

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 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. Bu senaryolar içerisinde küresel olarak en fazla tercih edilen senaryolar RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları olmuştur. RCP8.5 muhtemel en yüksek ışımsal zorlama ve konsantrasyon rotası olup 2100 yılında ışımsal zorlamanın 8.5 w/m²'ye ulaşması beklenmektedir. RCP4.5 ise orta bir dengede tutma rotası olup 2050-2100 yılları arasında ışımsal 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.

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 yayımlanmıştır.

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

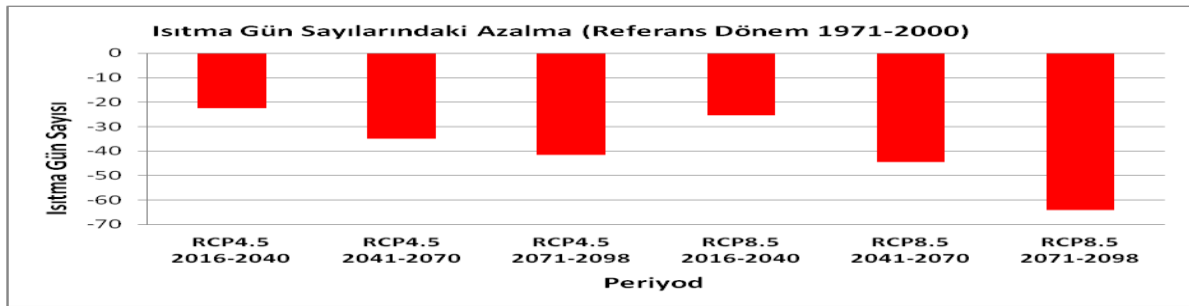
- Yağış miktarlarında RCP4.5 senaryosuna göre yüzyılın ikinci yarısına kadar pozitif anomaliler, RCP8.5 senaryosuna göre 2035 yılına kadar pozitif anomaliler beklenirken daha sonraki dönemlerde azalışlar öngörülmektedir (Akçakaya vd., 2015).

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

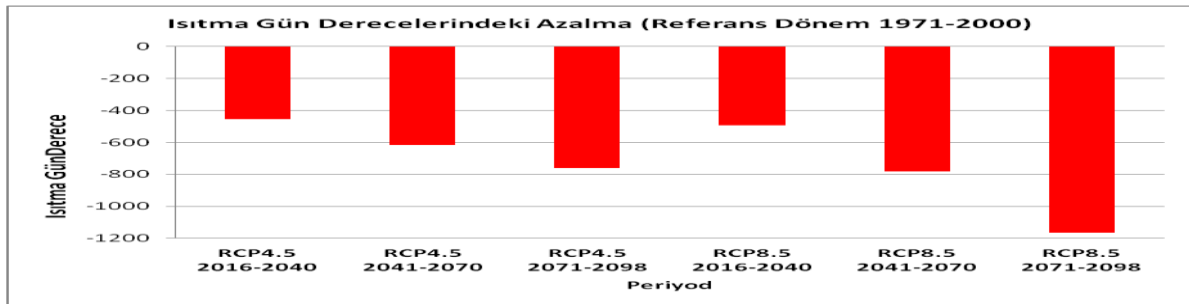
HadGEM2-ES küresel iklim modeli verileri ile RCP8.5 ve RCP4.5 senaryoları temelinde RegCM4.3.4. bölgesel iklim modeli kullanılarak elde edilen 20 km çözünürlüklü projeksiyon verileri kullanılarak 1971-2000 referans dönemine göre 2016-2040, 2041-2070, 2071-2099 dönemleri için şu parametreler üretilmiştir:

