, J., Haddix, M.L, 2005, Fine-resolution mapping of soil organic carbon based on multivariate secondary data, Geoderma, volume 132, issue 3-4, p: 471-489.

[10] Tappeiner U., Tappeiner G., Aschenwald J., Tasser E., Ostendorf B., 2001, GIS-based modeling of spatial pattern of snow cover duration in an alpine area, Ecological Modeling, volume 138, issue 1-3, p: 265–275.

URL 1, Meteoroloji Ders Kitabı,
www.ssd.dhmi.gov.tr/getBinaryFile.aspx?Type=3&dosyaID=48 , 01.11.2016

URL 2, Gamma Design software, Geostatistics for the Environmental Sciences, Cokriging in GS, <https://www.gammadesign.com/> , 19.09.2016.

URL 3, Geocomputation 99, Spatially Assessing Model Error Using Geographically Weighted Regression, http://www.geocomputation.org/1999/086/gc_086.htm, 19.09.2016.

URL 4. Enerji birimleri çevirici, <http://www.birimcevir.com>, 15.07.2016

KARAMAN ve KARAPINAR'IN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ TRENDİ

Serhat Sensoy*, Mustafa Coşkun, Alper Akçakaya, Yusuf Ulupınar, Mesut Demircan, Hüdaverdi Gürkan

Meteoroloji Genel Müdürlüğü ssensoy@mgm.gov.tr

Özet

İklim değişikliği günümüzde tüm dünyada görülen küresel problemlerden biridir. Türkiye iklim değişikliğinden en fazla etkilenen alanlardan biri olan Akdeniz Havzası'nda yer alır. Kurak ve yarı kurak alanlarda bulunan havzalar, iklim değişikliğinden en fazla etkilenen havzalardır. Konya Kapalı Havzası da bunlardan biridir.

Bu nedenle bu çalışmada 1960-2010 yıllarına ait iklim verileri kullanılarak Karaman ve Karapınar'ın iklim indisleri üretilmiş ve indislerdeki trendler incelenmiştir. Ayrıca sıcaklık ve yağış verilerinin Mann-Kendall Testi ve Sen eğim tahminleri hesaplanmıştır. Ayrıca bölgeye ait hem küresel hem de RegCM4 modelleri ile üretilen sıcaklık ve yağış projeksiyonlarına da bakılmıştır.

Mann-Kendall Testi ve Sen eğim tahminleri sonuçlarına göre ortalama sıcaklık trendlerinde Karaman, Karapınar ve Ereğli'de sırasıyla 2.5, 2.1 ve 4.5°C/100 yıl şeklinde istatistiksel olarak önemli artışlar; Yağışlarda ise Karaman'da %90 önemlilikte 134mm/100 yıl, Karapınar ve Ereğli'de ise sırasıyla 26 ve 52mm/100 yıl olmak üzere, istatistiksel olarak önemli olmayan azalma eğilimleri söz konusudur.

İklim indislerindeki trendlerde ise Karapınar'da yıllık toplam yağışlarda 25mm/100 yıl, Karaman'da ise 83mm/100 yıl şeklinde azalış eğilimi olduğu; Karapınar'da ardışık kurak günler sayısının 21 gün/100 yıl, Karaman'da ise 15 gün /100 yıl şeklinde artış eğiliminde olduğu bulunmuştur. Karapınar'da yaz günleri sayısı 32 gün/100 yıl, Karaman'da ise 33 gün /100 yıl şeklinde artış eğilimindedir. Karapınar'da tropik geceler sayısı 1.2 gün/100 yıl, Karaman'da ise 7 gün /100 yıl şeklinde artış eğiliminde ve her iki trend de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

RegCM4 Bölgesel İklim Modeli projeksiyonlarına göre; RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre Konya Kapalı havzasında tüm periyotlarda sıcaklık artışı öngörülmektedir. Artışların RCP4.5 senaryosuna göre 2.7-4.0°C, RCP8.5 senaryosuna göre ise 2.2-6.1°C aralığında olması öngörülmektedir. Sıcak hava dalgası ve ısınmaya bağlı ekstrem hava olaylarının hem frekansında hem de şiddetinde artış eğilimi olması öngörülmektedir. En fazla sıcaklık artışı 3. dönemde (2071-2099) ve yaz mevsimindedir. HadGEM verisinden elde edilen projeksiyonlar daha yüksek sıcaklık artışlarına işaret etmektedir. Yağış projeksiyonlarında ise RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre; Konya Kapalı havzasında yağışların azalacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte yağış düzensizliklerinin artma eğiliminde olduğu da görülmektedir. En fazla yağış azalışı yaz mevsiminde ve MPI verisinden elde edilen projeksiyonlarda görülmüştür.

Anahtar sözcükler

* ÇEM, Kurak ve yarı kurak alanlar çalıştayında sunuldu, 17-20 Mayıs 2016, Haymana, Ankara ssensoy@mgm.gov.tr

Kurak Ve Yarı Kurak Alan Çalıştayı 17-20 Mayıs 2016 Haymana-ANKARA

Karaman, Karapınar, iklim değişikliği, indisler, projeksiyonlar

GİRİŞ

Birleşmiş Milletler Türkiye'yi çölleşme konusunda 'hassas' ülkelerden biri olarak değerlendirmektedir. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele (ÇEM) Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK-BİLGEM tarafından hazırlanan Projesi sonuçlarına göre; ülkemizin yüzde 47'si çölleşme riski altındadır (Url 1). İklim değişikliği havzada azalan su miktarları, artan sıcaklıklar ve artan buharlaşma miktarları ile çölleşme riskini daha da artıracaktır.

VERİ VE METOT

Alansal yağış Coğrafi Bilgi Sistemi altında Ordinary Kriging metodu kullanılarak hesaplanmıştır.

Mann-Kendall Test ve Sen eğim tahminleri has eğim ve istatistiksel anlamlılık düzeylerini belirlemek için kullanılmıştır (Salmi vd, 2002).

RClimDex yazılımı iklim indislerini hesaplamak için kullanılmıştır. (SU25, TR20, PRCPTOT,CDD) (Sensoy vd., 2013).

2099 yılına kadar sıcaklık ve yağış projeksiyonları RegCM4 bölgesel iklim modeli altında HadGEM, MPI ve GFDL küresel veri setleri kullanılarak ve RCP4.5 ile RCP8.5 senaryoları ile 20x20km çözünürlüklü olarak üretilmiştir (Akçakaya vd., 2015).

BULGULAR

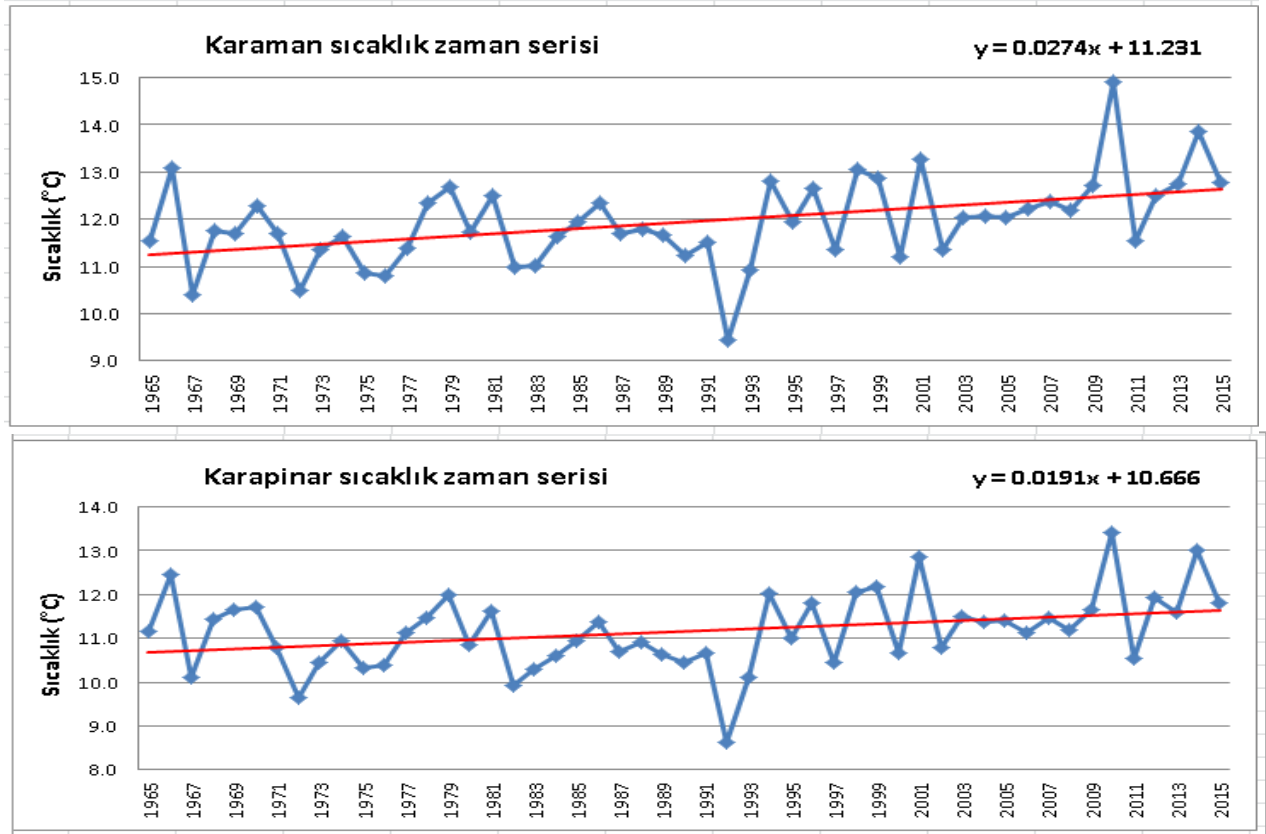
Mann-Kendall Testi ve Sen Eğim Tahminleri

