



T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Su Yönetimi Genel Müdürlüğü



Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı

İklim Değişikliğinin Kar Erimelerine ve Akımlarına Etkisinin Belirlenmesi Projesi

2. Eğitim Çalışması
10 Nisan 2019



**T.C. TARIM VE
ORMAN BAKANLIĞI**

İKLİM PROJEKSİYONU VERİLERİNİN ANALİZİ

Ceren BALLI

Meteoroloji Yüksek Mühendisi

io Çevre Çözümleri



**T.C. TARIM VE
ORMAN BAKANLIĞI**

İKLİM MODELLERİ

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

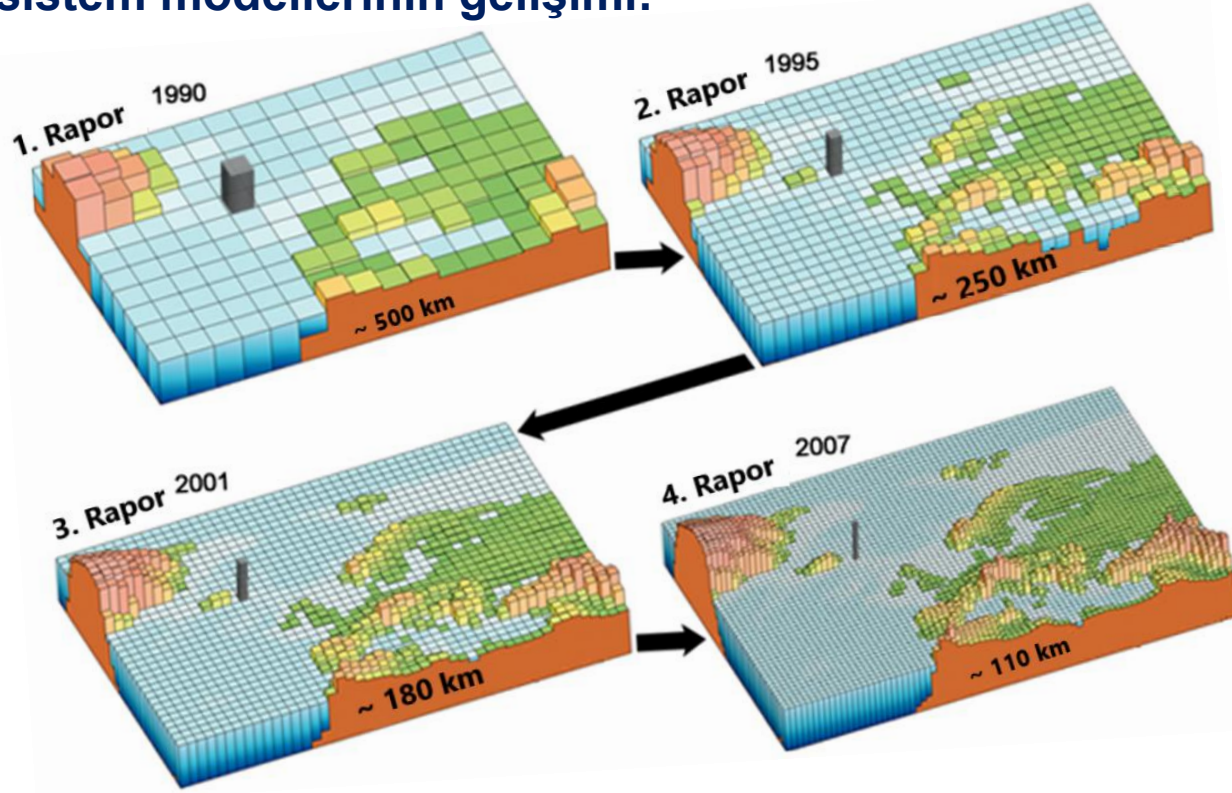
İnsan kaynaklı iklim değişikliğinin araştırılması ve boyutlarının ortaya konması amacıyla **1988** yılında **IPCC** (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) kurulmuş ve günümüze kadar iklim değişikliğinin boyutları ve buna bağlı olarak **adaptasyon, zarar azaltma ve uyum çalışmalarını** öneren **beş rapor** yayınlamıştır.

Her rapor kapsamında yapılan çalışmalarda iklim sistemini etkileyen bileşenler **daha detaylı** ve **yüksek çözünürlükte** işlenmiştir.

Sonuç olarak, sera gazlarındaki artışın iklime, insanlığa ve ekolojik dengeye zarar verecek şekilde değişeceği hususunda hemfikir sonuçlar ortaya koymuştur.

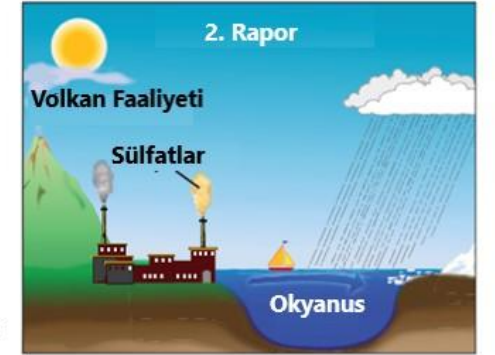
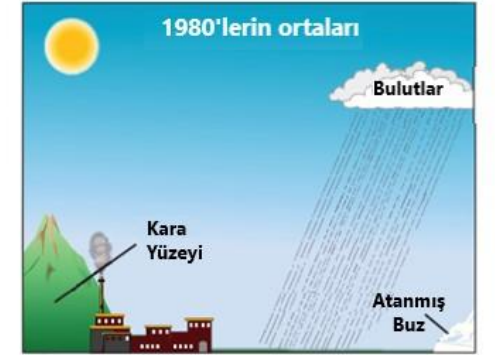
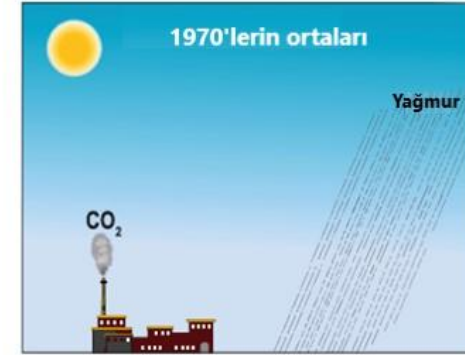
İKLİM MODELLERİ

Yer sistem modellerinin gelişimi:



IPCC'nin 5. Değerlendirme Raporu (AR5) 2013 yılında yayınlanmış ve bu raporun tabanını oluşturan **CMIP5** arşivinden seçilmiş 3 adet küresel modelin çıktıları **IDSKEP (2016)** kapsamında kullanılmak üzere seçilmiştir.

(IPCC, 2007c)



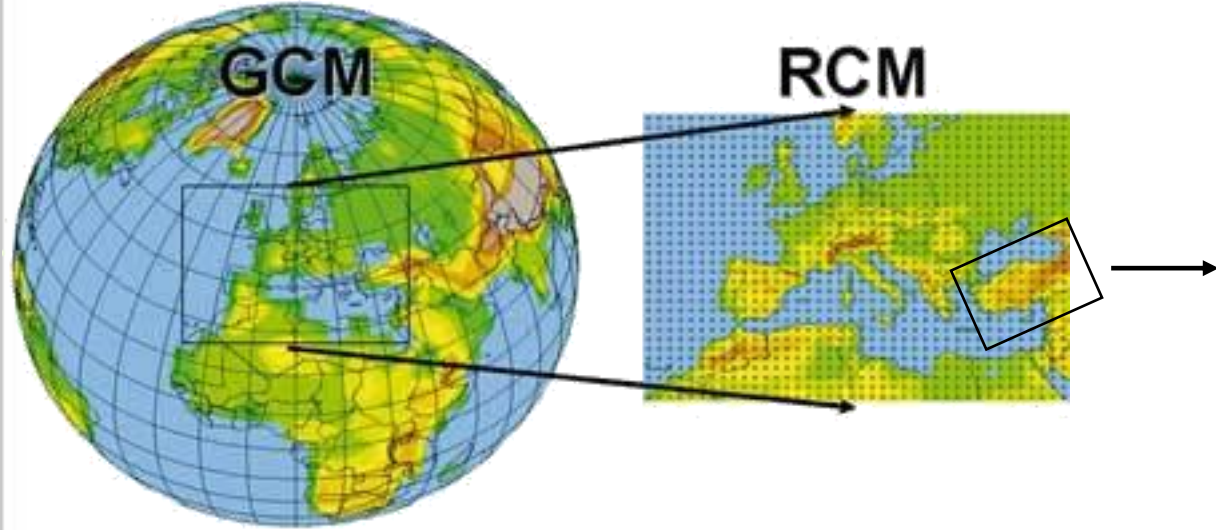
KÜRESEL VE BÖLGESEL İKLİM MODELLERİ

Model Çalışma Alanları ve Topoğrafya

~ 250-300 km

50 km

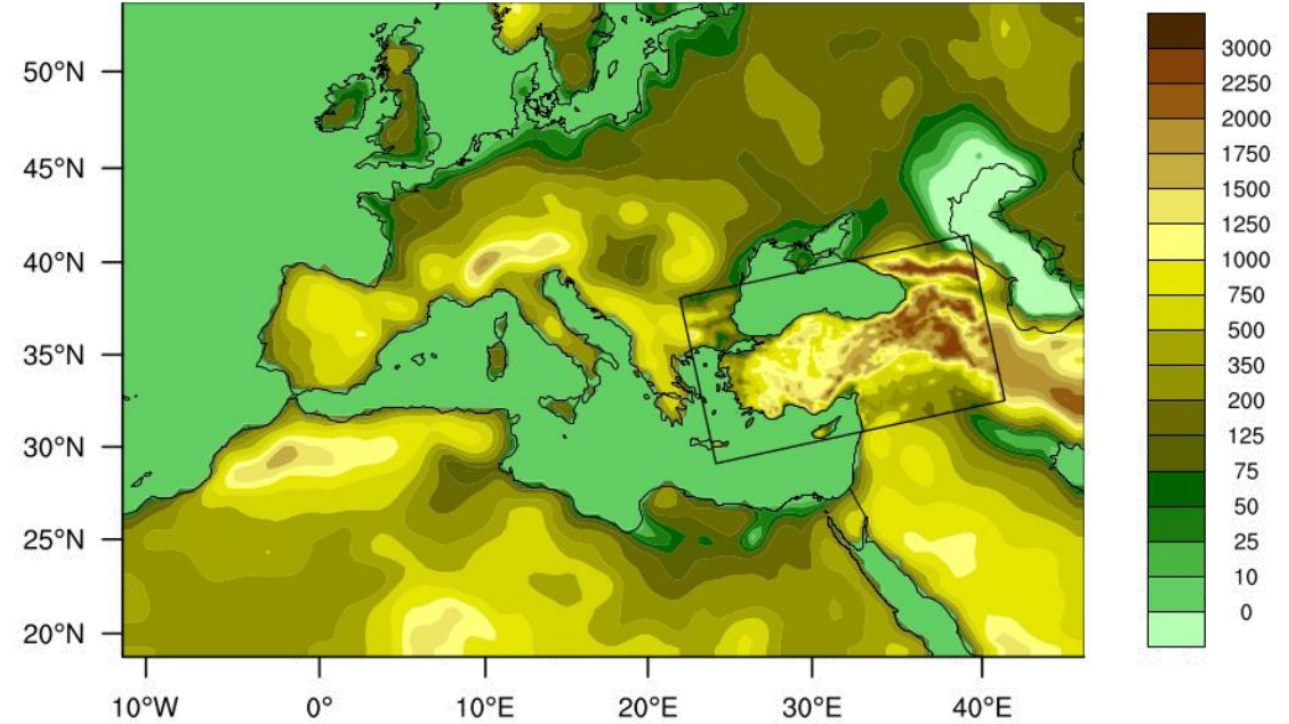
Küresel İklim Modelleri → Bölgesel İklim Modelleri



(F. Giorgi, 2008)

IDSKEP (2016) kapsamında modelin çalışma alanı

50 km → 10 km



- Dıştaki alan 50 km çözünürlüğe,
- İçteki alan ise 10 km çözünürlüğe karşılık gelmektedir.

KÜRESEL İKLİM MODELLERİ

Seçilen Küresel Modeller

- **HadGEM2-ES**

HadGEM2 (Hadley Centre Global Environment Model version 2), İngiltere Meteoroloji Servisi'ne bağlı bir enstitü olan Hadley Centre tarafından geliştirilen 2. nesil bir yer sistem modelidir (Met Office, 2017).

- **MPI-ESM-MR**

MPI-ESM (Max-Planck-Institute Earth System Model) modeli Almanya Max Planck Enstitüsü tarafından geliştirilen atmosfer, yüzey ve okyanus alt modüllerden oluşan bütünleşik bir yer sistem modelidir (MPI, 2017).

- **CNRM-CM5.1**

CNRM-CM5.1, CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques – Fransa Ulusal Meteorolojik Araştırma Merkezi) ve CERFACS (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée –Avrupa Araştırma ve İleri Eğitim Merkezi - Fransa) işbirliğiyle geliştirilen yer sistem modelidir (CNRM, 2017).

BÖLGESEL İKLİM MODELLERİ

Bölgesel İklim Modeli – RegCM4.3

Küresel iklim modellerinin tamamlayıcısı olan **bölgesel iklim modelleri**, dünyanın pek çok bölgesi için kullanılmaktadır.

Bu modeller, küresel iklim analizlerine veya simülasyonlarına **yerel etkileşimleri** dahil ederek **ayrıntılı iklim süreçlerini** ortaya koyarlar.