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



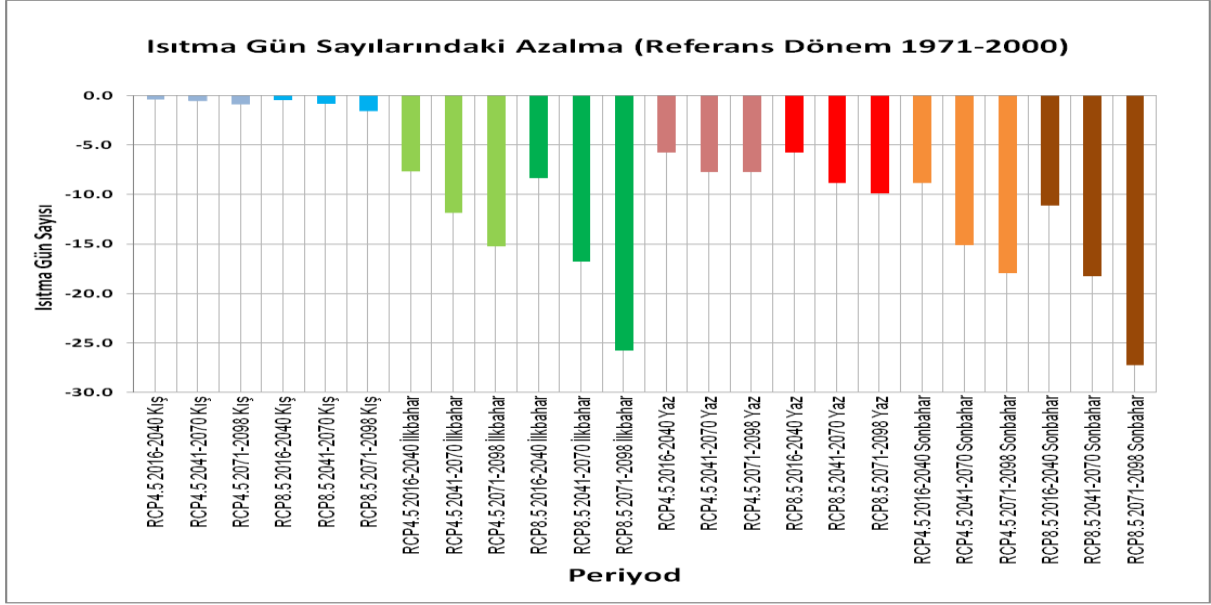
Grafik 1: HadGEM2-ES modeli gelecek dönemler Yıllık Isıtma Gün Sayılarındaki azalma

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 Dereceleriindeki azalma

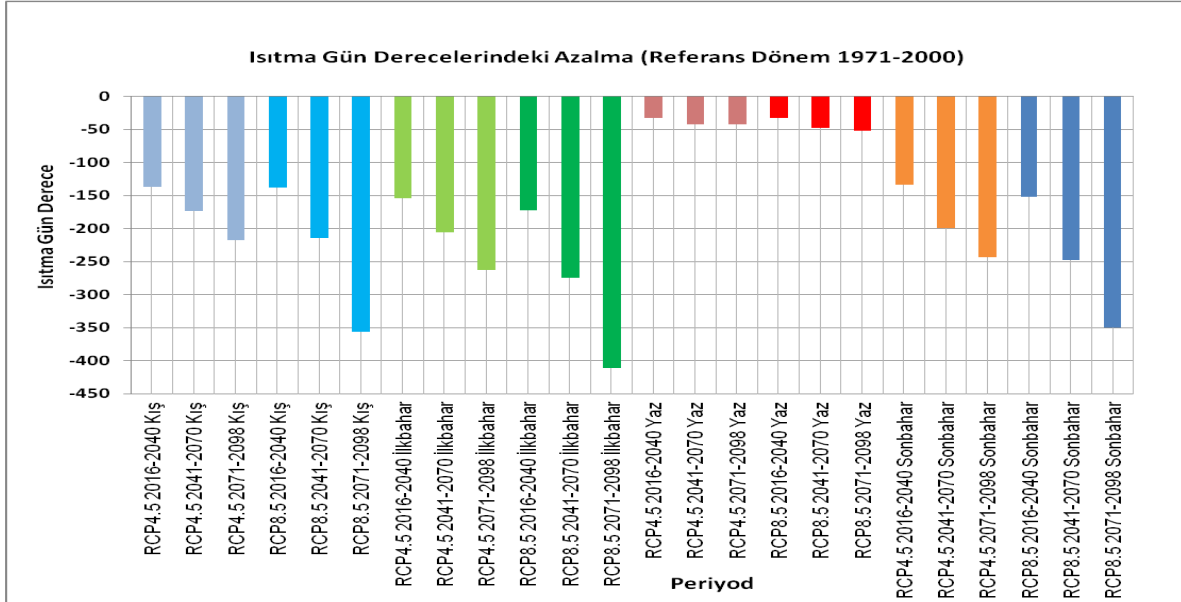
Isıtma gün sayılarındaki azalışlarla birlikte yıllık Isıtma Gün Derecelerinde de 2016-2040, 2041-2070, 2071-2098 dönemlerinde artan hızda azalışların olması beklenmektedir.