Tablo 1. Karaman, Karapınar ve Ereğli'nin Mann-Kendall Trend istatistikleri

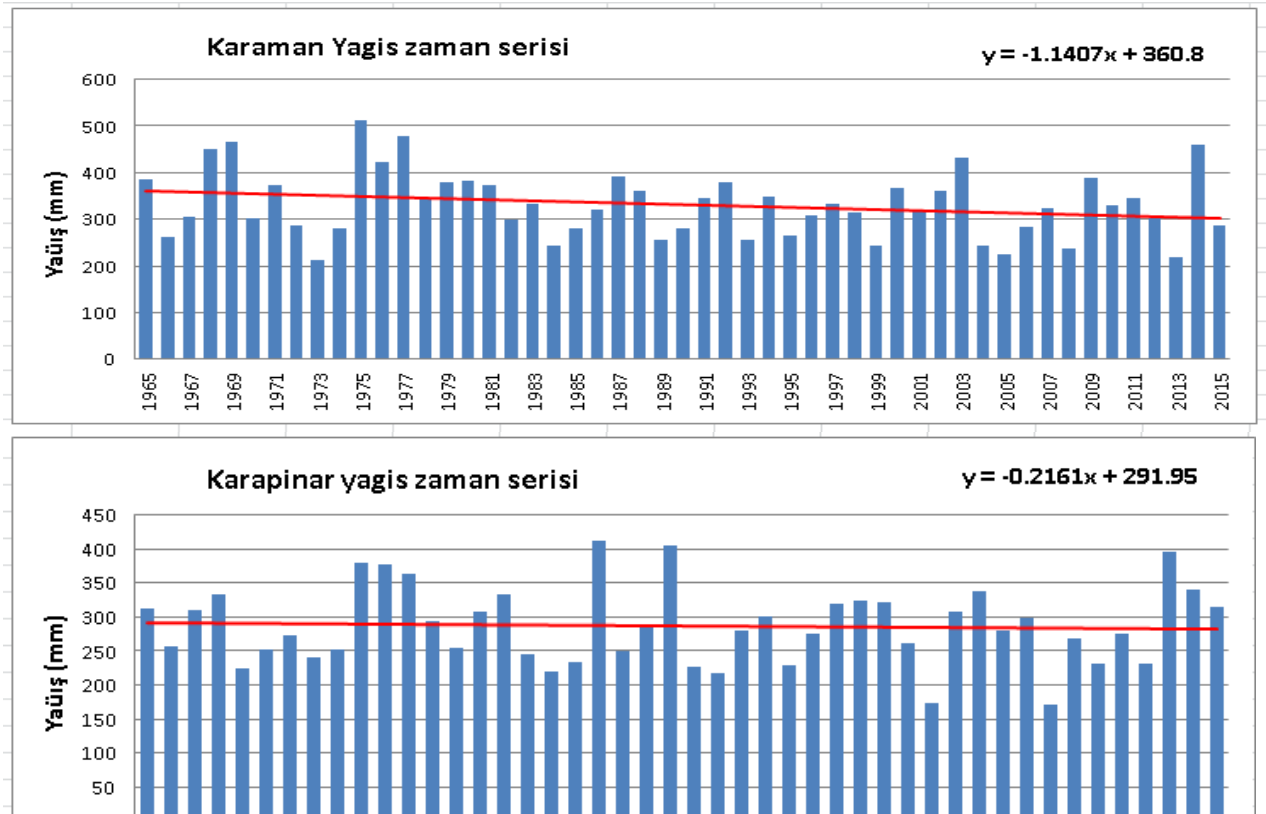
TREND STATISTICS											
FI17 Virolahti 1987- 2000											
Time series	First year	Last Year	n	Mann-Kendall trend			Sen's slope estimate				
				Ort.	Test Z	Signific.	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95
Karaman Sıcaklık	1965	2015	51	11.9	3.30	***	0.025	0.007	0.047	0.012	0.043
Karapınar Sıcaklık	1965	2015	51	11.2	2.39	*	0.021	-0.002	0.040	0.004	0.035
Ereğli Sıcaklık	1965	2015	51	11.6	4.30	***	0.045	0.019	0.068	0.025	0.062
Karaman Yagis	1965	2013	49	331.1	-1.79	+	-1.348	-3.297	0.622	-2.712	0.124
Karapınar Yagis	1965	2009	45	285.5	-0.30		-0.256	-2.313	1.471	-1.653	1.026
Ereğli Yagis	1965	2010	46	307.6	-0.84		-0.524	-2.663	1.248	-2.048	0.756
Trend önemlilik seviyeleri: ***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05, +p<0.1, (Salmi vd, 2002)											

Kurak Ve Yarı Kurak Alan Çalıştayı 17-20 Mayıs 2016 Haymana-ANKARA

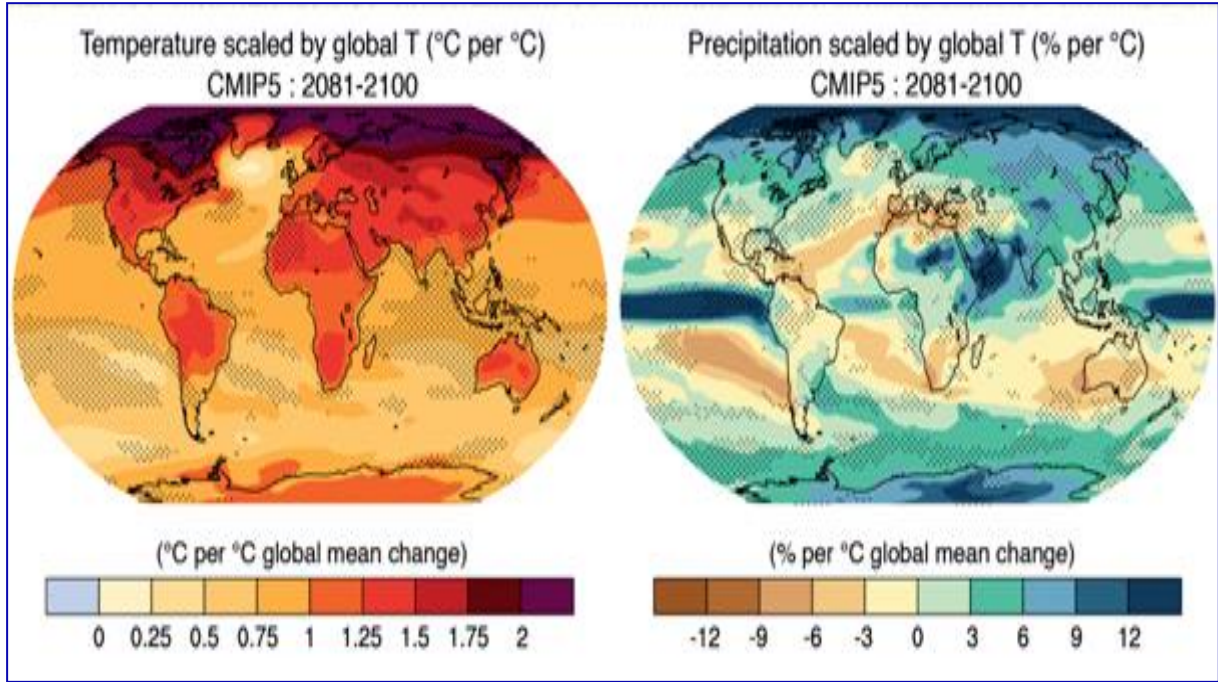
- Ortalama sıcaklık trendlerinde Karaman, Karapınar ve Ereğli’de sırasıyla 2.5, 2.1 ve 4.5°C/100 yıl şeklinde istatistiksel olarak önemli artışlar;
- Yağışlarda ise Karaman’da %90 önemlilikte 134mm/100 yıl, Karapınar ve Ereğli’de ise sırasıyla 26 ve 52mm/100 yıl olmak üzere, istatistiksel olarak önemli olmayan azalma eğilimleri söz konusudur.