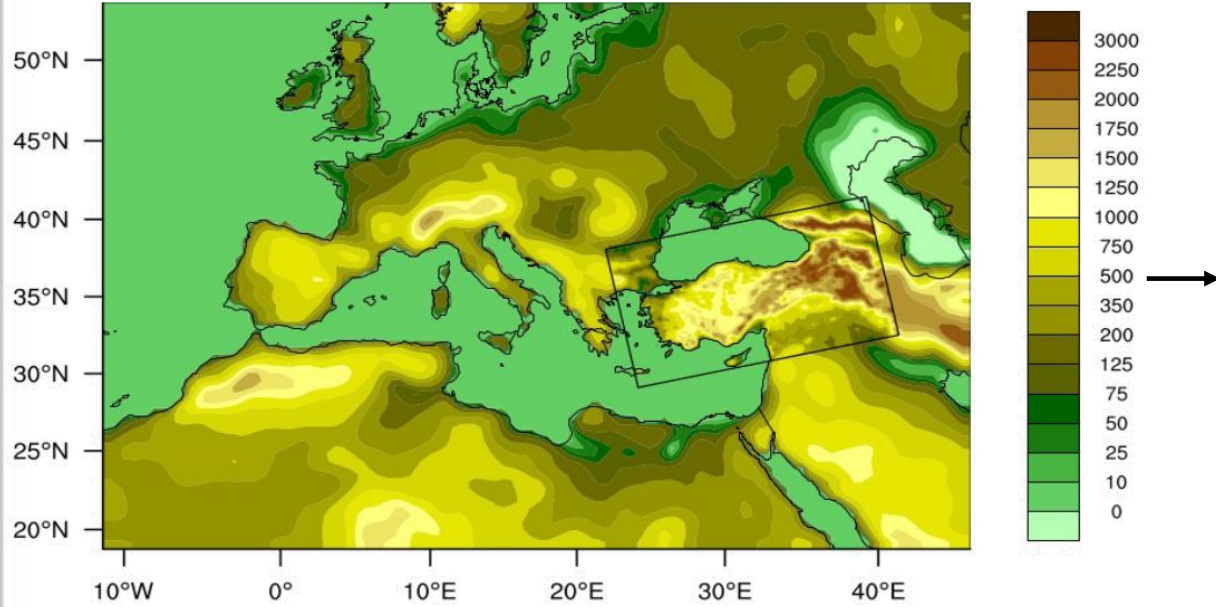
Son 20 yılda, bölgesel iklim modelleri üzerinde yapılan araştırmalarda önemli ilerlemeler elde edilmiş, hesaplama olanaklarının artmasıyla daha yüksek çözünürlükte daha uzun simülasyonlar mümkün hale gelmiştir (Rajib & Rahman, 2012).

Bir bölgesel model genellikle yer kürenin belirli bir alanını daha yüksek çözünürlükte hesaplar. Böylece yüksek çözünürlüklü sınırlı alan bölgesel iklim modeli ile ülke ölçeğinde projeksiyonlar üretilebilir.

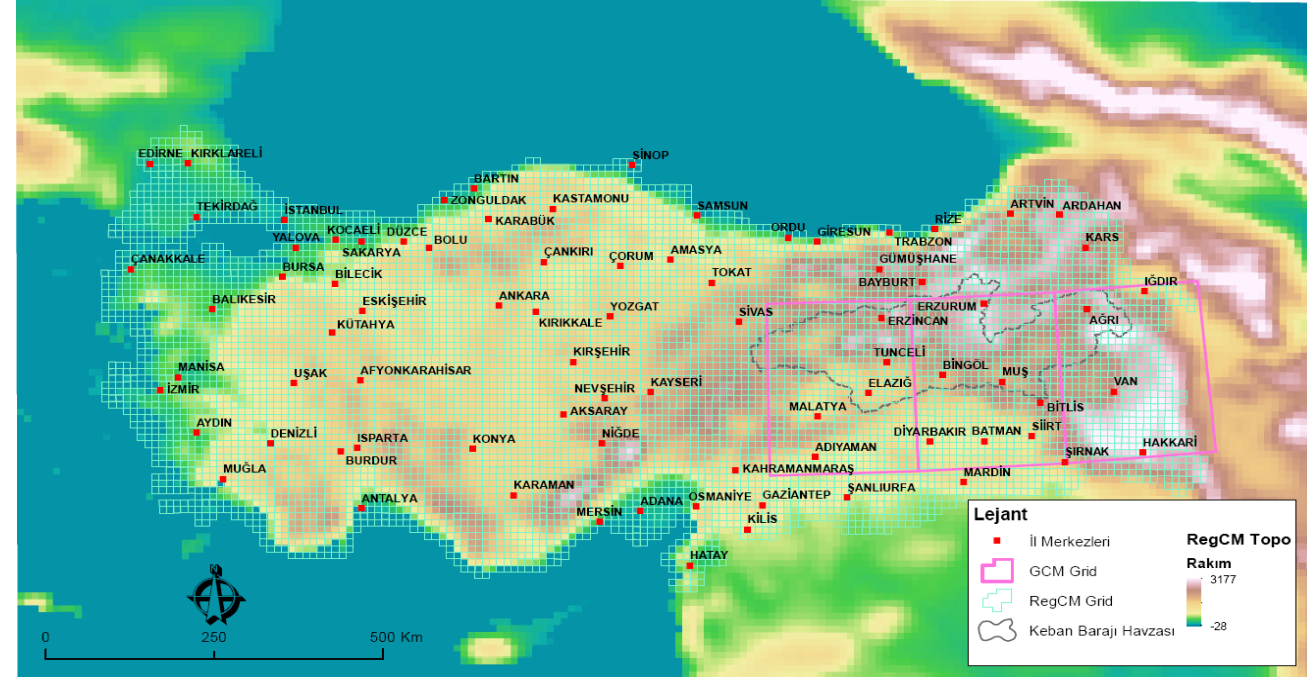
IDSKEP (2016) kapsamında ICTP (International Centre for Theoretical Physics) tarafından geliştirilmesi halen sürdürülen bölgesel iklim modeli **RegCM4.3** çıktıları kullanılmıştır.

BÖLGESEL İKLİM MODELLERİ

Model Çalışma Alanları ve Topoğrafya

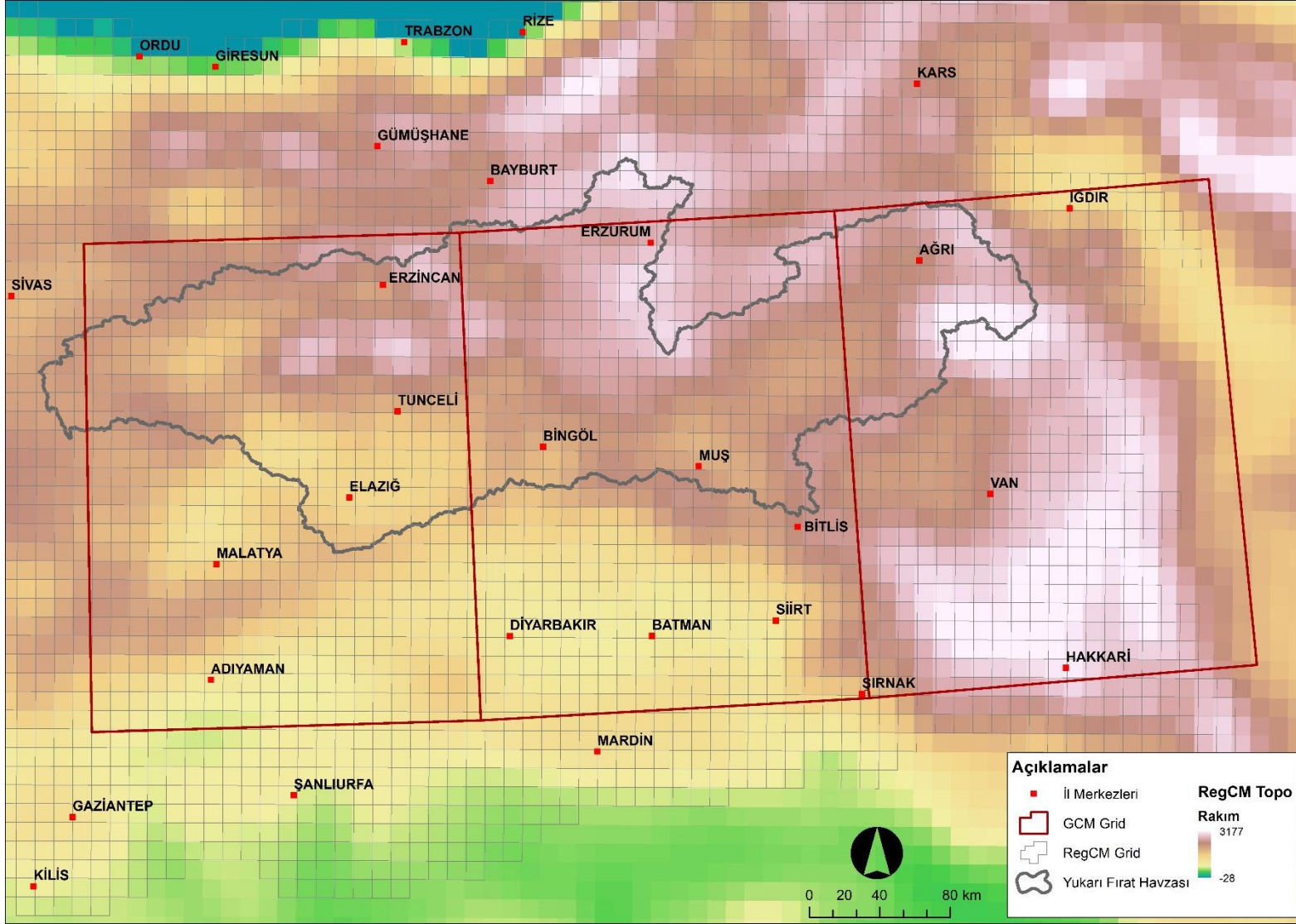


RegCM Çalışma Alanında Küresel ve Bölgesel İklim Model Gridleri



- IDSKEP (2016) kapsamında bölgesel iklim modeli önce **kaba çözünürlüklü 50 km**, sonra **yüksek çözünürlüklü 10 km** için koşturulmuştur.
- Bu çalışma kapsamında modelin **referans periyodu 1971-2000**, **gelecek dönem periyodu ise 2020-2100** olarak kullanılmıştır.

YUKARI FIRAT HAVZASI İKLİM MODELLERİ



Yukarı Fırat Havzası'nı temsil eden küresel ve bölgesel iklim modellerine ait gridler

- Küresel iklim model sonuçları Koninklijk Hollanda Meteoroloji Enstitüsü internet sayfasından indirilmiştir.
- Farklı mekânsal çözünürlüklerdeki küresel iklim modellerinin **sıcaklık** ve **yağış** alanları birbiriyle daha kolay mukayese edilebilmesi için KMNI sunucusunda **2,5°'lik gridlere interpolate edilmiştir**.

İKLİM SENARYOLARI

İklim çalışmalarında senaryolar, **insan aktivitelerinin gaz emisyonları üzerindeki etkisinden** yola çıkarak iklim değişikliğinin üzerindeki etkilerini belirleme amacıyla üretilmektedir.

- Nüfus değişimi,
- Ekonomik büyüme,
- Teknolojik ilerleme gibi

gelecekte nasıl bir değişim olacağı öngörülemeyen durumlar için oluşturulan senaryolar ve projeksiyonlar kullanılarak, bu değişimlerin iklim ve buna bağlı sosyo-ekonomik değişimler üzerindeki tesirini analiz etmek için çalışılmaktadır.

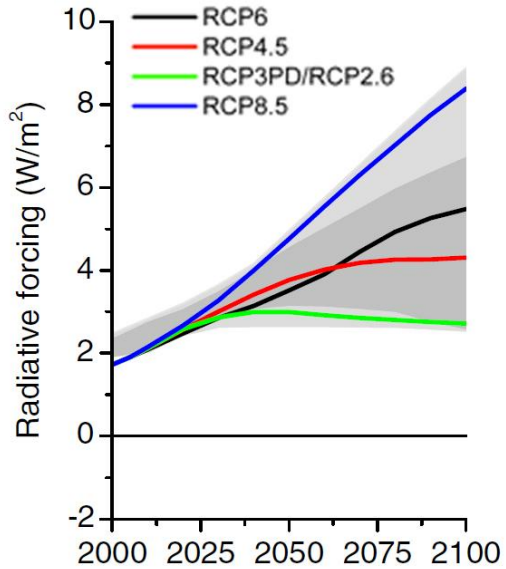
Projeksiyonlar, geleceği tahmin etmekten ziyade belirli kabuller durumunda **meydana gelecek olası alternatifleri** önceden kestirilmesini amaçlamaktadır.

İKLİM SENARYOLARI

1990'lardan itibaren IPCC yayımladığı raporlarında çeşitli iklim senaryoları sunmuştur.

En güncel IPCC **5. Değerlendirme Raporu** (AR5) hazırlıklarında ve kapsamında ise **RCP** (Representative Concentration Pathways – **Temsili Konsantrasyon Rotaları**) adı verilen yeni iklim senaryoları araştırmaları gerçekleştirilmiş ve sunulmuştur.

AR5 kapsamında farklı kabullerin toplam kümülatif **ışınimsal zorlama (radiative forcing)** değerleri karşılaştırılarak **4 adet RCP** senarvosu türetilmiştir.



İşınimsal zorlama, dünyanın artan sera gazı emisyonları etkisiyle absorbe ettiği ilave enerji olarak tanımlanıp birimi Watt/m²'dir (enerji/alan).

İşınimsal Zorlama değerleri RCP senaryoları 8.5'den 2.6'ya doğru gittikçe küçülmekte olup senaryolar arası iyimserlik seviyesi de artmaktadır.