Grifik 3: HadGEM2-ES Modeli gelecek dönemler mevsimlik olarak ısıtma 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.

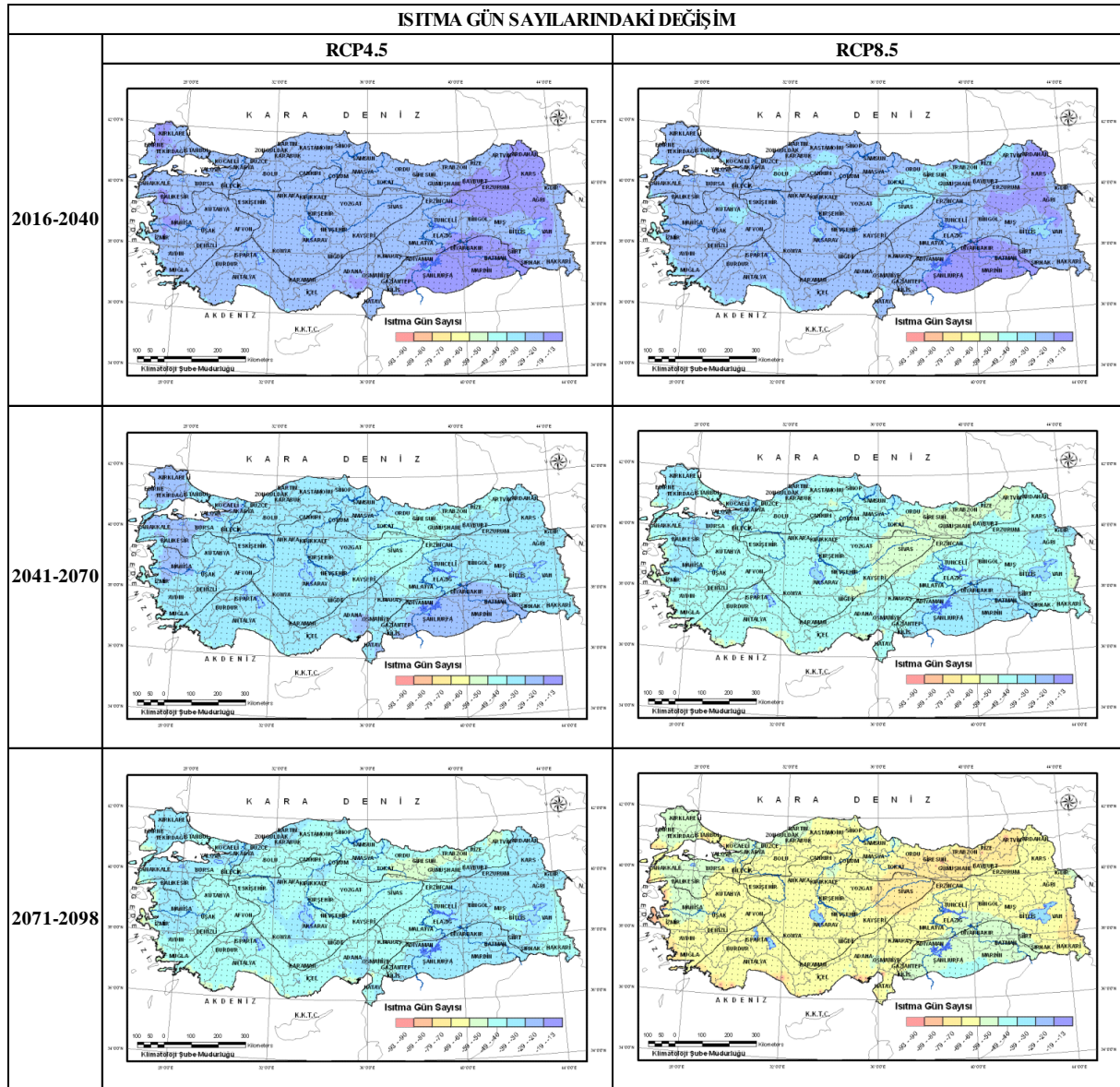
Bu analizler tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde 20 km çözünürlüklü 1843 adet grid yapısından oluşan alanları kapsadığı için yaz mevsiminde de yüksek rakımlı yerlerde mevcutta ısıtma ihtiyacının olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte yaz mevsiminde de gelecek dönemlerde ısıtma ihtiyacı olan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