Şekil 1. Karaman ve Karapınar sıcaklık zaman serisi ve trendleri



Şekil 2. Karaman ve Karapınar yağış zaman serisi ve trendleri



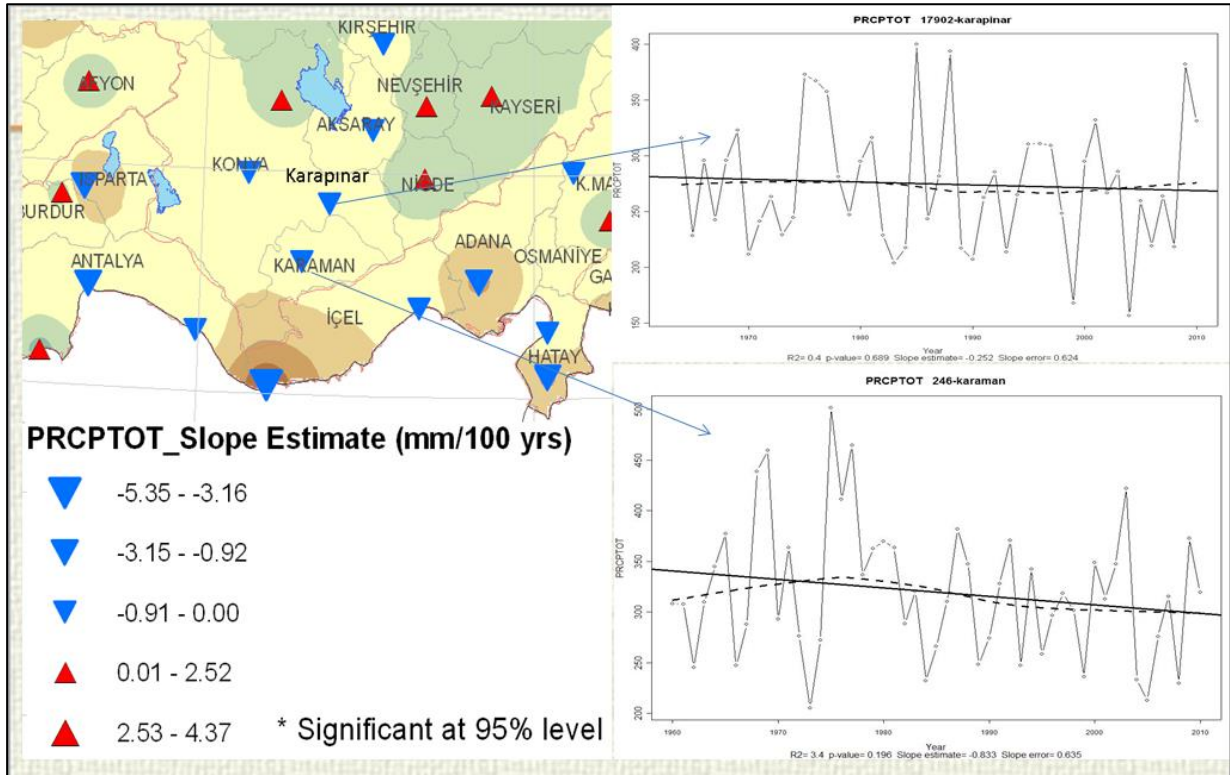
Şekil 3. İklim değişikliğine hassas alanlar (IPCC, 2014)

Dünya’da her 1°C’lik sıcaklık artışında Akdeniz havzasında sıcaklıklar 1.5°C artacak, yağışlar ise %12 azalacaktır. Bu da bölgenin iklim değişikliğine ne kadar hassas olduğunu göstermektedir.

İKLİM İNDİSLERİNDEKİ TRENDLER

Toplam yağış indisi trendi

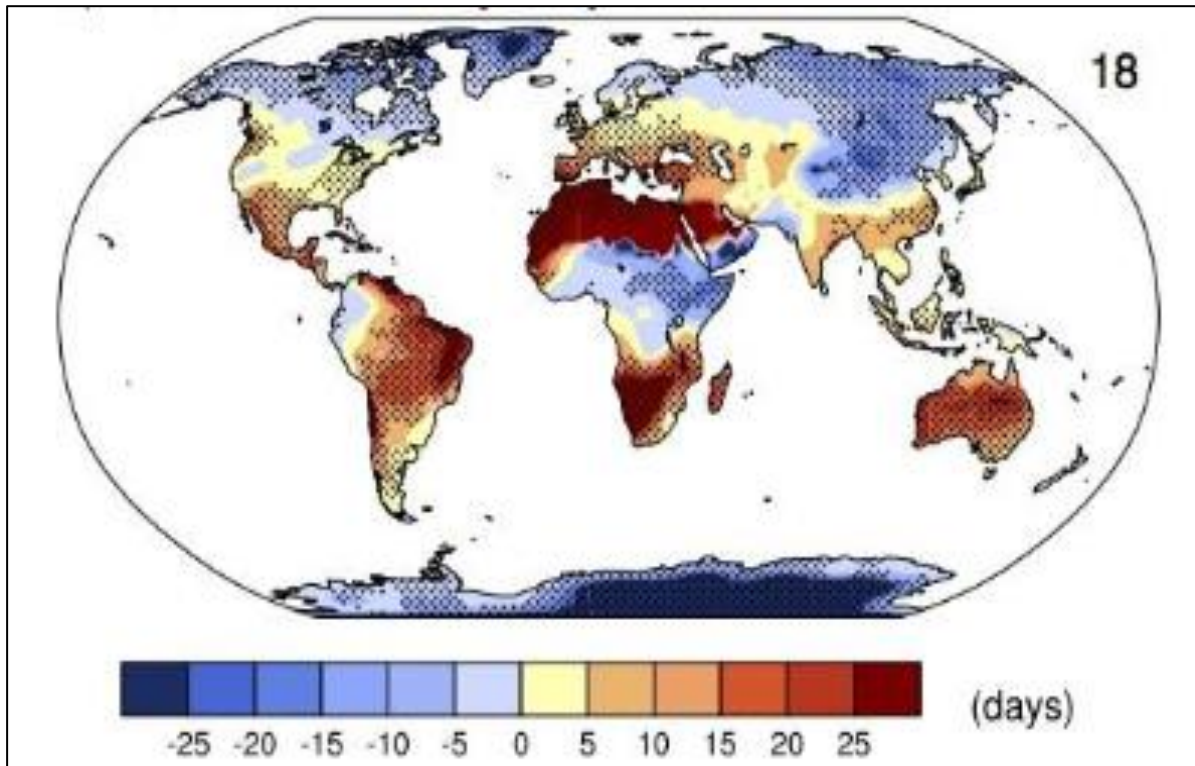
Kurak Ve Yarı Kurak Alan Çalıştayı 17-20 Mayıs 2016 Haymana-ANKARA



Şekil 4. Karaman ve Karapınar yağış zaman serisi ve trendleri (Sensoy vd, 2013)

Karapınar'da toplam yağış 25mm/100 yıl, Karaman'da ise 83mm/100 yıl şeklinde azalış eğiliminde, her iki trend istatistiksel olarak önemsizdir.

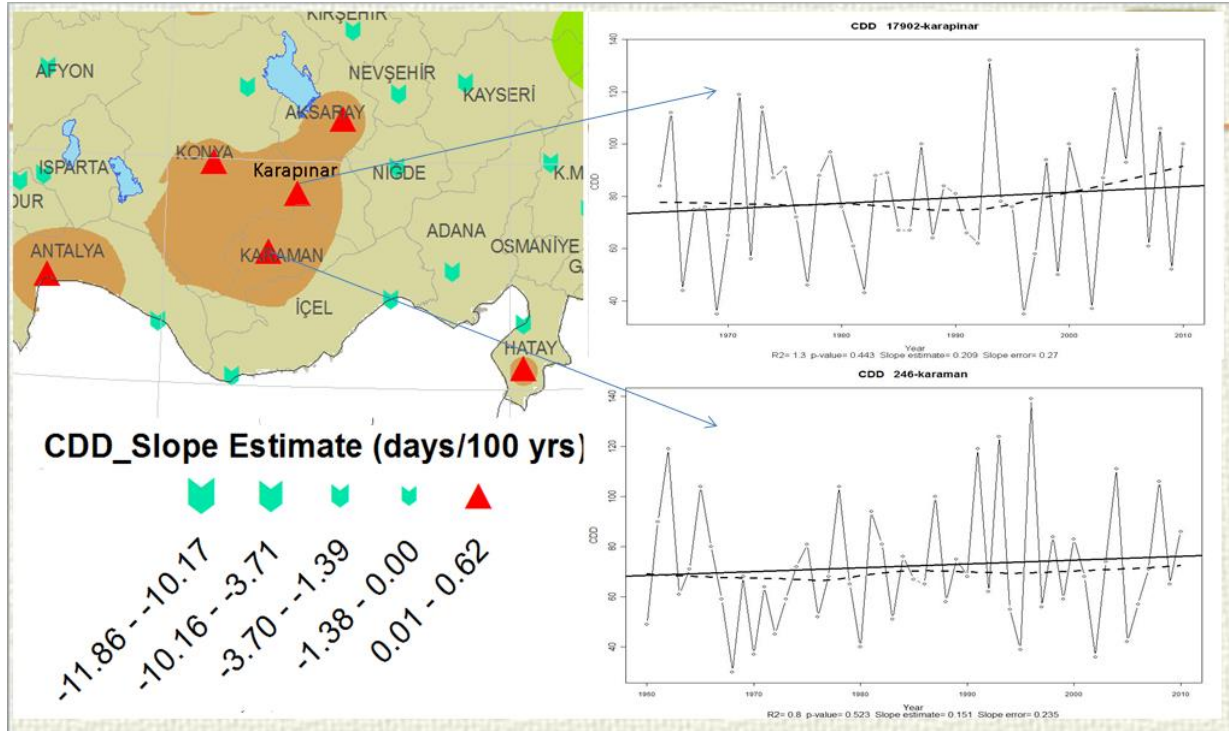
Ardışık kurak günler sayısı indisi



Şekil 5. Dünya Ardışık kurak günler sayısı trendi (RCP8.5:2081-2100, IPCC, 2014)