(Van Vuuren et al, 2011)

İKLİM MODELLERİNİN BAŞARIMI

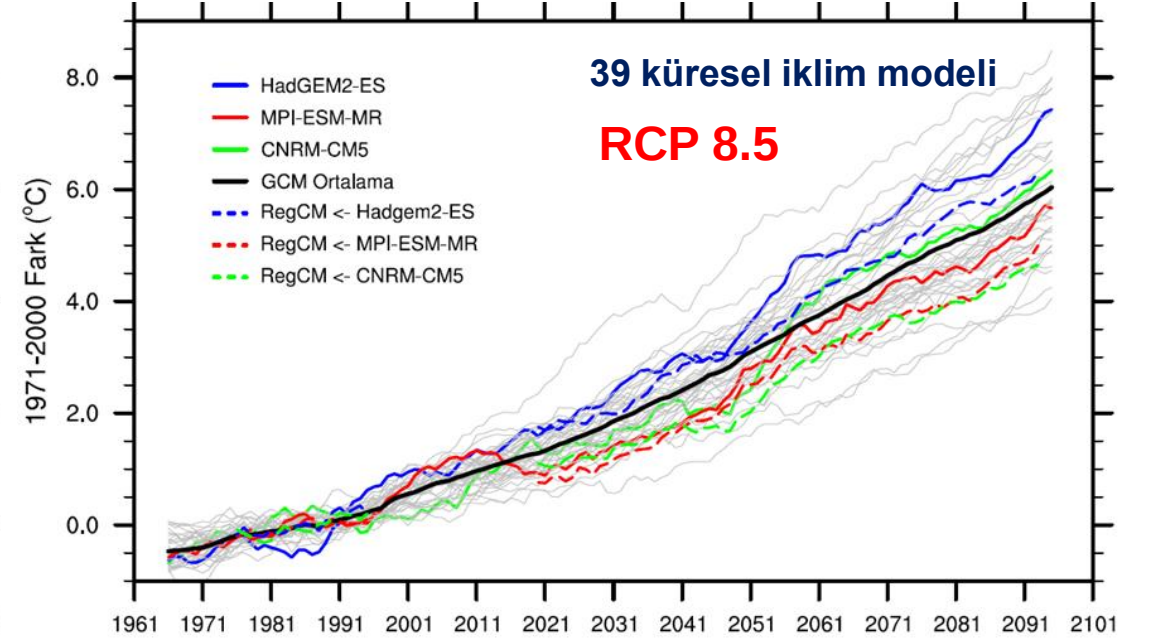
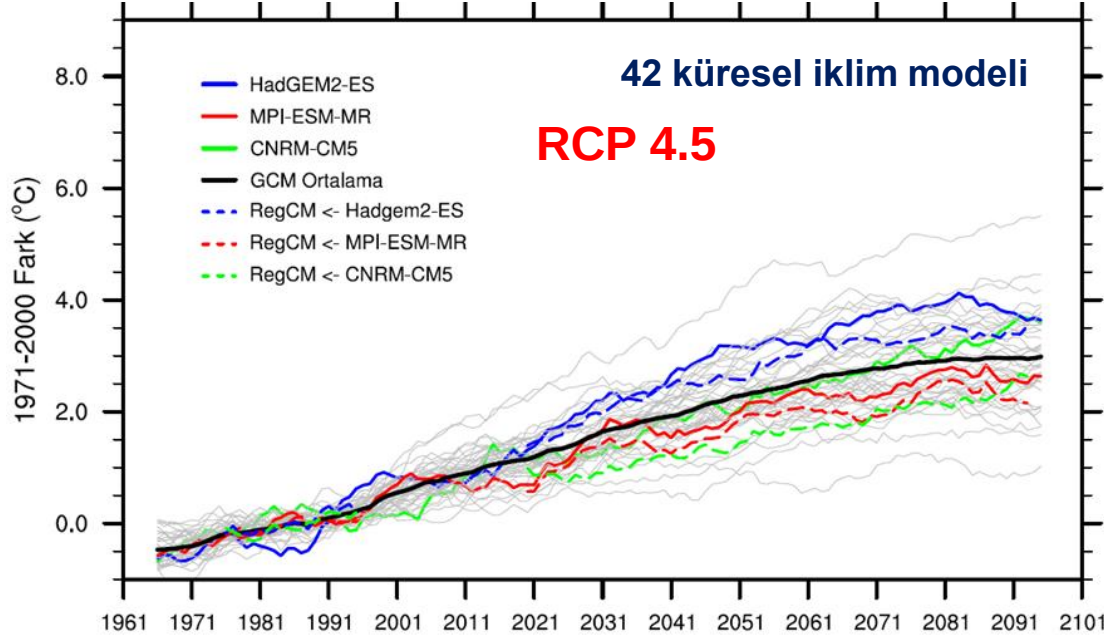
Seçilen **HadGEM2-ES**, **MPI-ESM-MR** ve **CNRM-5.1** küresel iklim modelleriyle kuple edilen **RegCM4.3** bölgesel iklim modelinin Türkiye genelinde **1971-2000 referans dönemi** iklimi benzeşim yeteneği analiz edilmiştir.

Mevsimsel olarak gridlenmiş gözlem ve model simülasyonları karşılaştırıldığında:

- Ortalama sıcaklık için en düşük tahmin CNRM-CM5.1 ile meydana gelirken **en yakın tahmin** sonuçlarının **MPI-ESM-MR** ve **HadGEM2-ES** modelleri için gerçekleştirildiği görülmüştür:
 - Türkiye üzerinde gridlenmiş verilerin 1971-2000 yıllık sıcaklık ortalaması 2 m'de **12.0°C** iken, HadGEM2-ES 9.0°C; MPI-ESM-MR 9.0°C ve CNRM-CM5.1 8.0°C olarak öngörülmüştür.
- Toplam yağış için gözlem değerlerine **en yakın tahminleri HadGEM2-ES** ve **MPI-ESM-MR** küresel iklim modellerinin sağladığı görülmüştür:
 - Türkiye üzerinde gridlenmiş verilerin yıllık toplamalarının 1971-2000 yılları ortalaması **570 mm** iken HadGEM2-ES 575 mm, MPI-ESM-MR 586 mm ve CNRM-CM5.1 604 mm olarak öngörülmüştür.

İKLİM PROJEKSİYONLARI

SICAKLIK PROJEKSİYONLARI - 11 Yıllık Hareketli Ortalamalar

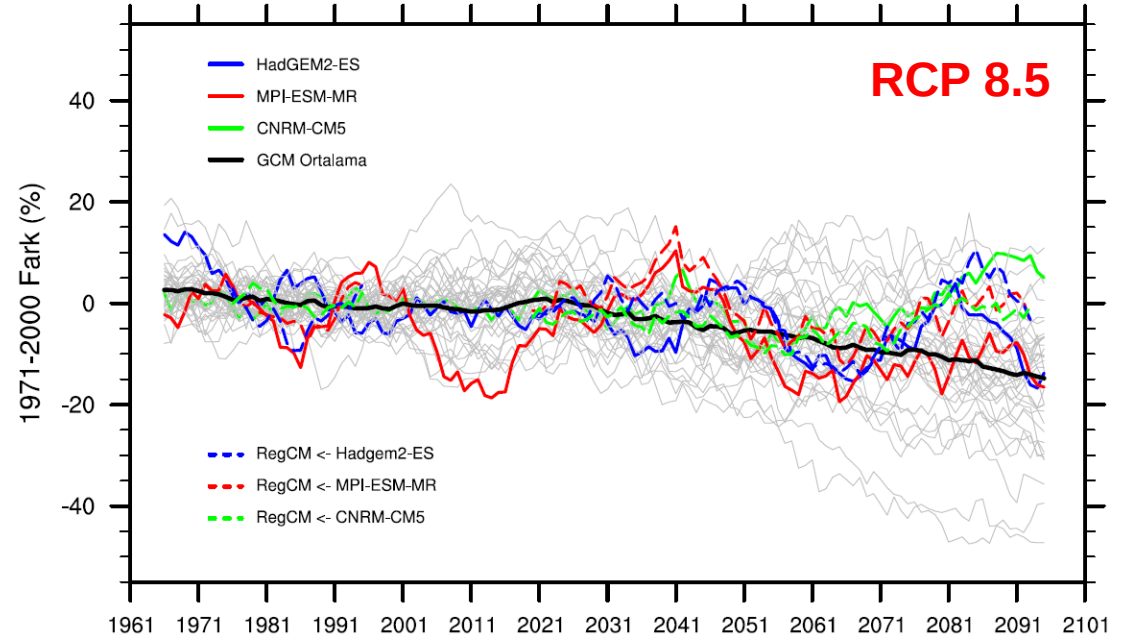
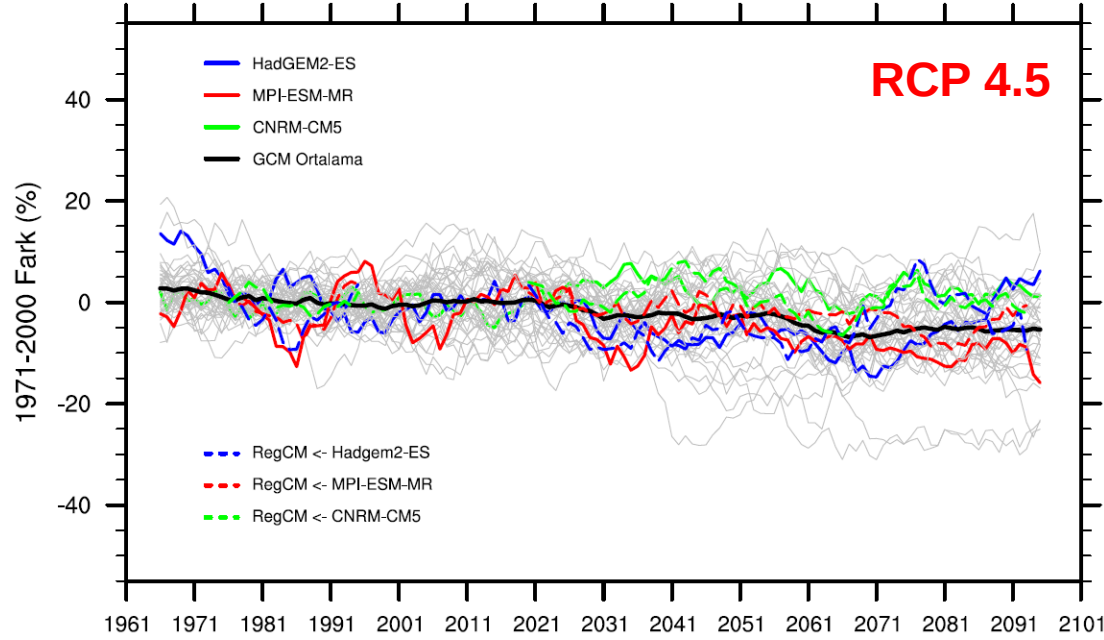


Yukarı Fırat Havzası için küresel ve bölgesel model arasındaki makas en çok CNRM-CM5 ikilisinde açılmaktadır.

- **RCP 4.5 senaryosu** güdümünde koşturulan modeller **2100'lere doğru azalan bir artışla** ortalamada **3 °C sıcaklık artışı** gösterirken,
- **RCP 8.5 senaryosu** güdümünde koşturulan modellerin **2100'lere doğru ivmelenerek artan** bir grafikte **6 °C'lık bir yükseliş** ortaya koyduğu görülmektedir.

İKLİM PROJEKSİYONLARI

YAĞIŞ PROJEKSİYONLARI - 11 Yıllık Hareketli Ortalamalar



Yukarı Fırat Havzası için küresel model sonuçları incelendiğinde,

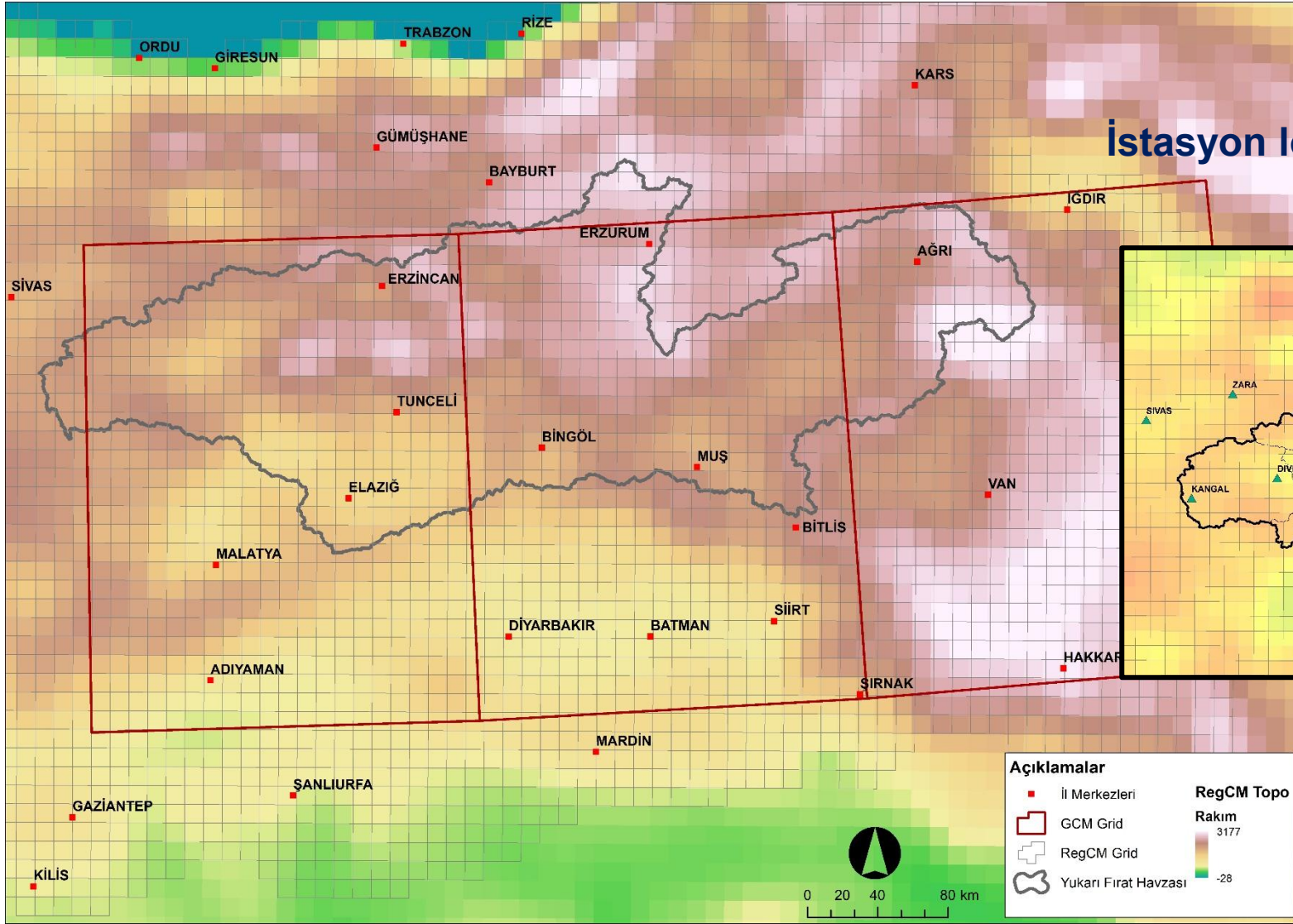
- **RCP 4.5 senaryosu** güdümünde koşturulan modeller **2100'lere doğru %5,**
- **RCP 8.5 senaryosu** güdümünde koşturulan modeller ise **2100'lere doğru %15** civarında

yağış noksanlığı öngörülmektedir.