Grifik 4: HadGEM2-ES Modeli gelecek dönemler mevsimlik olarak ısıtma 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.

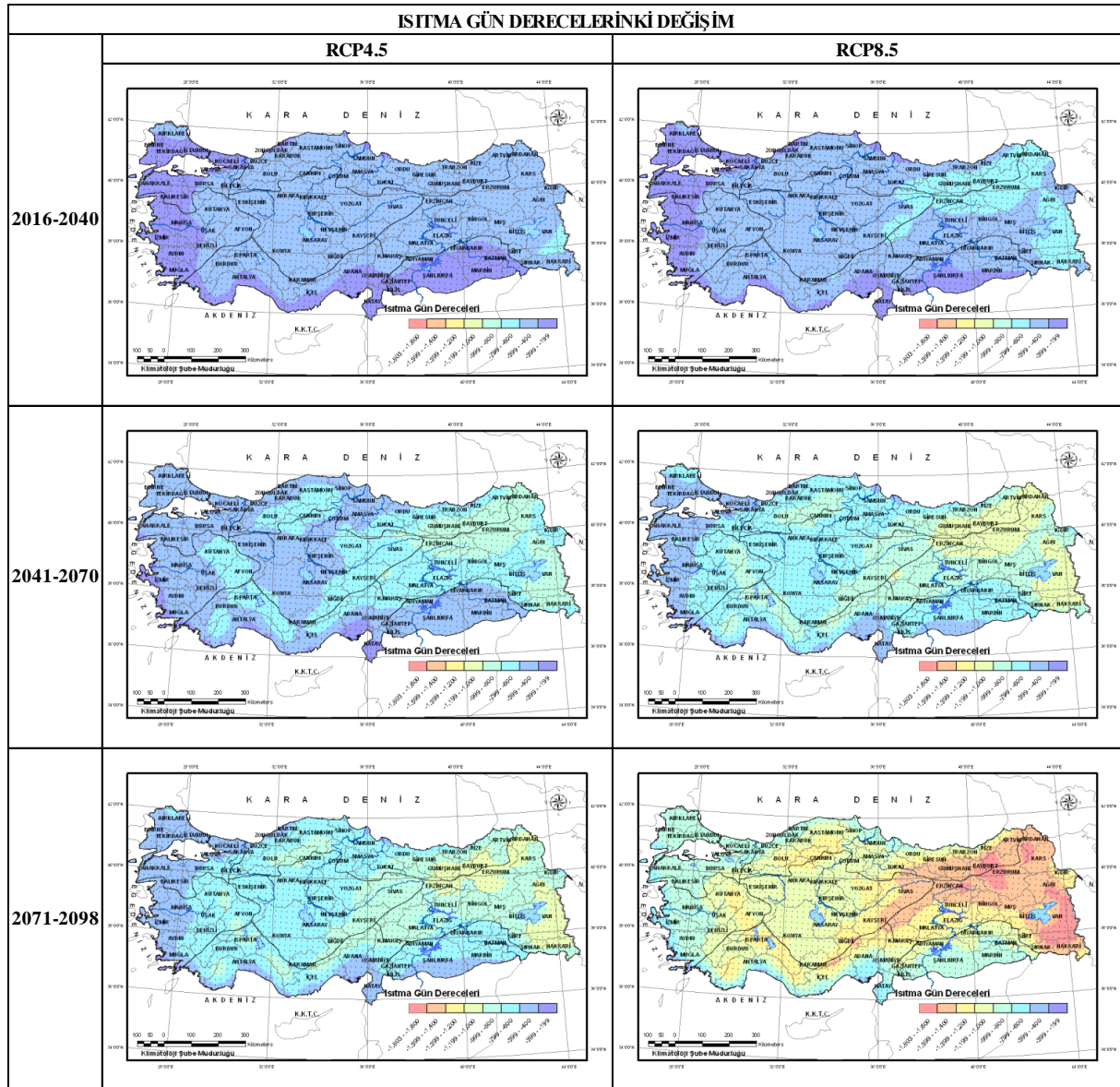
10. ULUSLARARASI TEMİZ ENERJİ SEMPOZYUMU (UTES), 24-26 Ekim 2016, İstanbul
10TH INTERNATIONAL CLEAN ENERGY SYMPOSIUM, 24-26 October 2016, Istanbul