Kurak Ve Yarı Kurak Alan Çalıştayı 17-20 Mayıs 2016 Haymana-ANKARA

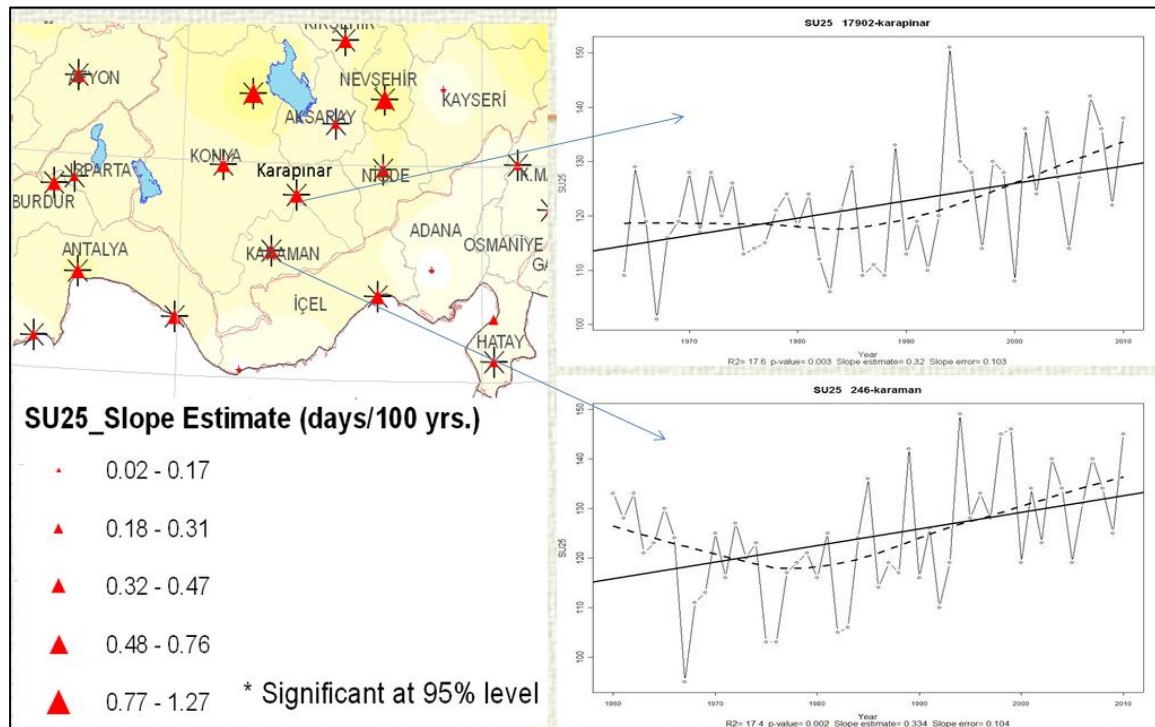
Akdeniz havzasında ardışık kurak günler sayısı 2081-2100 arası 15,20 gün artacaktır.



Şekil 6. Karaman ve Karapınar ardışık kurak günler sayısı trendi (Sensoy vd, 2013)

Karapınar'da ardışık kurak günler sayısı 21 gün/100 yıl, Karaman'da ise 15 gün /100 yıl şeklinde artış eğiliminde, her iki trend istatistiksel olarak önemsizdir. Bu trendler küresel projeksiyonlarla da uyumludur.

Yaz günleri sayısı trendi

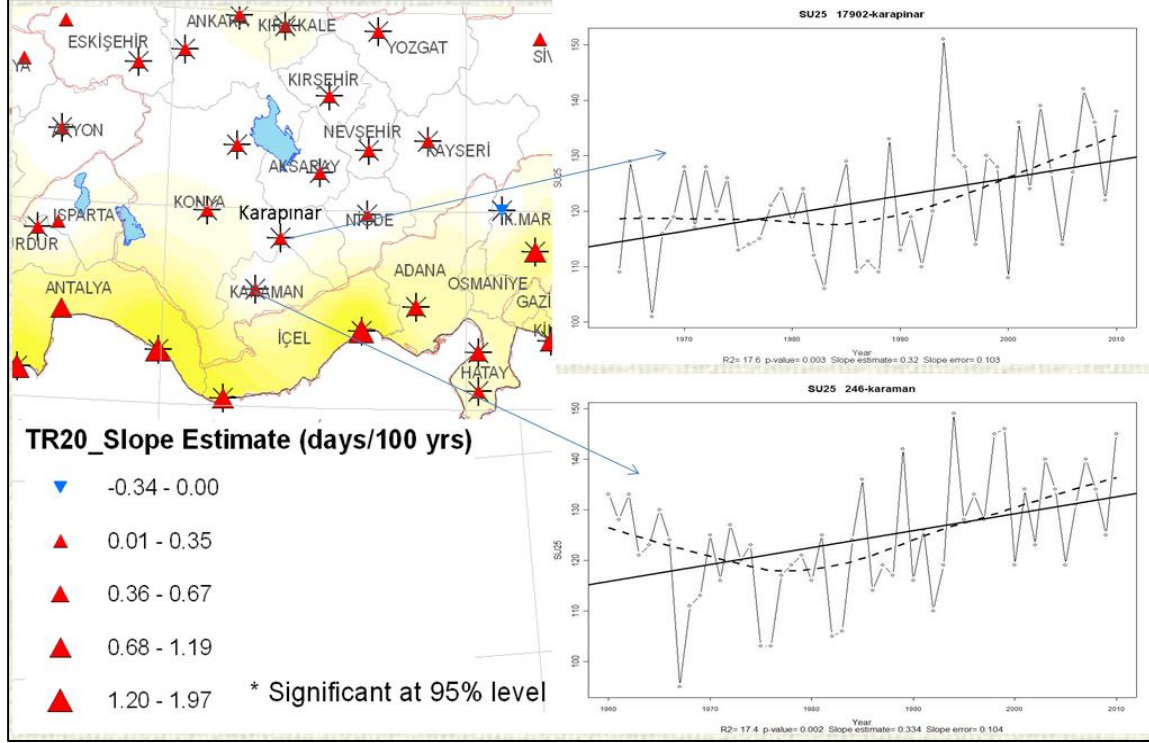


Kurak Ve Yarı Kurak Alan Çalıştayı 17-20 Mayıs 2016 Haymana-ANKARA

Şekil 7. Karaman ve Karapınar yaz günü sayısı trendi (Sensoy vd, 2013)

Karapınar'da yaz günleri sayısı 32 gün/100 yıl, Karaman'da ise 33 gün /100 yıl şeklinde artış eğiliminde, her iki trend istatistiksel olarak önemlidir (Sensoy vd, 2013).