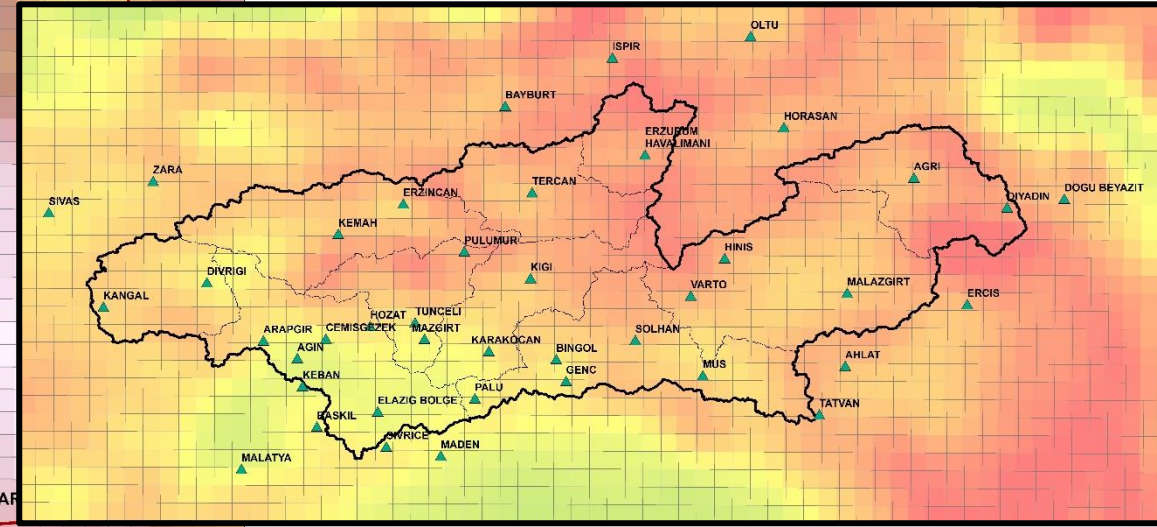
İKLİM PROJEKSİYONLARININ SEÇİMİ

- Proje kapsamında gerçekleştirilecek hidrolojik model çalışmalarının iklim projeksiyonlarındaki **sistemik hatalardan** olabildiğince **az etkilenmesi** için genel olarak **en yüksek başarımlı** ortaya koyup **Türkiye iklimini en gerçekçi** benzeştiren **MPI-ESM-MR RegCM4.3 kuplesiyle** elde edilen model çıktılarının kullanılması uygun görülmüştür.
- MPI-ESM-MR modelinin **2100** yılında **4,5 W/m²** ve **8,5 W/m²** iklim zorlamalarına karşı gelen **RCP4.5** ve **RCP8.5** temsili konsantrasyon rotalarına dayanan **10x10km** çözünürlükteki simülasyon sonuçları kullanılmıştır.

NOKTASAL VERİLER



İstasyon lokasyonlarında parametrelerin çıkarılması

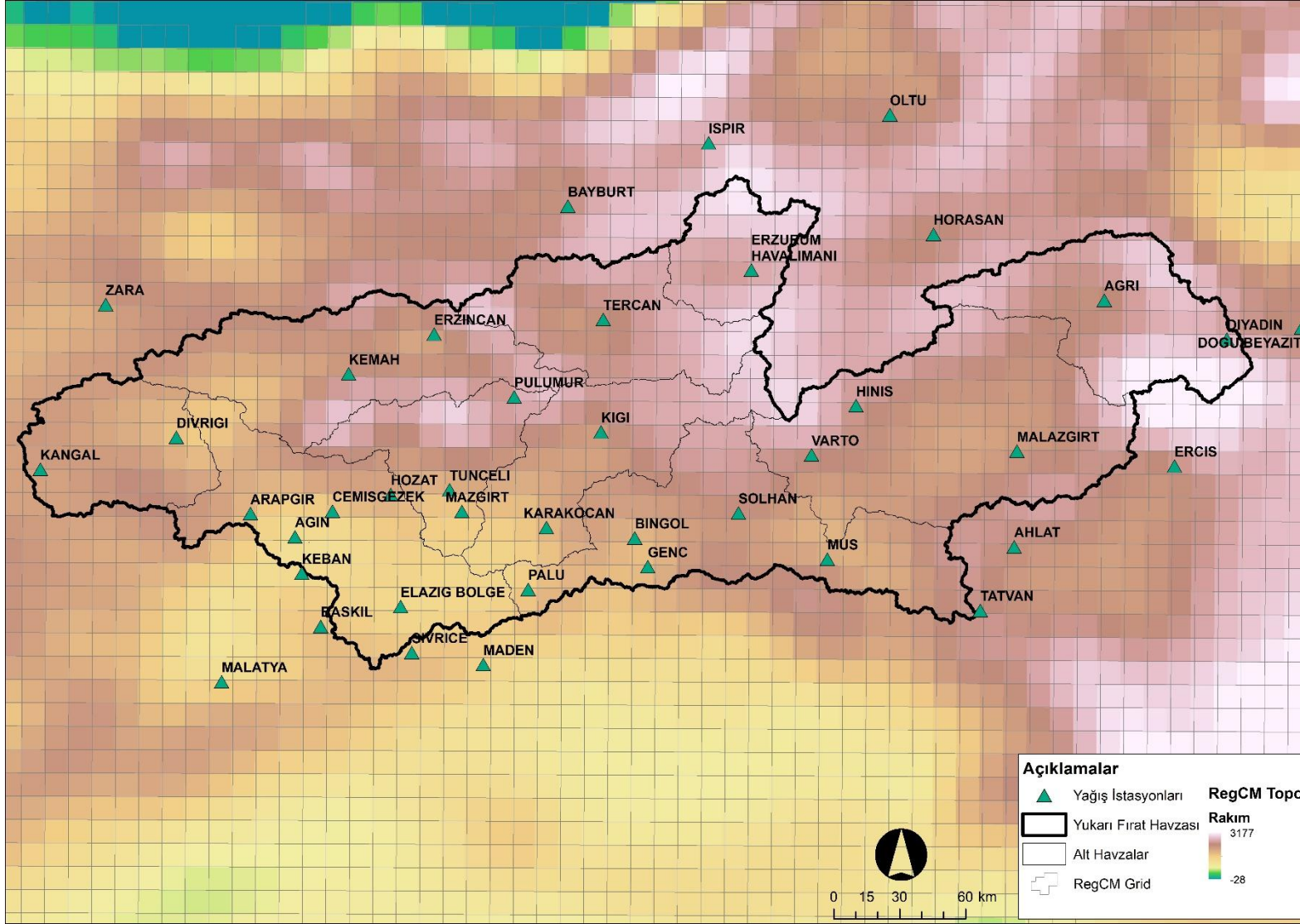


NOKTASAL VERİLER

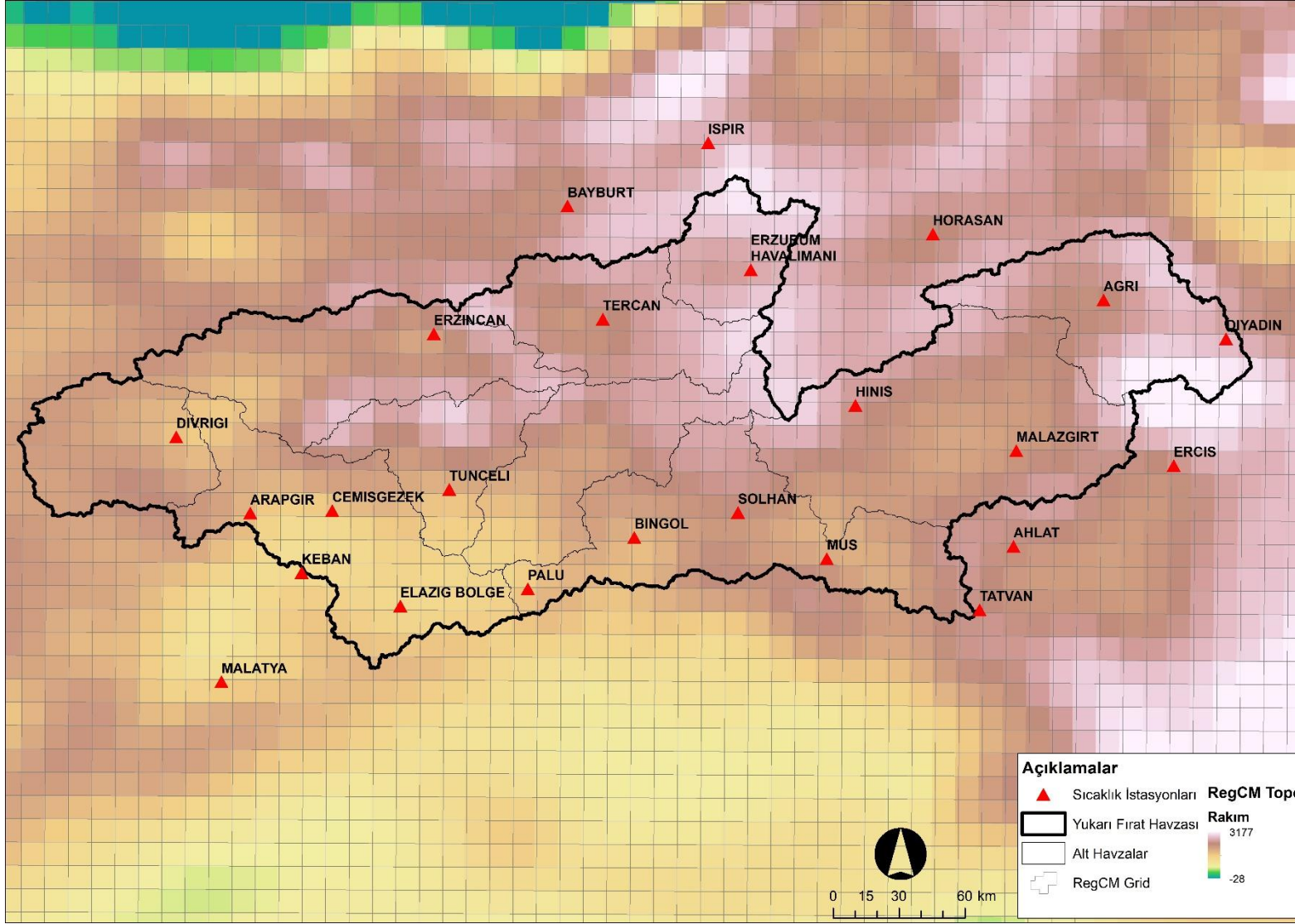
YAĞIŞ PARAMETRESİ

Genel olarak:

- 40 yıl üzerinde ölçümü olan
- 41 adet yağış istasyonu seçilmiştir.
- Aynı istasyon konumlarında model referans dönemi ve projeksiyon dönemi için günlük toplam yağış serileri elde edilmiştir.



NOKTASAL VERİLER



SICAKLIK PARAMETRESİ

Genel olarak

- 40 yıl üzerinde ölçümü olan
- 24 adet sıcaklık istasyonu seçilmiştir.
- Aynı istasyon konumlarında model referans dönemi ve projeksiyon dönemi için günlük ortalama sıcaklık serileri elde edilmiştir.

YANLILIK DÜZELTMESİ (Bias Correction)

Küresel modellere bölgesel iklim modellerinin kuple edilmesi ile elde edilen iklim projeksiyonlarında **belirsizlikler** oluşmaktadır.

Bu **belirsizlikler**, model zorlamalarına, modellerin sahip olduğu süreçlere ve çözünürlüğe bağlıdır.

Modeller

- Sınırlı yersel ve zamansal çözünürlüğe,
- Kullanılan sayısal yöntemlere,
- Fiziksel ve termodinamik süreçlerdeki basitleştirmelere ve
- İklim sistemindeki süreçlerin henüz tam olarak bilinmemesine bağlı olarak

sistemik hatalar barındırır.

Çok yüksek çözünürlüğe sahip iklim modellerinin ürettiği günümüz iklim simülasyonları gözlenmiş değerlere göre belirli bir **yanlılığa** sahip olabilmektedir.

Özellikle iklim değişikliğinin su kaynaklarına ve kar erimelerine etkisinin belirlenmesi, kuraklık gibi çalışmalar yapılırken **yanlılık düzeltmesi** önem arz etmektedir.

Genelde **bölgesel iklim modelinin doğruluğu** mevsimsel ve **bölgesel farklılıklar** gösterir.

YANLILIK DÜZELTMESİ (Bias Correction)

- **Küresel ve bölgesel modellerdeki yanlılık**, bu modellerin çıktılarını doğrudan **hidrolojik** etkilerin hesaplanması gibi çalışmalarda kullanılmasını **zorlaştırmaktadır**.
- Son yıllarda en basit yöntemden en karmaşık yöneme kadar farklı **yanlılık düzeltme metodolojileri** geliştirilmiştir.
- Bu yöntemlerin amacı, iklim modeli çıktılarının yanlılığını aynı dönemdeki gözlemlerin istatistiksel özelliklerini dikkate alarak düzeltmektir.