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

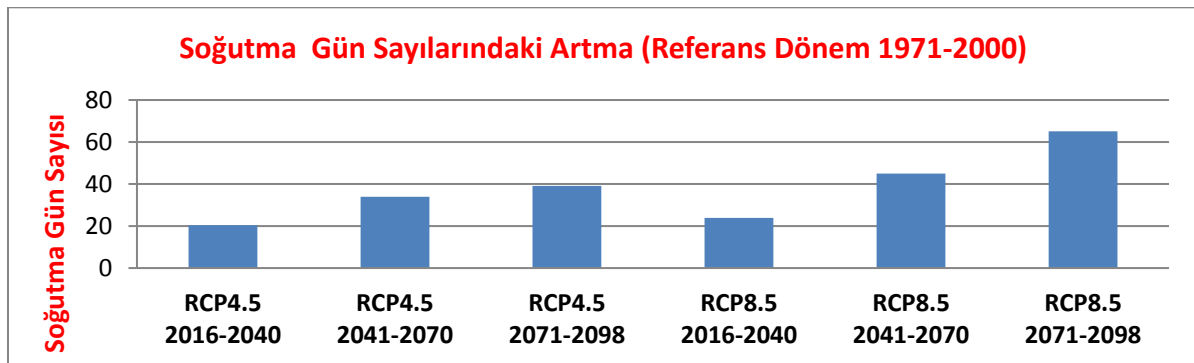
Türkiye geneli yıllık ısıtma gün sayıları değişimi haritaları gelecek dönemler (2016-2040, 2041-2070, 2071-2098) için ayrı ayrı incelendiğinde yüzyılın son çeyreğinde ısınmaya ihtiyaç olan gün sayılarındaki artışlar dikkat çekmektedir. Senaryo bazında ise RCP8.5 senaryosunda RCP4.5 senaryosuna göre ısıtma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