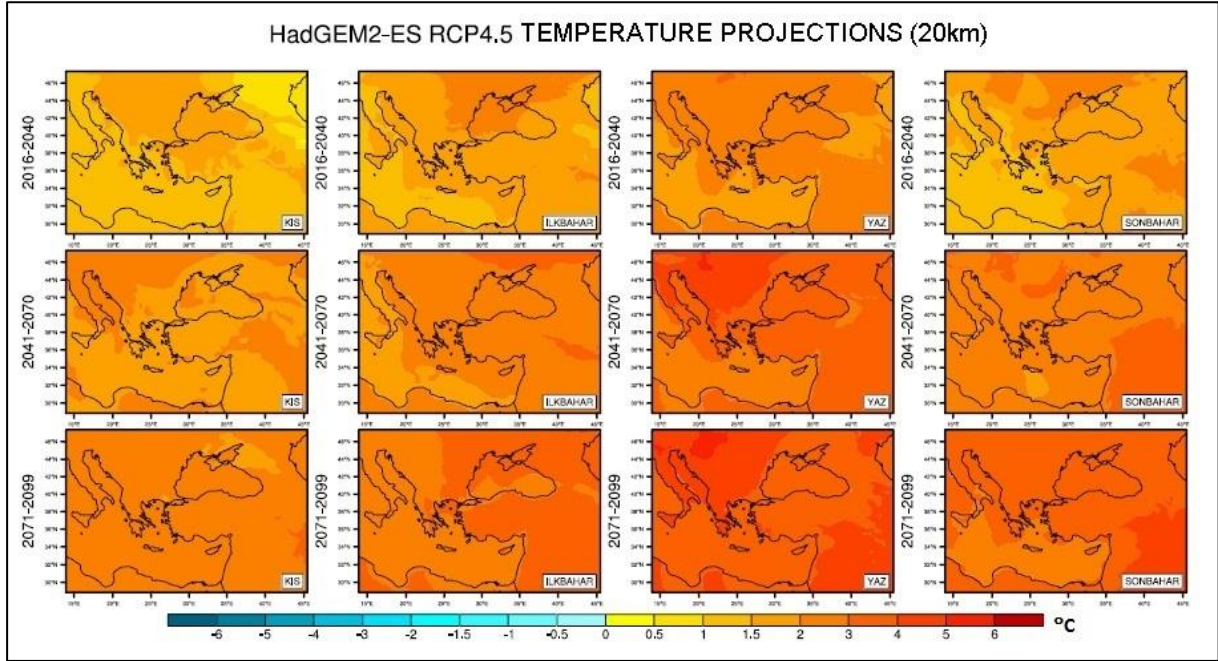
Tropik geceler sayısı trendi



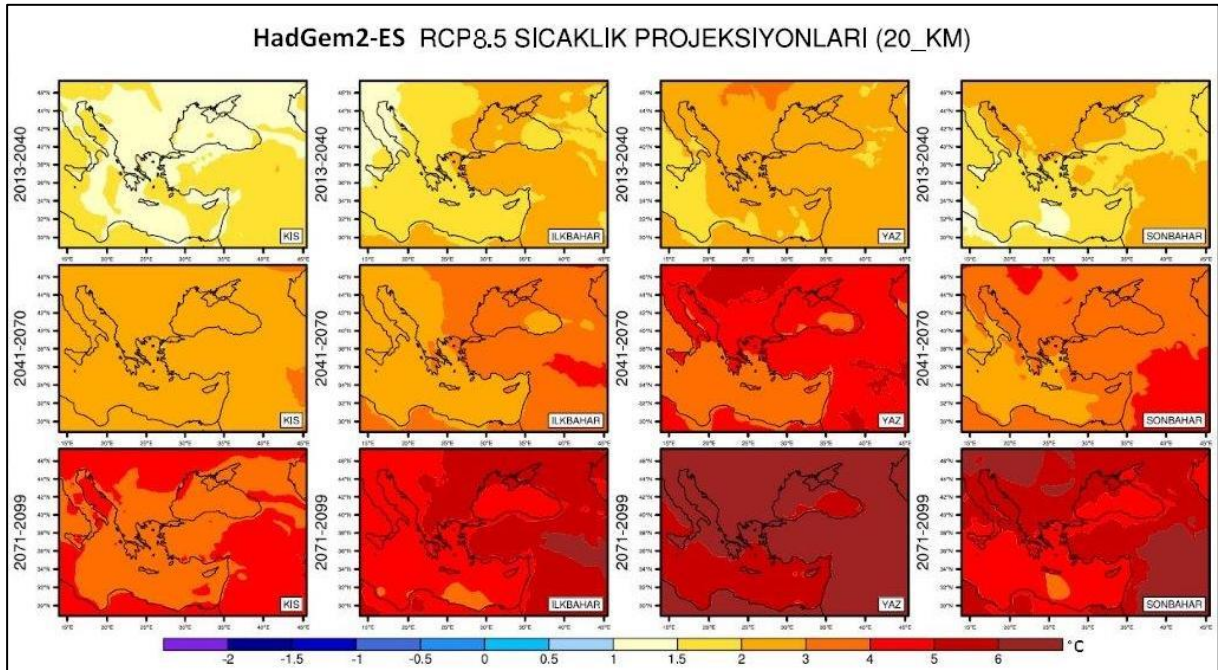
Şekil 8. Karaman ve Karapınar tropik geceler sayısı trendi (Sensoy vd, 2013)

Karapınar'da tropik geceler sayısı 1.2 gün/100 yıl, Karaman'da ise 7 gün /100 yıl şeklinde artış eğiliminde, her iki trend istatistiksel olarak önemlidir.

Sıcaklık projeksiyonları



Şekil 9. RCP4.5 senaryosuna göre sıcaklık projeksiyonları (Akçakaya vd., 2015)

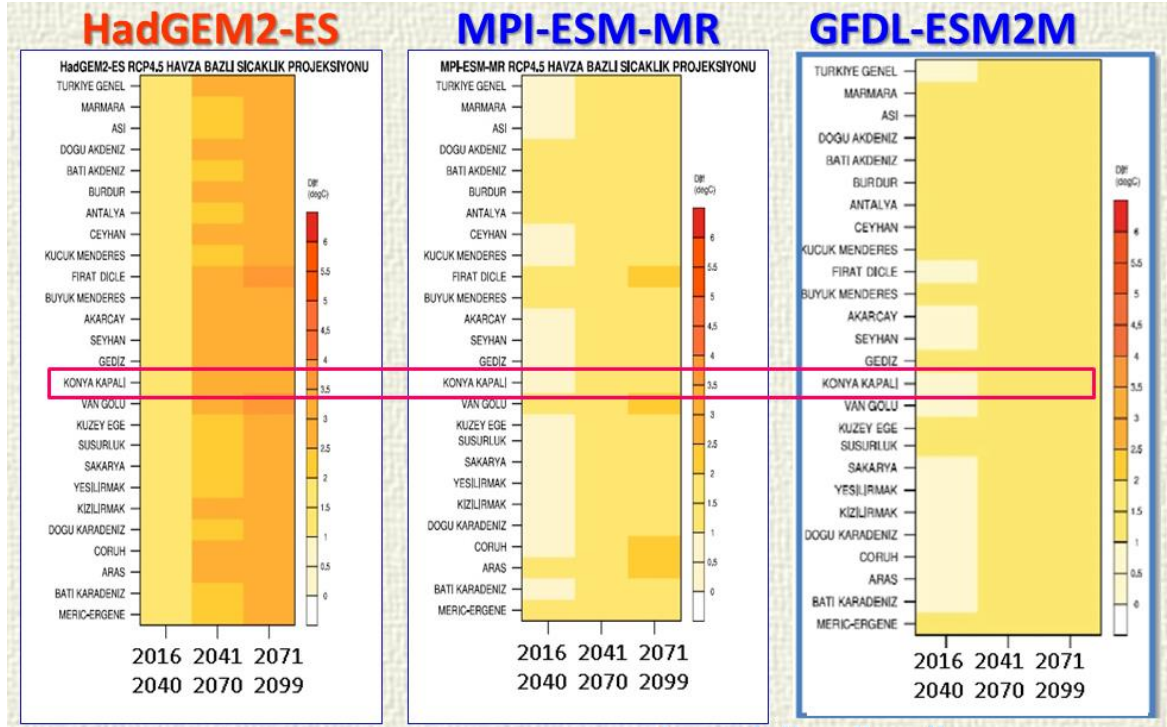


Şekil 10. RCP8.5 senaryosuna göre sıcaklık projeksiyonları (Akçakaya vd., 2015)

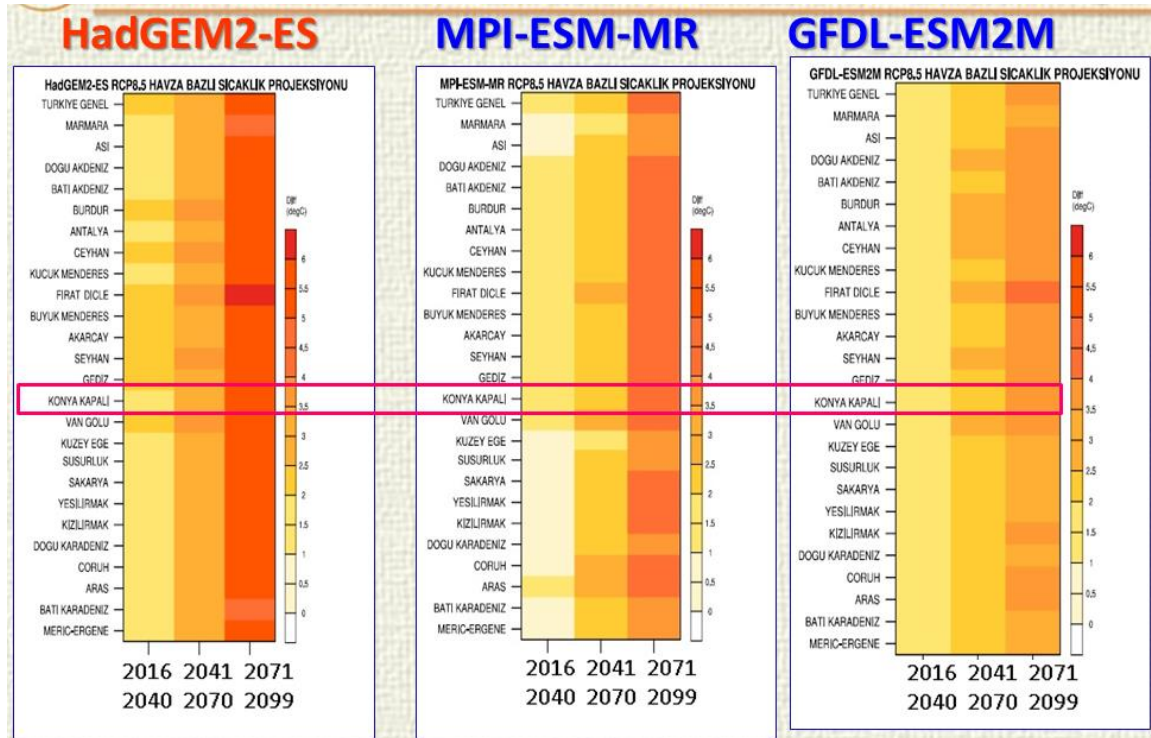
RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre Konya Kapalı havzasında tüm periyotlarda sıcaklık artışı öngörülmektedir. Artışların RCP4.5 senaryosuna göre 2.7-4.0°C, RCP8.5 senaryosuna göre ise 2.2-6.1°C aralığında olması öngörülmektedir. Sıcak hava dalgası ve ısınmaya bağlı ekstrem hava olaylarının hem frekansında hem de şiddetinde artış eğilimi olması öngörülmektedir. En fazla sıcaklık artışı yaz mevsiminde ve HadGEM verisinden elde edilen projeksiyonlarda görülmüştür.