Yanlılık düzeltmesinin başarısı ise

- **Gözlem veri tabanının kalitesi,**
 - **Doğruluğu,**
 - **Bölgeyi yeterince iyi temsil etmesi**
- ile doğru orantılıdır.**

YANLILIK DÜZELTMESİ (Bias Correction)

- **Normal dağılıma** sahip **sıcaklık** parametresinde gelecek sıcaklık projeksiyonları istatistiksel olarak günümüz koşullarına göre göreceli değişimler şeklinde ifade edilerek modellerin yanlılığı azaltılır.
- Normal dağılıma uymayan ve genellikle **gamma dağılımı** ile tanımlanan **yağış** parametresinin yanlılık düzeltmesi ise sıcaklık parametresinden farklı yapılmaktadır.
- En temel yaklaşım, model yağışları ve günümüz koşullarındaki yağış gözlemleri arasında bir istatistiksel transfer fonksiyonu tanımlamak ve bu transfer fonksiyonunu model projeksiyonlarına uygulamaktır.
- Literatürde en basitinden **yıllık**, **mevsimlik** veya **aylık** yağış oranlarının (**ortalama değer yaklaşımı**) veya **model ve gözlemlerin dağılım fonksiyonlarının** tanımlanarak birinden diğerine simülasyonların **transfer** edilmesi yaklaşımları kullanılmaktadır.

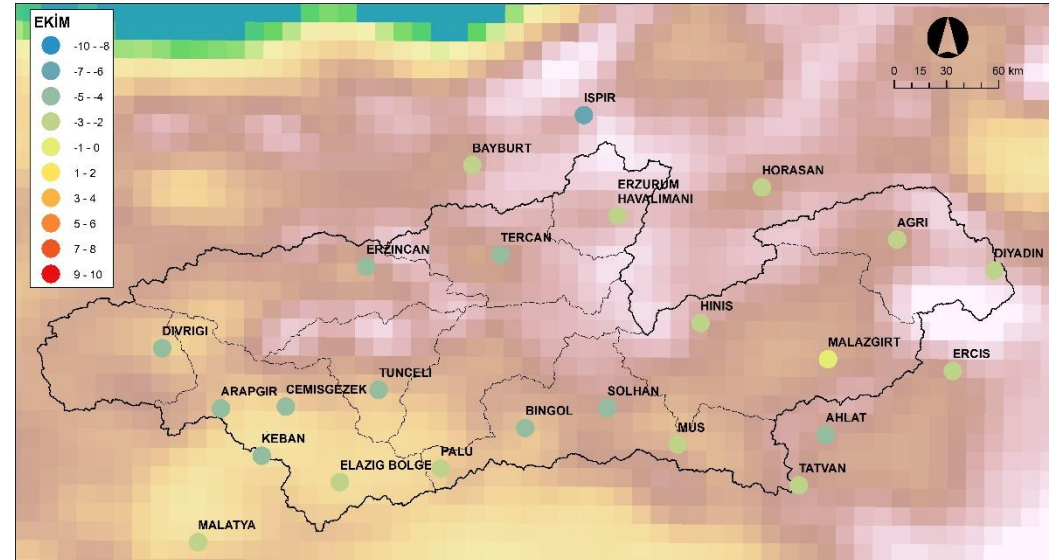
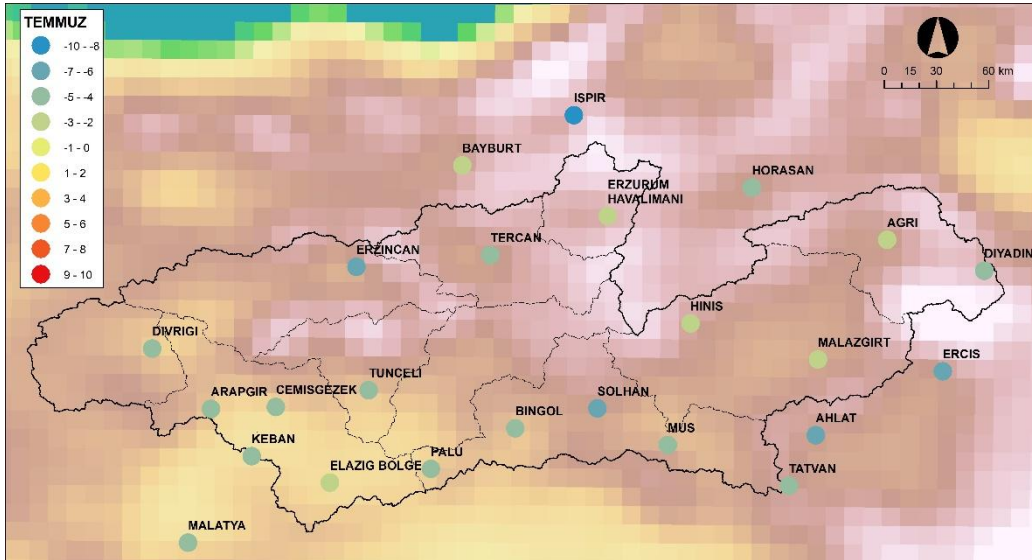
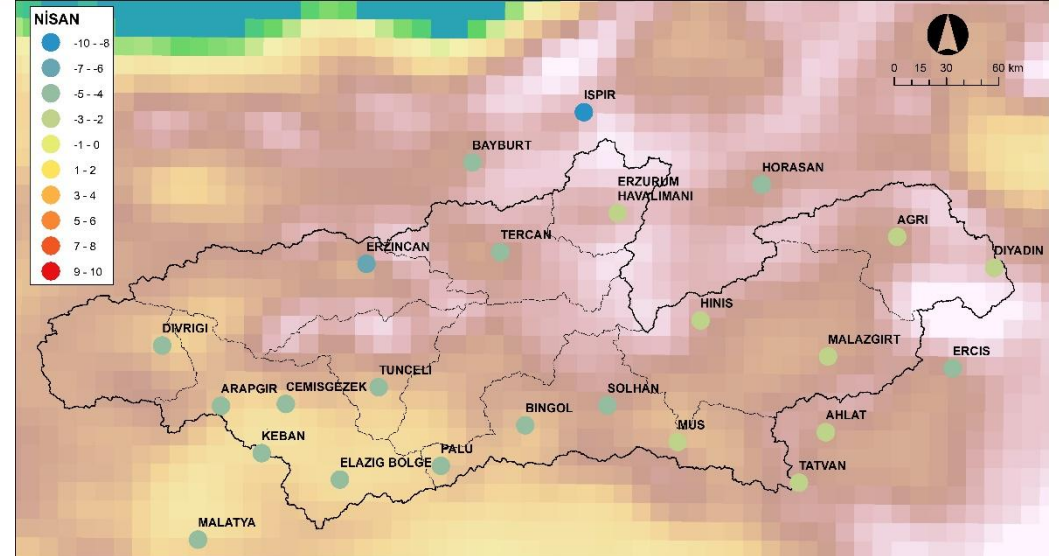
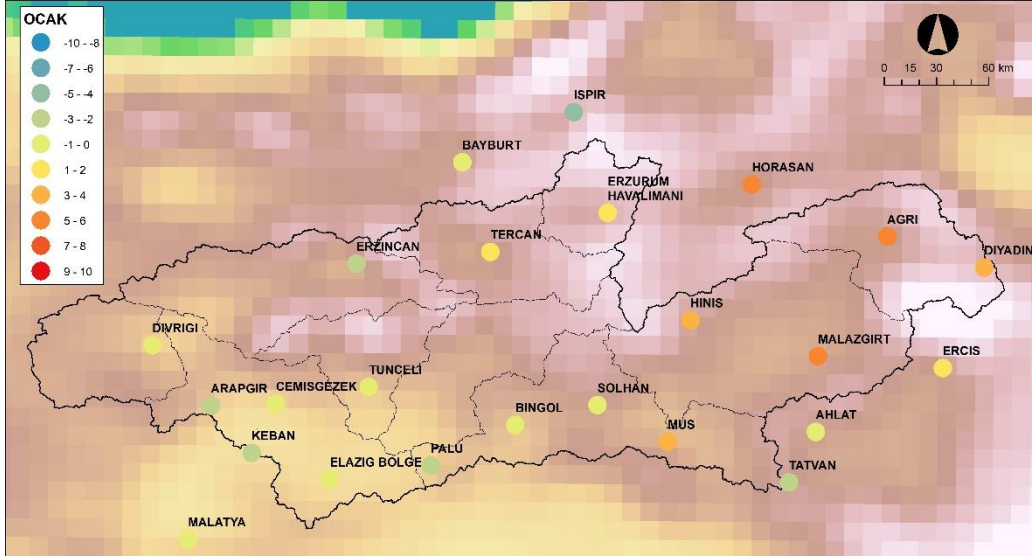
YANLILIK DÜZELTMESİ (Bias Correction)

Sıcaklık ve yağış parametrelerinin yanlılığını düzeltmek için **ortalama değer yaklaşımı** (Mean Value Bias Correction) kullanılarak yanlılık düzeltmesi gerçekleştirilmiştir.

- **Sıcaklık parametresinde düzeltme:** Gözlemlerin referans dönemi (1971-2000) için uzun dönem aylık ortalaması ile aynı noktadaki model sonucunun ortalaması arasındaki fark olarak tanımlanmıştır. Düzeltme bu farkın modellenmiş günlük ortalama sıcaklıklara eklenmesi ile yapılmıştır.
- **Yağış parametresinde düzeltme:** Gözlemlerin referans dönemi (1971-2000) için uzun dönem ortalama aylık yağış toplamlarının aynı istasyon noktası için model ile üretilen oranına karşı gelmektedir. Modellenmiş günlük toplam yağışlar bu oranlarla çarpılarak düzeltilmiştir. **Buna göre 1'den büyük değerler modelin yağışları daha az tahmin ettiğini, 1'den küçük değerler ise daha fazla tahmin ettiğini ifade etmektedir.**