Kurak Ve Yarı Kurak Alan Çalıştayı 17-20 Mayıs 2016 Haymana-ANKARA

Havza bazlı sıcaklık projeksiyonları



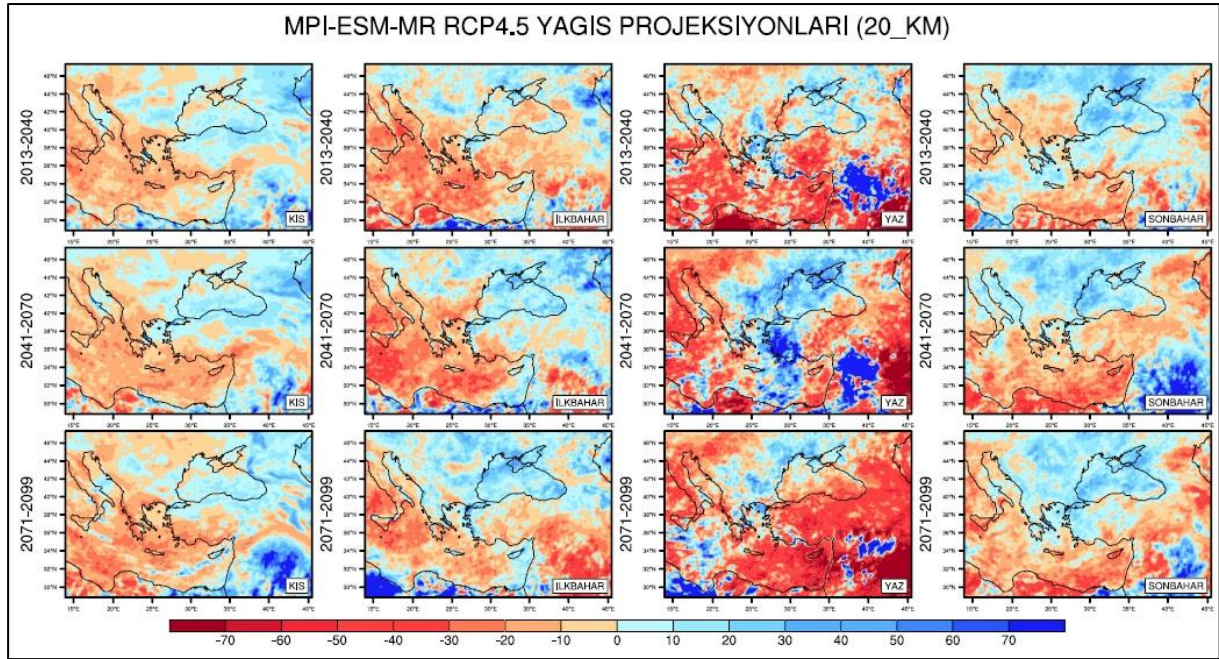
Şekil 11. RCP4.5 senaryosuna göre havza sıcaklık projeksiyonları (Akçakaya vd., 2015)



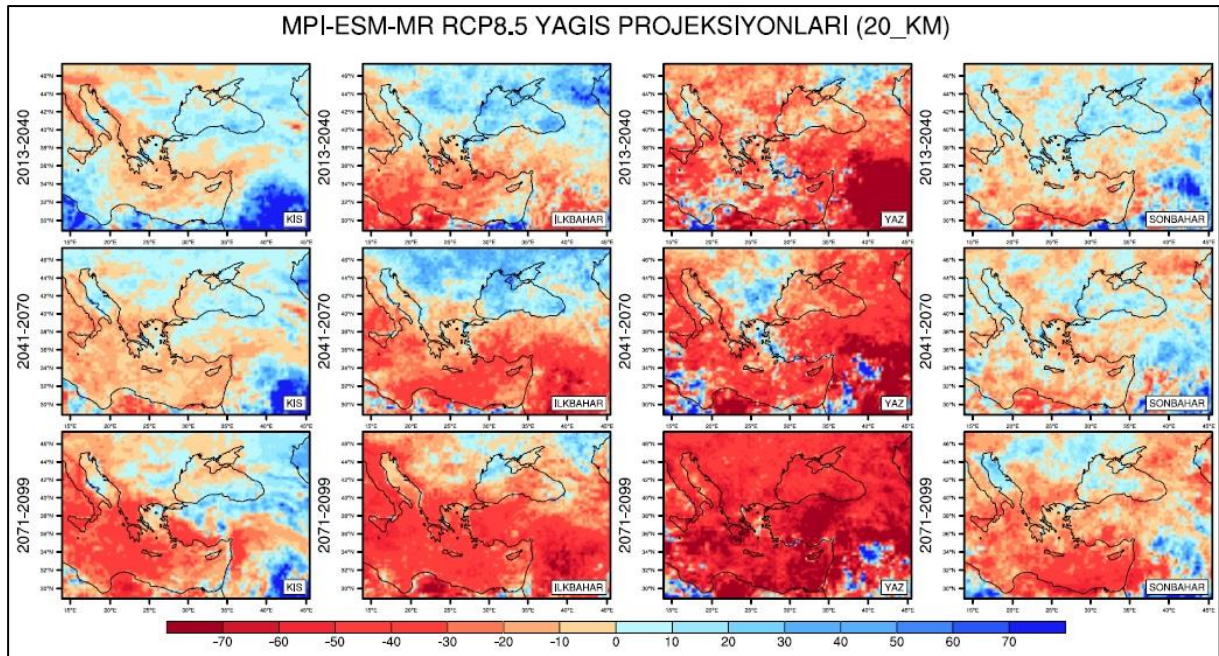
Şekil 12. RCP8.5 senaryosuna göre havza sıcaklık projeksiyonları (Akçakaya vd., 2015)

RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre Konya Kapalı havzasında tüm periyotlarda sıcaklık artışı öngörülmekle birlikte en fazla artış 3. Periyottadır. (2071-2099). HadGEM modeli artışları MPI ve GFDL modelinden yüksektir.

Yağış projeksiyonları



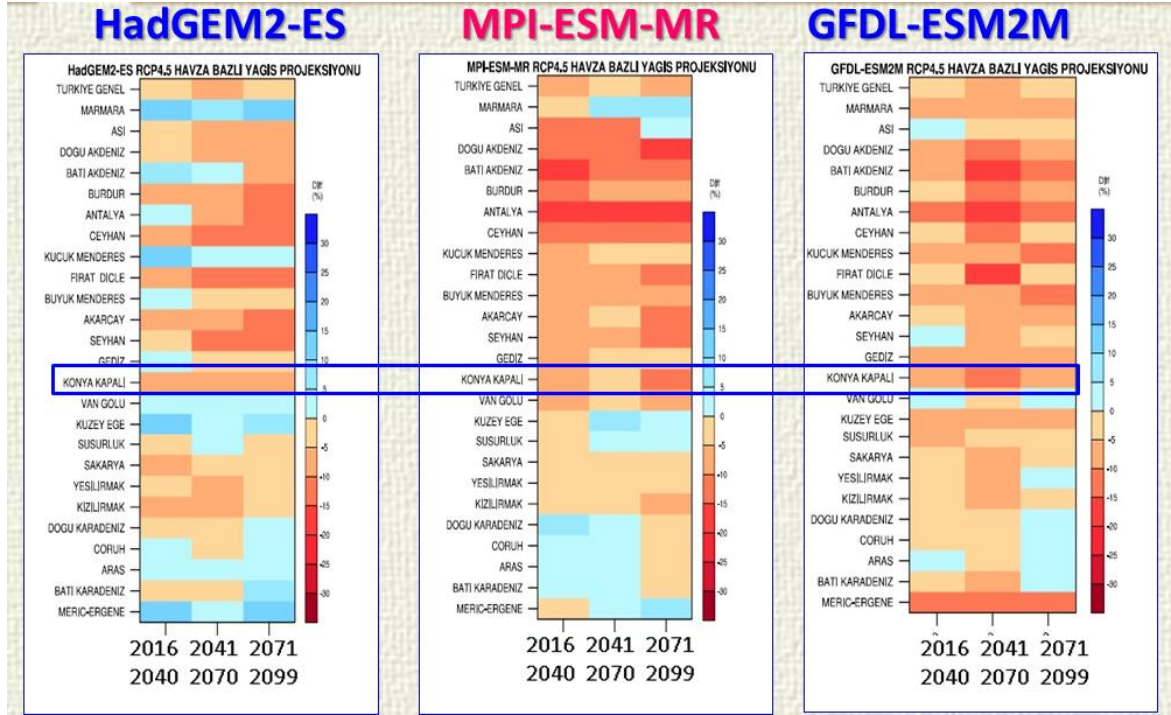
Şekil 13. RCP4.5 senaryosuna göre yağış projeksiyonları (Akçakaya vd., 2015)



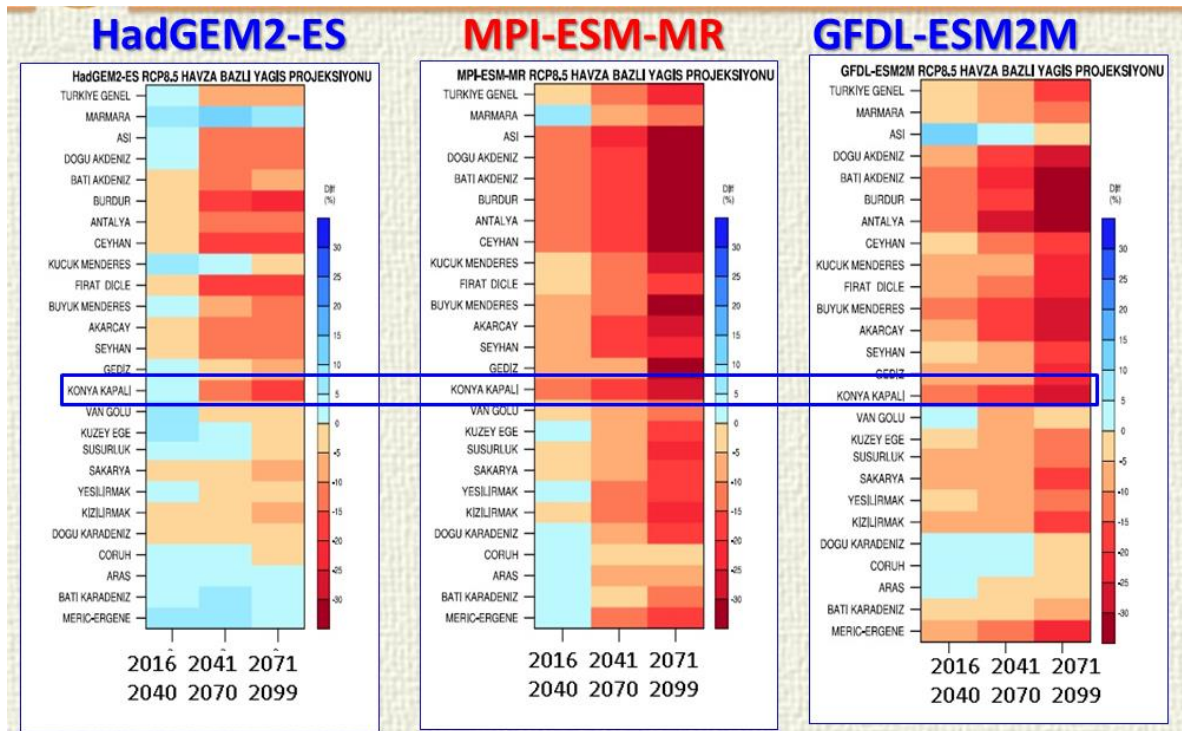
Şekil 15. RCP8.5 senaryosuna göre yağış projeksiyonları (Akçakaya vd., 2015)

RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre; Konya Kapalı havzasında yağışların azalacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte yağış düzensizliklerinin artma eğiliminde olduğu da görülmektedir. En fazla yağış azalışı yaz mevsiminde ve MPI verisinden elde edilen projeksiyonlarda görülmüştür.

Havza bazlı yağış projeksiyonları



Şekil 16. RCP4.5 senaryosuna göre havza yağış projeksiyonları (Akçakaya vd., 2015)



Kurak Ve Yarı Kurak Alan Çalıştayı 17-20 Mayıs 2016 Haymana-ANKARA

Şekil 17. RCP8.5 senaryosuna göre havza yağış projeksiyonları (Akçakaya vd., 2015)

RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre; Konya Kapalı havzasında yağışların azalacağı öngörülmektedir. En fazla yağış azalışı 2041-2070 ve 2071-2099 periyotlarında görülecektir. MPI verisinden elde edilen projeksiyonlar daha fazla yağış azlığı da göstermektedir.

SONUÇLAR

Mann-Kendall Testi ve Sen eğim tahmini sonuçları

Ortalama sıcaklık trendlerinde Karaman, Karapınar ve Ereğli’de sırasıyla 2.5, 2.1 ve 4.5°C/100 yıl şeklinde istatistiksel olarak önemli artışlar;

Yağışlarda ise Karaman’da %90 önemlilikte 134mm/100 yıl, Karapınar ve Ereğli’de ise sırasıyla 26 ve 52mm/100 yıl olmak üzere, istatistiksel olarak önemli olmayan azalma eğilimleri söz konusudur.

İklim indisleri sonuçları

Karapınar’da toplam yağış 25mm/100 yıl, Karaman’da ise 83mm/100 yıl şeklinde azalış eğiliminde, her iki trend istatistiksel olarak önemsizdir.

Karapınar’da ardışık kurak günler sayısı 21 gün/100 yıl, Karaman’da ise 15 gün /100 yıl şeklinde artış eğiliminde, her iki trend istatistiksel olarak önemsizdir.

Karapınar’da yaz günleri sayısı 32 gün/100 yıl, Karaman’da ise 33 gün /100 yıl şeklinde artış eğiliminde, her iki trend istatistiksel olarak önemlidir.

Karapınar’da tropik geceler sayısı 1.2 gün/100 yıl, Karaman’da ise 7 gün /100 yıl şeklinde artış eğiliminde, her iki trend istatistiksel olarak önemlidir.

RegCM4 bölgesel iklim modeli projeksiyon sonuçları

RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre Konya Kapalı havzasında tüm periyotlarda sıcaklık artışı öngörülmektedir. Artışların RCP4.5 senaryosuna göre 2.7-4.0°C, RCP8.5 senaryosuna göre ise 2.2-6.1°C aralığında olması öngörülmektedir. Sıcak hava dalgası ve ısınmaya bağlı ekstrem hava olaylarının hem frekansında hem de şiddetinde artış eğilimi olması öngörülmektedir. En fazla sıcaklık artışı HadGEM verisinden elde edilen projeksiyonlarda, yaz mevsiminde ve 3. Dönemde (2071-2099) görülmüştür.

Yağış projeksiyonlarına göre ise ;

RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre; Konya Kapalı havzasında yağışların azalacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte yağış düzensizliklerinin artma eğiliminde olduğu da görülmektedir. En fazla yağış azalışı MPI verisinden elde edilen projeksiyonlarda ve yaz mevsimindedir.

İklim değişikliği havzada azalan su miktarları, artan sıcaklıklar ve artan buharlaşma miktarları ile çölleşme riskini daha da artıracaktır. Bu nedenle havzada çölleşmeye engel olacak az su

Kurak Ve Yarı Kurak Alan Çalıştayı 17-20 Mayıs 2016 Haymana-ANKARA

tüketen bitki türleri kullanılmalıdır. Ayrıca gittikçe azalan su kaynaklarını takviye edici yöntemlerle birlikte su israfının önüne geçecek yağmurlama ve damla sulama tekniklerine geçilmeli, havzada su çok dikkatli bir şekilde yönetilmelidir.

KAYNAKLAR

Akçakaya, A., Sümer, U., 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, 2015, Yeni senaryolar ile Türkiye iklim projeksiyonları ve iklim değişikliği, TR2015-CC, MGM Yayınları url: <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim-degisikligi-projeksiyon2015.pdf>

IPCC 2014, Climate Change 2014, Synthesis Report, Summary for Policymakers www.ipcc.ch

Salmi, T., Määttä, A., Anttila, P., Ruoho-Airola, T., Amnell, T., 2002, Detecting Trends Of Annual Values Of Atmospheric Pollutants By The Mann-Kendall Test And Sen's Slope Estimates -The Excel Template Application Makesens, Finnish Meteorological Institute

Şensoy S., Türkoğlu N., Akçakaya A., Ulupınar Y., Ekici M., Demircan M., Atay H., Tüvan A., Demirbaş H., 2013: *Trends in Turkey Climate Indices From 1960 to 2010*, 6th Atmospheric Science Symposium, 24-26 April 2013, ITU, Istanbul, Turkey

Url 1: <http://www.milliyet.com.tr/turkiye-nin-collesme-risk-haritasi-gundem-2156602/>

TÜRKİYE İÇİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ PROJEKSİYONLARI

Murat YILDIRIM¹

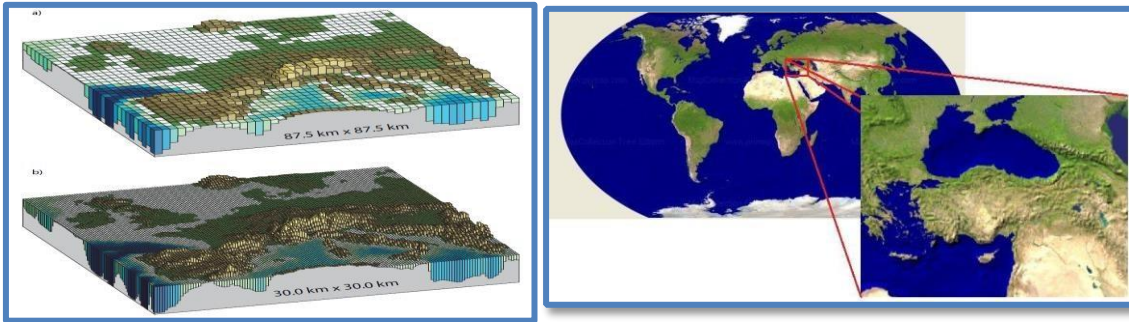
Hüdaverdi GÜRKAN¹

¹ Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara muratyildirim@mgm.gov.tr

Bilindiği üzere iklim değişikliği küresel ölçekte etkileri olan ve yalnızca bir çevre sorunu olarak değil; bir kalkınma sorunu olarak değerlendirilen bir konudur. Ülkemiz iklim değişikliğinin etkilerinin yoğun hissedileceği Doğu Akdeniz Havzası'nda yer almaktadır. Bu nedenle ülkemiz, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri yönünden, yüksek risk grubu ülkeler arasında kabul edilmektedir. Bu çerçevede, iklim, iklimdeki değişiklik ve değişebilirliklerin izlenmesi ile iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı yürütülecek olan uyum konularında çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Küresel iklim modelleri (GCMs, Genel Dolaşım Modelleri olarak da bilinir), küresel ortalama yüzey sıcaklığı gibi küresel iklim istatistiklerinin tanımlanmasında çok önemli bir işlevi yerine getirmektedirler. GCMs, atmosferdeki, okyanuslardaki, kriyosferdeki ve arazi yüzeyindeki fiziksel süreçleri temsil etmektedirler. Bu modeller, yükselen sera gazları emisyonlarına iklim sisteminin tepkisini göstermede en gelişmiş araçlardır.