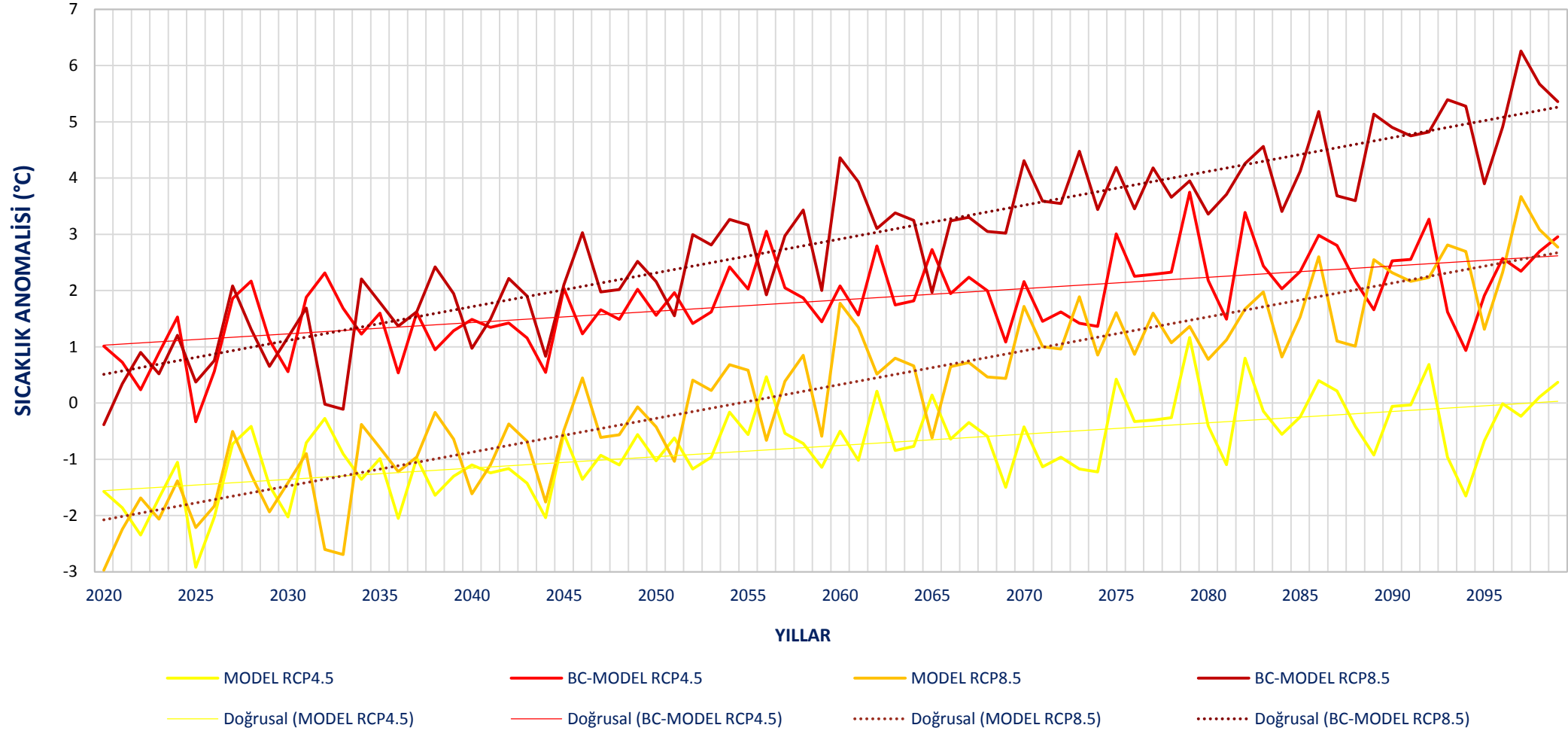


YANLILIK DÜZELTMESİ - Sıcaklık

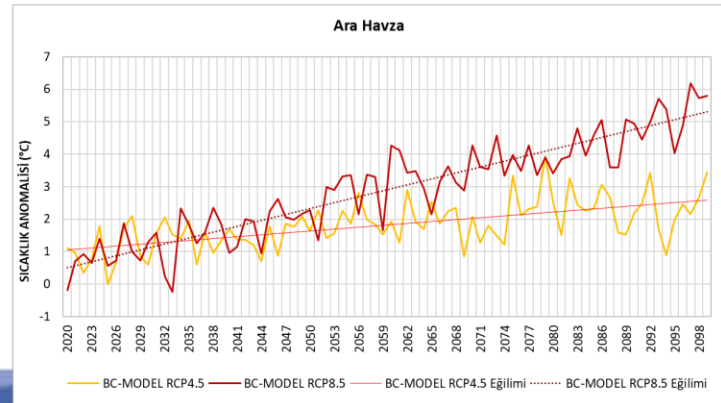
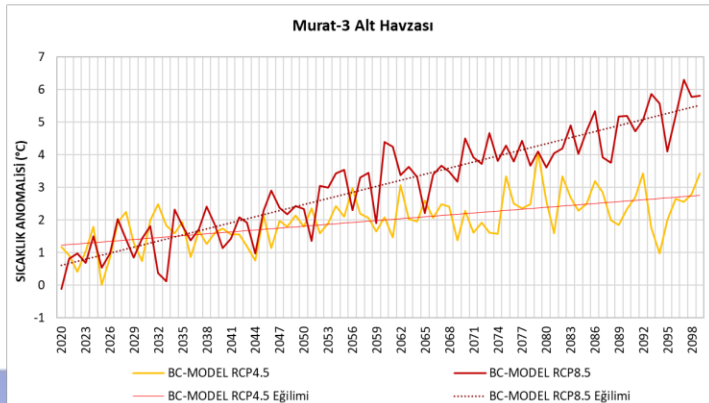
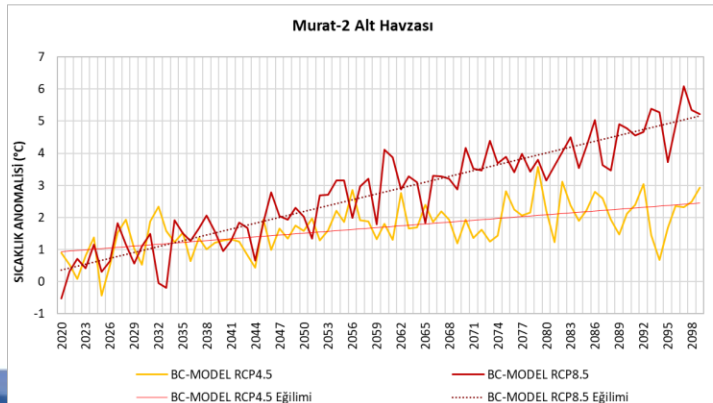
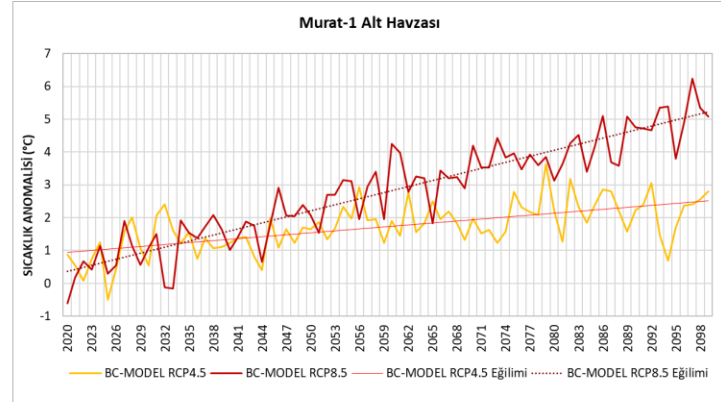
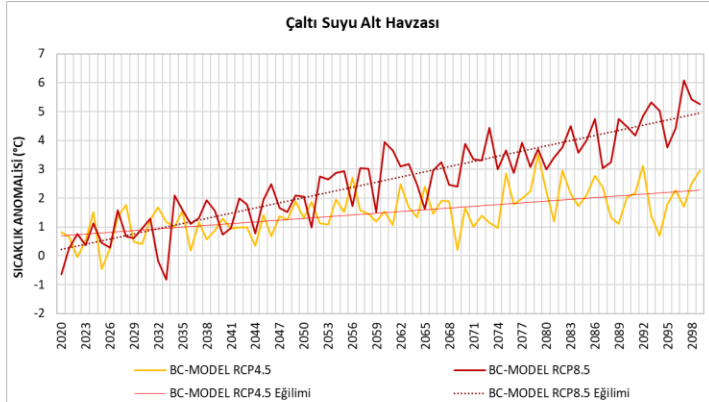
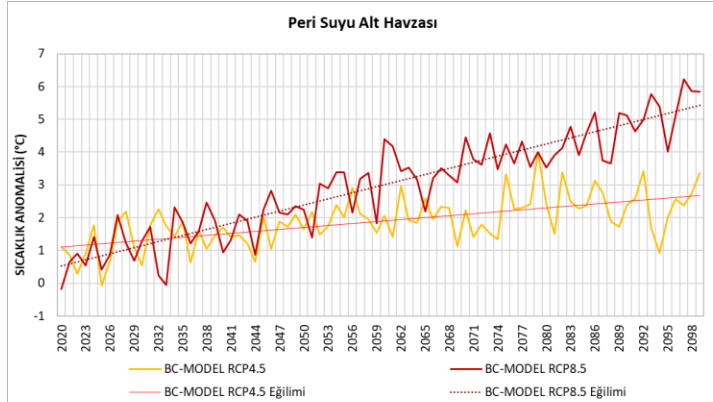
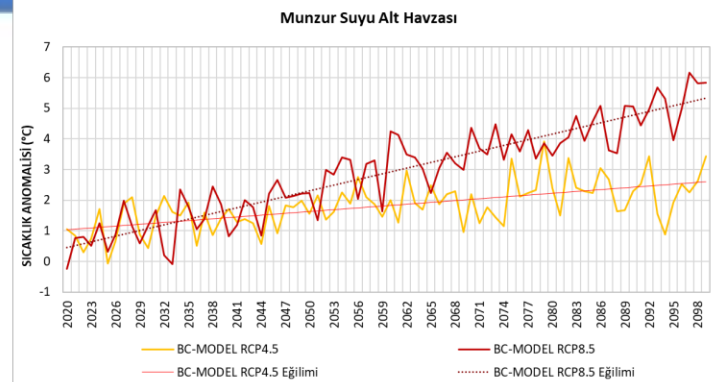
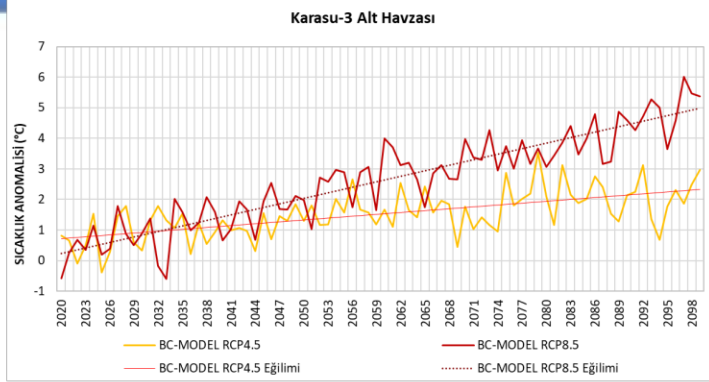
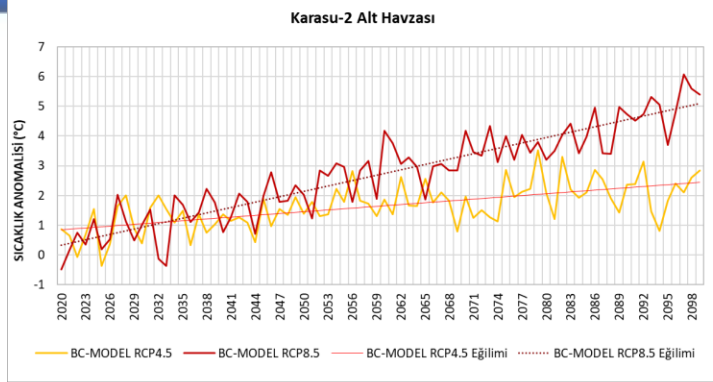


DÜZELTİLMİŞ SICAKLIK PROJEKSİYONLARI

YILLIK ORTALAMA SICAKLIK ANOMALİSİ (2020-2100) - (REFERANS DÖNEMİ)



DÜZELTİLMİŞ SICAKLIK PROJeksiYONLARI



DÜZELTİLMİŞ SICAKLIK PROJEKSİYONLARI

Alt Havzalar	Referans Sıcaklık (°C)	RCP 4.5 Sıcaklık Farkı (°C)				RCP 8.5 Sıcaklık Farkı (°C)			
	1971-2000	2020-2100	2020-2040	2041-2070	2071-2100	2020-2100	2020-2040	2041-2070	2071-2100
Karasu 1	5,7	1,8	1,2	1,8	2,3	2,9	1,1	2,7	4,4
Karasu 2	7,8	1,8	1,2	1,8	2,3	2,7	1,1	2,7	4,3
Karasu 3	11,2	1,8	1,1	1,7	2,2	2,6	1,1	2,6	4,3
Munzur Suyu	12,2	1,8	1,2	1,8	2,3	2,9	1,1	2,7	4,4
Peri Suyu	10,5	1,8	1,2	1,8	2,3	3,0	1,1	2,7	4,5
Çaltı Suyu	11,3	1,7	1,1	1,7	2,2	2,6	1,1	2,6	4,3
Murat 1	6,1	1,9	1,2	1,9	2,3	2,8	1,1	2,8	4,4
Murat 2	7,1	1,8	1,2	1,8	2,3	2,8	1,1	2,7	4,4
Murat 3	10,4	1,9	1,3	1,9	2,3	3,1	1,1	2,7	4,5
Ara Havza	12,6	1,8	1,2	1,8	2,2	2,9	1,1	2,7	4,4

2020-2100 projeksiyon döneminde referans dönemine göre artışların

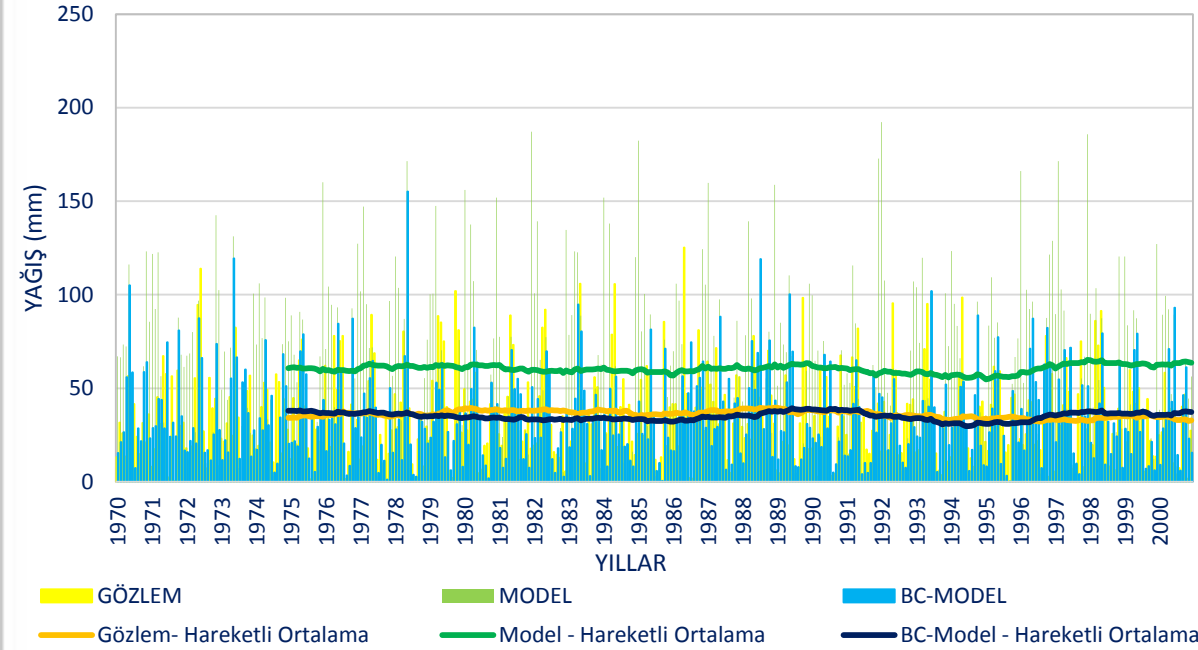
- RCP4.5 senaryosu için **1,7°C** ile **1,9°C** arasında,
- RCP8.5 senaryosu için ise **2,6°C** ile **3,1°C** arasında olması öngörülmektedir.

30'ar yıllık üç projeksiyon dönemine bakıldığında ise 2020'den 2100'e doğru referans dönemine göre **sıcaklık farklarının yükseleceği** görülmektedir.

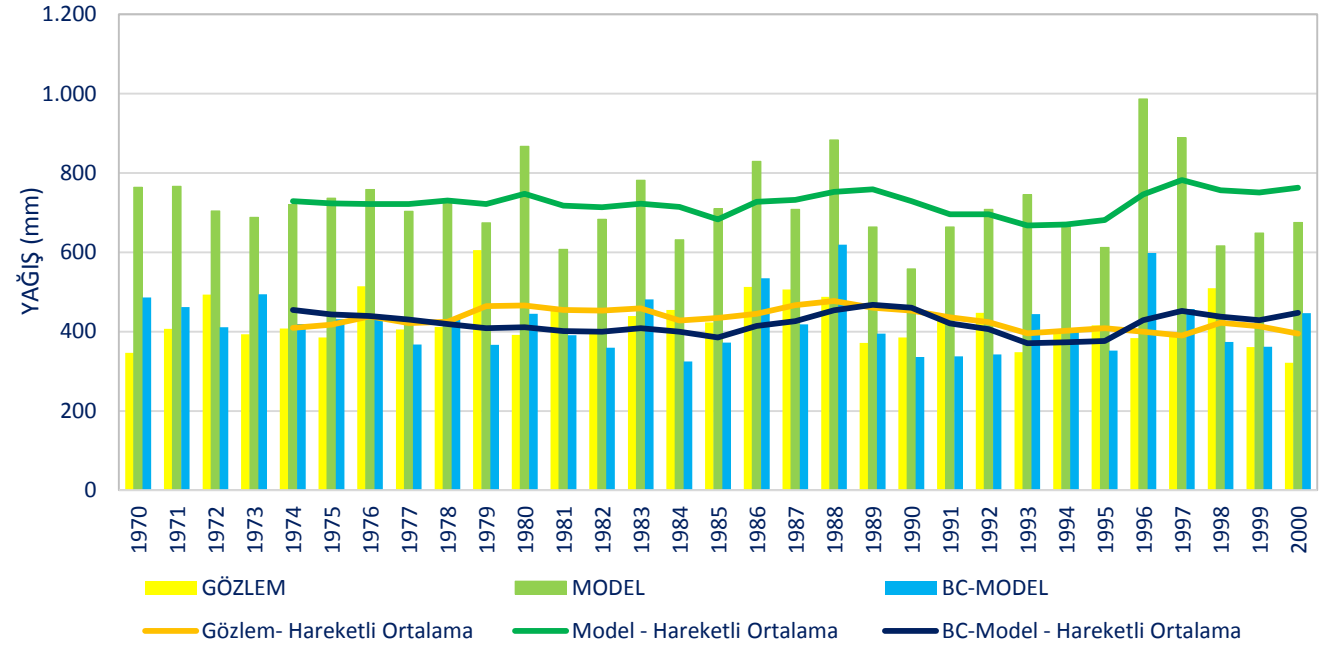
Buna göre en 2100'e doğru farklar **RCP4.5 için 2,3°C**, **RCP8.5 için ise 4,5°C**'dir.