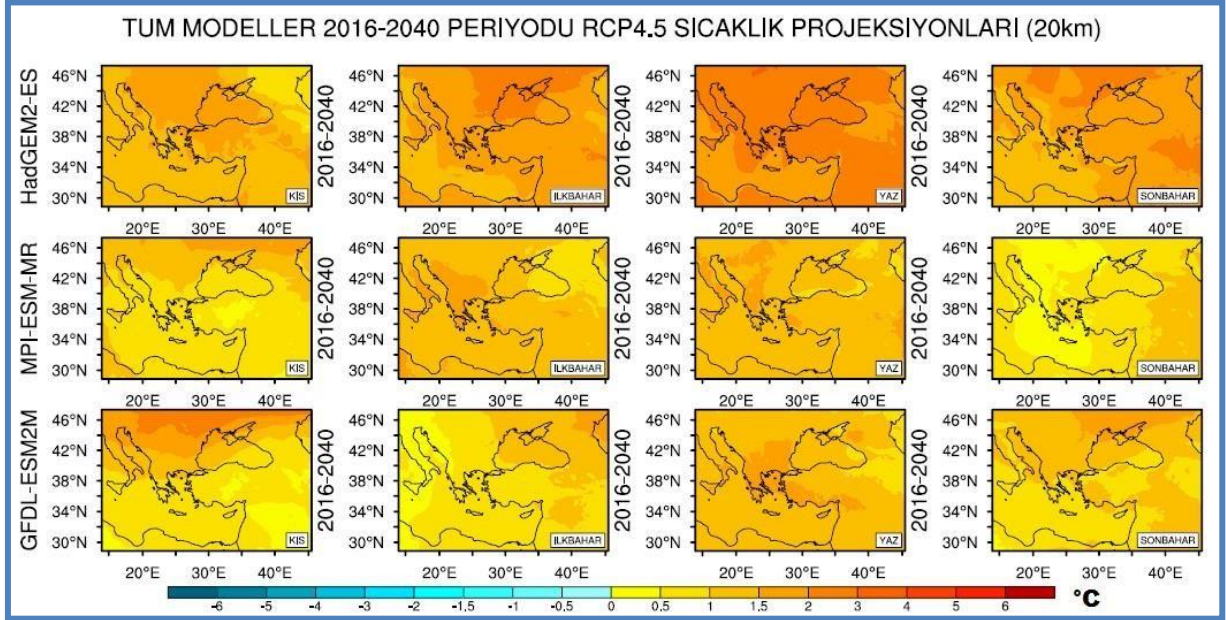
Bölgesel iklim modelleri sayesinde düşük çözünürlüklü Küresel İklim Modeli (GCM) verileri kullanılarak çeşitli yöntemlerle daha yüksek çözünürlüklü iklim projeksiyonları geliştirilebilmektedir.



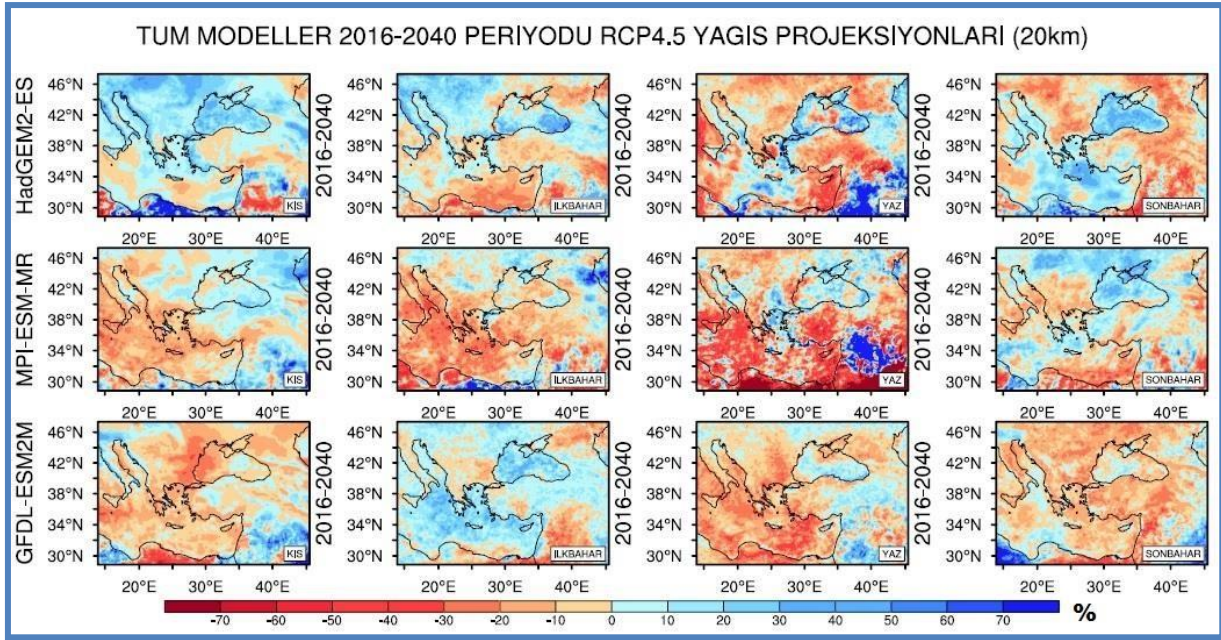
Meteoroloji Genel Müdürlüğü bünyesinde de dünyada yapılan çalışmalara paralel

olarak iklim değişikliği çalışmaları yapılmakta ve modeller yardımıyla, günümüzden yüzyılın sonuna kadar iklim değişikliği projeksiyonları geliştirilmektedir. Bu çalışmalarda amacımız ülkemizin iklim değişikliği konusunda geleceğe dair bir planının olması ve ülkemizdeki iklim değişikliğine uyum, zarar azaltım faaliyetlerine destek olmaktır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü bünyesinde hazırlanan ve “Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği TR2015-CC” adıyla 2015 yılında yayınlanan projenin sonuç raporunda HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve GFDL-ESM2M küresel iklim modelleri verileri ile RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları temelinde RegCM4.3.4 bölgesel iklim modeli kullanılarak Türkiye ve bölgesi için 20 km çözünürlüklü iklim projeksiyonları geliştirilmiştir. Çalışmada, referans dönem 1971-2000 olarak seçilmiş ve 2100 yılına kadarki gelecek dönem için iklim projeksiyonları üretilmiştir.



RCP4.5'e Göre RegCM4.3.4. Bölgesel Modeli 2016-2040 Dönemi 20 km Sıcaklık Projeksiyonları



RCP4.5'e Göre RegCM4.3.4. Bölgesel Modeli 2016-2040 Dönemi 20 km Yağış Projeksiyonları (Tüm Modeller / RF:1971-2000)

3 küresel modelin projeksiyonlarından elde ettiğimiz sonuçlara göre 2016-2099 periyodu için yurt genelinde ortalama sıcaklık artışı;

- RCP4.5 senaryosuna göre 1,5-2,5°C,
- RCP8.5 senaryosuna göre ise 2,5-3,5°C aralığında olması öngörülmektedir.
- Yağışlarda ise genel olarak artış ya da azalış trendi olmamakla birlikte yağış düzensizliklerinin artma eğiliminde olması öngörülmektedir.

Yapmış olduğumuz çalışmamızın sonuçları küresel model bazında genel olarak değerlendirildiğinde;

HadGEM2-ES küresel model verileri ile RegCM4.3.4. bölgesel iklim modeli kullanılarak 20 km çözünürlüklü projeksiyon sonuçlarına göre; Sıcaklıkların 2016-2099 periyodunda RCP4.5 senaryosuna göre 1,0 ile 4,4°C ve ortalama 2,5°C, RCP8.5 senaryosuna göre ise 0,9 ila 7,1°C ve ortalama 3,6°C artması beklenmektedir. Yağış miktarlarında ise iyimser senaryoya göre ülke genelinde 2040-2050 yıllarına kadar pozitif anomaliler beklenirken, kötümser senaryoya göre 2035 yılına kadar pozitif anomaliler beklenmektedir. Bu yıllardan sonra ise ortalama yağış miktarlarında azalışlar beklenmektedir.

MPI-ESM-MR küresel model verileri ile RegCM4.3.4. bölgesel iklim modeli kullanılarak 20 km çözünürlüklü projeksiyon sonuçlarına göre; sıcaklıkların RCP4.5 senaryosuna göre periyot boyunca ortalama olarak 1,5°C artışı beklenirken RCP8.5 senaryosuna göre artış miktarının ortalama olarak 2,5°C'ye ulaşması ön görülmektedir (Gürkan, H., vd., 2015). Yağış projeksiyon sonuçlarına bakıldığında; RCP4.5 senaryosuna göre periyot boyunca Türkiye genelinde yağışlarda yıllık ortalama olarak 30 mm/yıl civarında bir azalış öngörülmürken, yağışlardaki düzensizlik nedeniyle zaman zaman değişmekle birlikte yıllık bazda ortalama 140 mm/yıl civarında artışların görülebileceği gibi 210 mm/yıl değerinde azalışlar da dikkat çekmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre ise periyot boyunca ortalama ~160 mm/yıl civarında azalış öngörülmektedir (Gürkan, H., vd., 2015).

GFDL-ESM2M küresel model verileri ile RegCM4.3.4. bölgesel iklim modeli kullanılarak 20 km çözünürlüklü projeksiyon sonuçlarına göre; sıcaklıkların RCP4.5 senaryosuna göre ortalama 1,5°C, RCP8.5 senaryosuna göre ise ortalama olarak 2,5°C artması ön görülmektedir. Yağış miktarlarında ise RCP4.5 senaryosuna göre 2016-2099 periyodunda ortalama olarak yıllık 10-15mm/yıl azalacağı, RCP8.5 senaryosuna göre ise ortalama olarak 105-110mm/yıl civarında azalışlar öngörülmektedir.

Klimatoloji Şube Müdürlüğü'nün

Çalışmalarına ulaşılabilir linkler;

İklim:

<https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim.aspx>

İklim Sınıflandırması:

<https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx>

İklim Değişikliği:

<https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx>

Yeni Senaryolarla Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları (Rapor) TR2015-CC:

<https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim-degisikligi-projeksiyon2015.pdf>

Eğitim ve Dokümanlar:

<https://www.mgm.gov.tr/iklim/dokuman.aspx>

Doğu Akdeniz Bölgesel İklim Merkezi (EMCC):

<http://www.emcc.mgm.gov.tr/>

Aylık Sıcaklık Analizi:

<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/sicaklik-analizi.aspx>

Isıtma ve Soğutma Gün Dereceleri:

<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx>