YANLILIK DÜZELTMESİ - Yağış

AYLIK TOPLAM YAĞIŞ



YILLIK TOPLAM YAĞIŞ



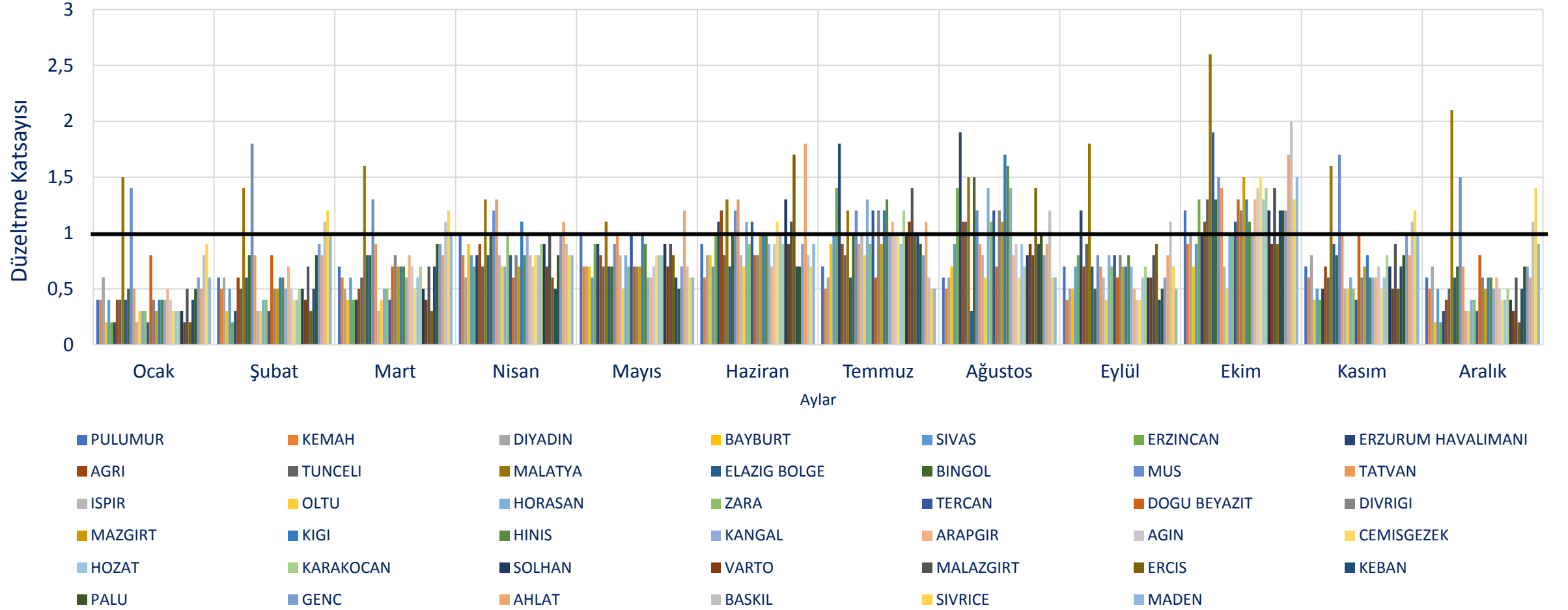
Referans döneminde, bölgesel iklim modeli yağış simülasyonlarının gözlemlere göre daha yağışlı bir durum önerdiği görülmektedir. Genel olarak MPI-ESM-MR modelinin yüksek topografyaya sahip Yukarı Fırat Havzası'nda yağış yanlılığının pozitif olduğu tespit edilmiştir.

Örnek olarak **Karasu 1 Alt Havzasında:**

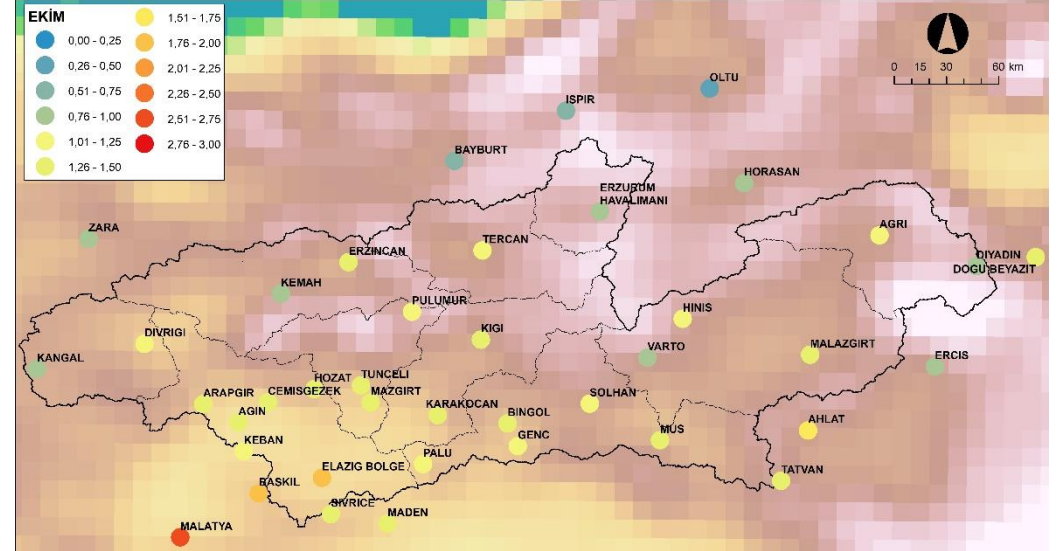
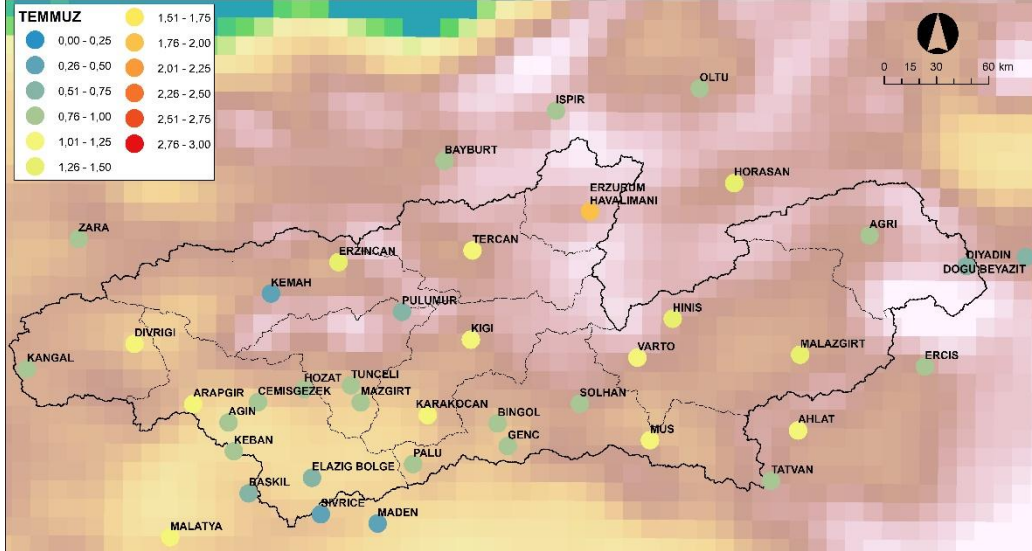
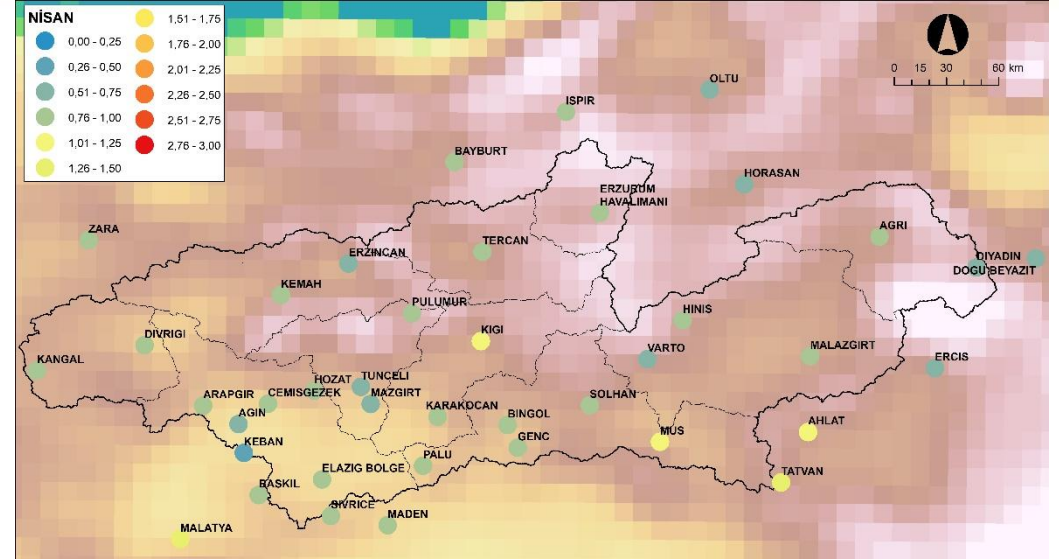
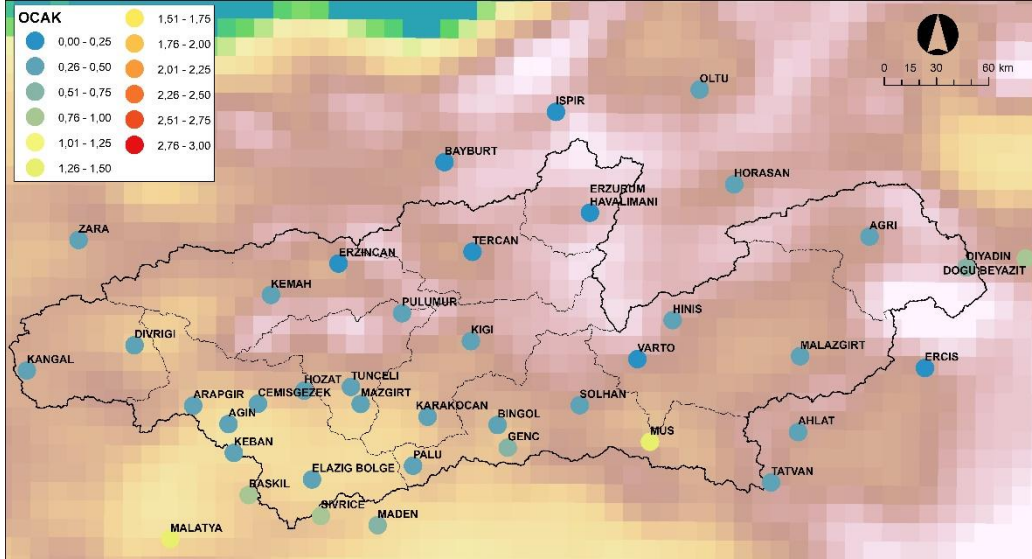
1971-2000 referans döneminde yıllık toplam yağış değişimine bakıldığında modelin yaklaşık **296,3 mm daha fazla** yağış ürettiği belirlenmiştir.

YANLILIK DÜZELTMESİ - Yağış

Yağış Parametresi için Düzeltme Katsayıları

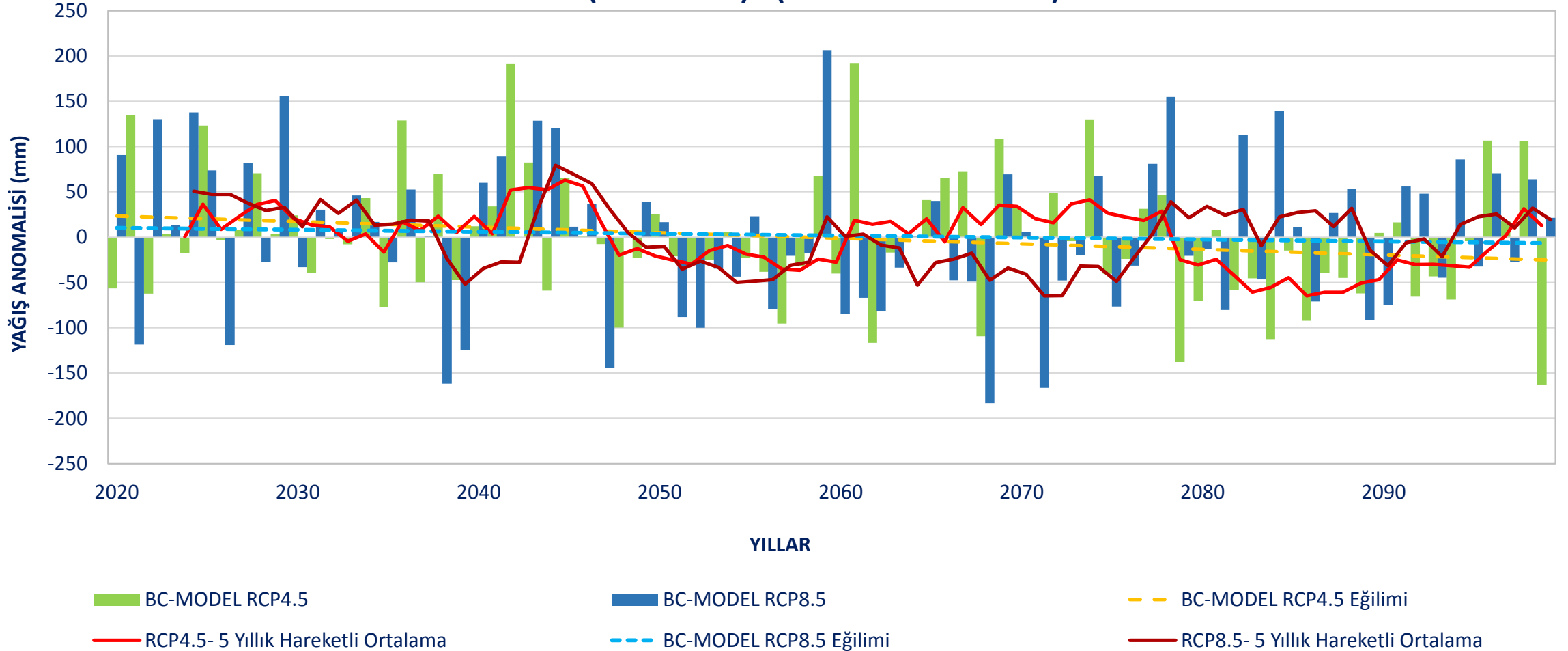


YANLILIK DÜZELTMESİ - Yağış



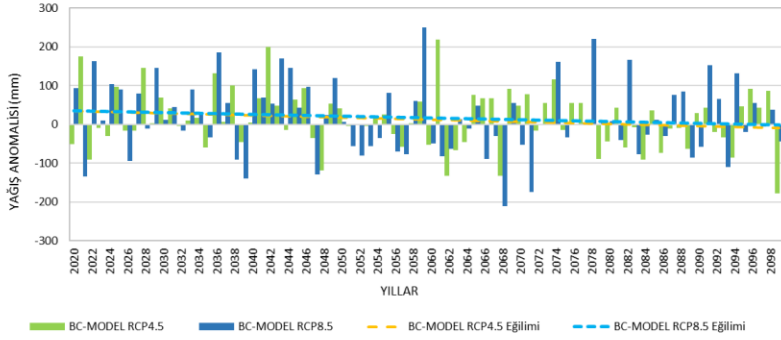
DÜZELTİLMİŞ YAĞIŞ PROJeksiYONLARI

YILLIK TOPLAM YAĞIŞ ANOMALİSİ (2020-2100) - (REFERANS DÖNEMİ)

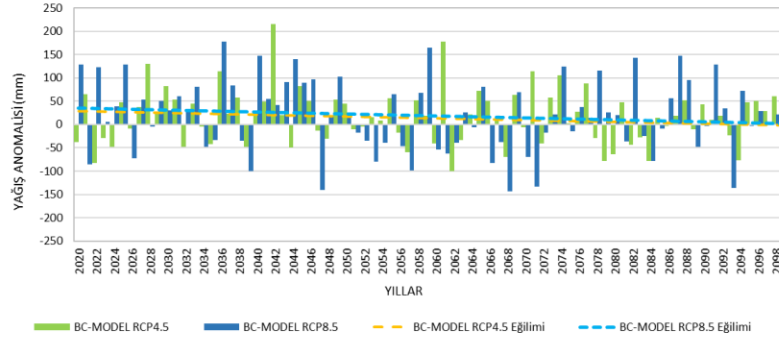


DÜZELTİLMİŞ YAĞIŞ PROJeksiYONLARI

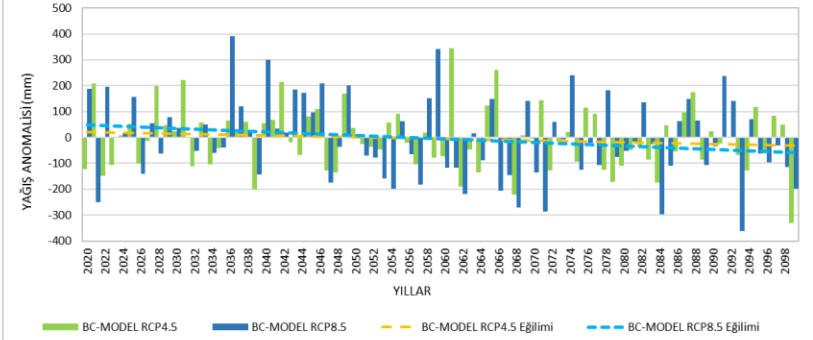
Karasu 2 Alt Havzası



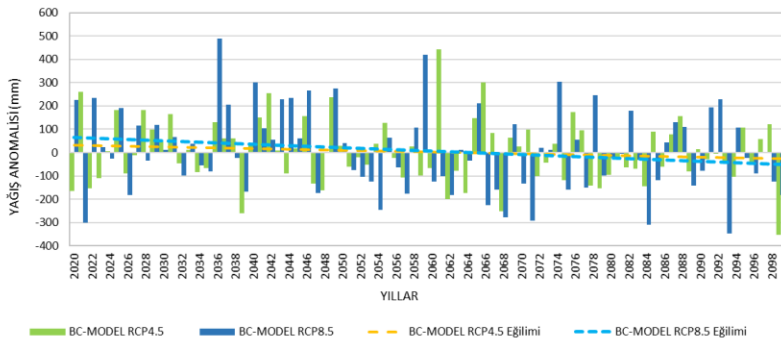
Karasu 3 Alt Havzası



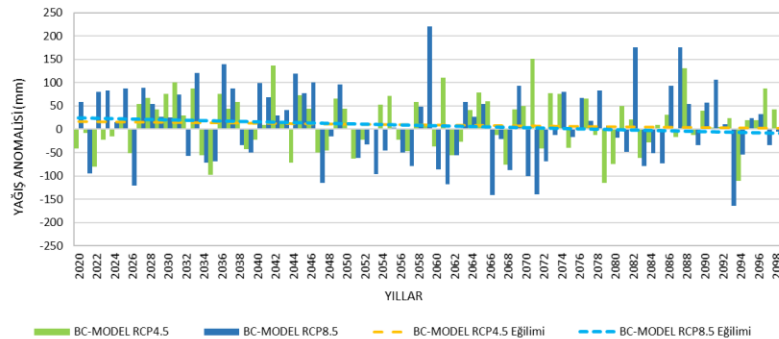
Munzur Suyu Alt Havzası



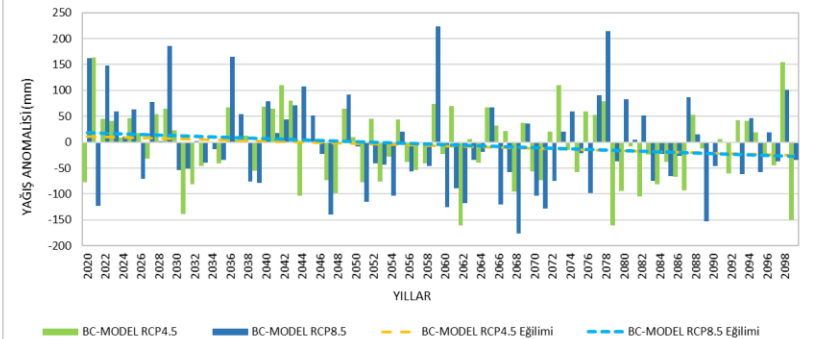
Peri Suyu Alt Havzası



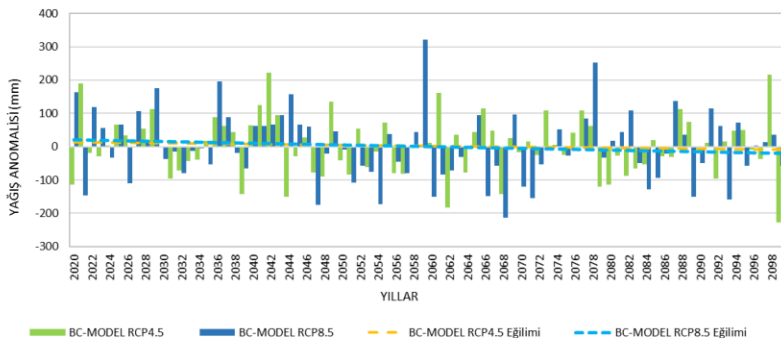
Çaltı Suyu Alt Havzası



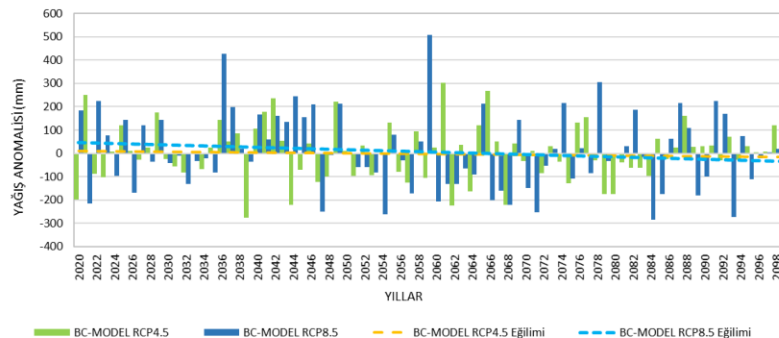
Murat 1 Alt Havzası



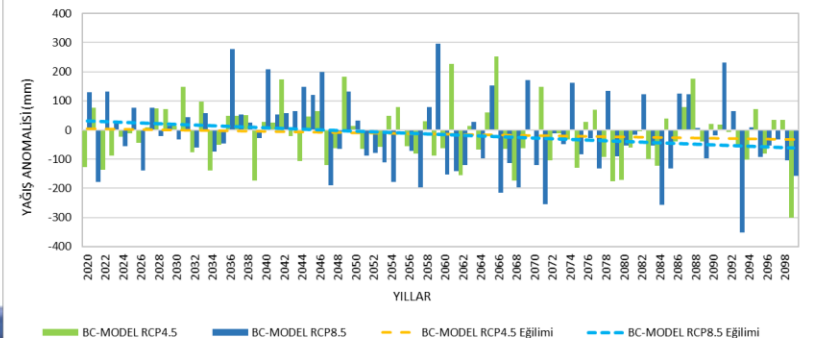
Murat 2 Alt Havzası



Murat 3 Alt Havzası



Ara Havza



DÜZELTİLMİŞ YAĞIŞ PROJEKSİYONLARI

Alt Havzalar	Referans Yağış (mm)	RCP 4.5 Yağış Farkı (%)				RCP 8.5 Yağış Farkı (%)			
	1971-2000	2020-2100	2020-2040	2041-2070	2071-2100	2020-2100	2020-2040	2041-2070	2071-2100
Karasu 1	426,33	-0,2%	2,9%	2,0%	-4,7%	-0,4%	3,2%	-2,3%	1,2%
Karasu 2	498,37	2,6%	4,8%	3,8%	-0,2%	-1,9%	7,2%	0,9%	3,5%
Karasu 3	461,02	3,2%	3,8%	4,8%	0,9%	-1,6%	8,3%	1,5%	4,3%
Munzur Suyu	688,51	-0,8%	0,5%	1,2%	-3,7%	2,5%	5,8%	-2,2%	-3,8%
Peri Suyu	739,41	0,3%	1,6%	2,6%	-2,9%	4,7%	6,5%	0,0%	-2,4%
Çaltı Suyu	443,72	2,3%	2,6%	3,5%	1,0%	-6,4%	6,4%	-0,5%	1,2%
Murat 1	454,85	-1,5%	1,5%	-1,7%	-3,5%	1,9%	4,8%	-4,9%	-1,1%
Murat 2	531,49	0,4%	1,7%	0,3%	-0,5%	-2,2%	4,3%	-3,0%	-0,1%
Murat 3	743,28	-0,3%	0,4%	0,8%	-1,9%	1,5%	5,3%	-0,5%	-0,8%
Ara Havza	593,44	-2,5%	-1,7%	-0,2%	-5,5%	-5,5%	4,0%	-3,5%	-6,5%

2020-2100 projeksiyon döneminde referans dönemine göre yağışlarda:

- RCP4.5 senaryosu için en fazla **azalma Ara Havza'da %2,5** ile, en fazla **artış ise Karasu 3 Alt Havzası'nda %3,2**'dir.
- RCP8.5 senaryosu için ise en fazla **azalma yine Çaltı Suyu ve Ara Havza'da** sırasıyla **%6,4** ile **%5,5**; en fazla **artış ise Peri Suyu'nda %4,7**'dir.

30'ar yıllık üç projeksiyon dönemine bakıldığında ise 2020'den 2100'e doğru referans dönemine göre yağış farklarında projeksiyonlara bağlı olarak salınımlar mevcuttur.

KAYNAKÇA

- CNRM (2017, 06 06). CNRM-CM5 (IPCC). National Centre for Meteorological Research: <http://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article126> adresinden alındı.
- Giorgi, F., & Lionello, P. (2008). Climate change projections for the Mediterranean region. Global Planet Change, 63, 90-104. doi:10.1016/j.gloplacha.2007.09.005
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi (İDSKEP), Haziran 2016, Ankara
- IPCC (2007c): Climate change 2007: Mitigation of Climate Change. Working Group III Report. Cambridge University Press
- Met Office (2017, 08 10). Met Office climate prediction model: HadGEM2 family. UK Meteorological Office: <http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/climate-models/hadgem2> adresinden alındı.
- MPI (2017, 06 06). Max-Planck-Institut für Meteorologie. MPI: <https://www.mpimet.mpg.de/en/science/models/mpi-esm/> adresinden alındı.
- Van Vuuren DP, Stehfest E, Den Elzen MGJ, Deetman S, Hof A, Isaac M, Klein Goldewijk K, Kram T, Mendoza Beltran A, Oostenrijk R et al (2011a) RCP2.6: Exploring the possibility to keep global mean temperature change below 2°C. Climatic Change. doi: 10.1007/s10584-011-0152-3





TEŞEKKÜRLER