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



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

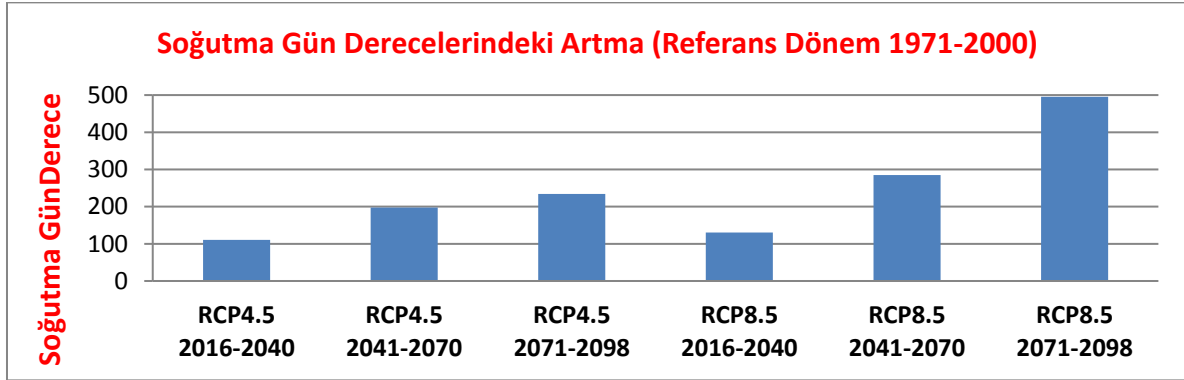
Türkiye geneli yıllık ısıtma gün dereceleri değişimi haritasına bakıldığında RCP8.5 senaryosunda RCP4.5 senaryosuna göre daha fazla azalışların olduğu görülmektedir. Bölgeler bazında incelendiğinde ise ısıtmaya olan ihtiyacın en fazla azaldığı bölgelerin iç ve doğu bölgeler olduğu dikkat çekmektedir.



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

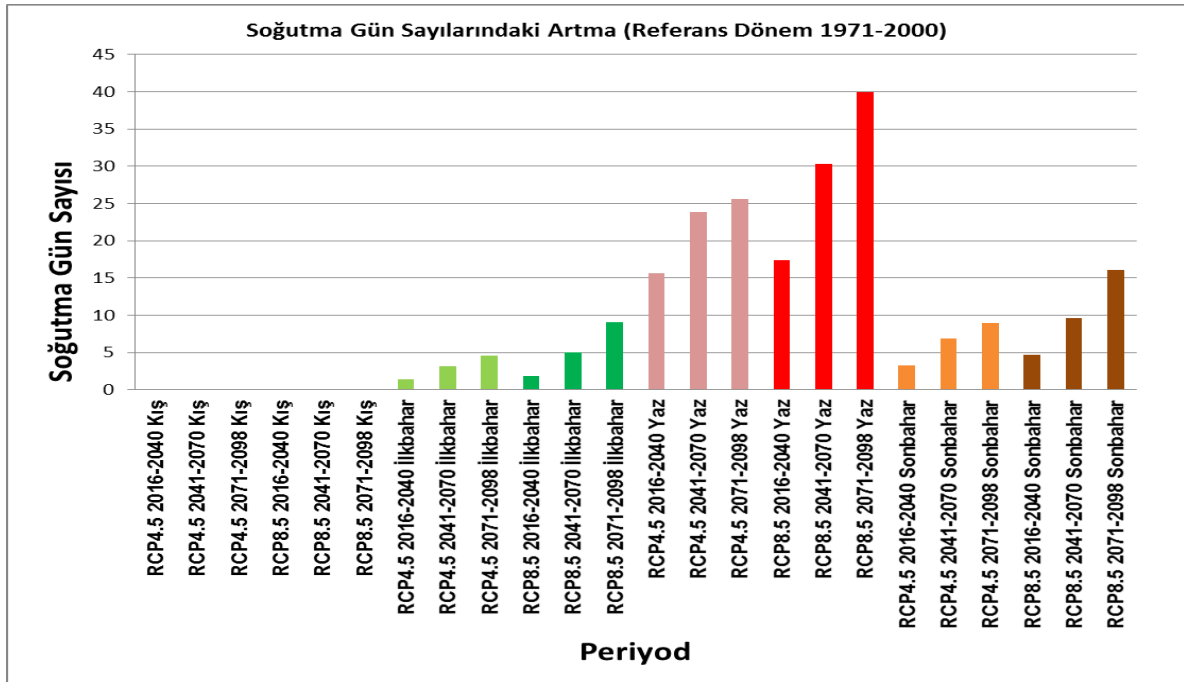
10. ULUSLARARASI TEMİZ ENERJİ SEMPOZYUMU (UTES), 24-26 Ekim 2016, İstanbul
10TH INTERNATIONAL CLEAN ENERGY SYMPOSIUM, 24-26 October 2016, Istanbul

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

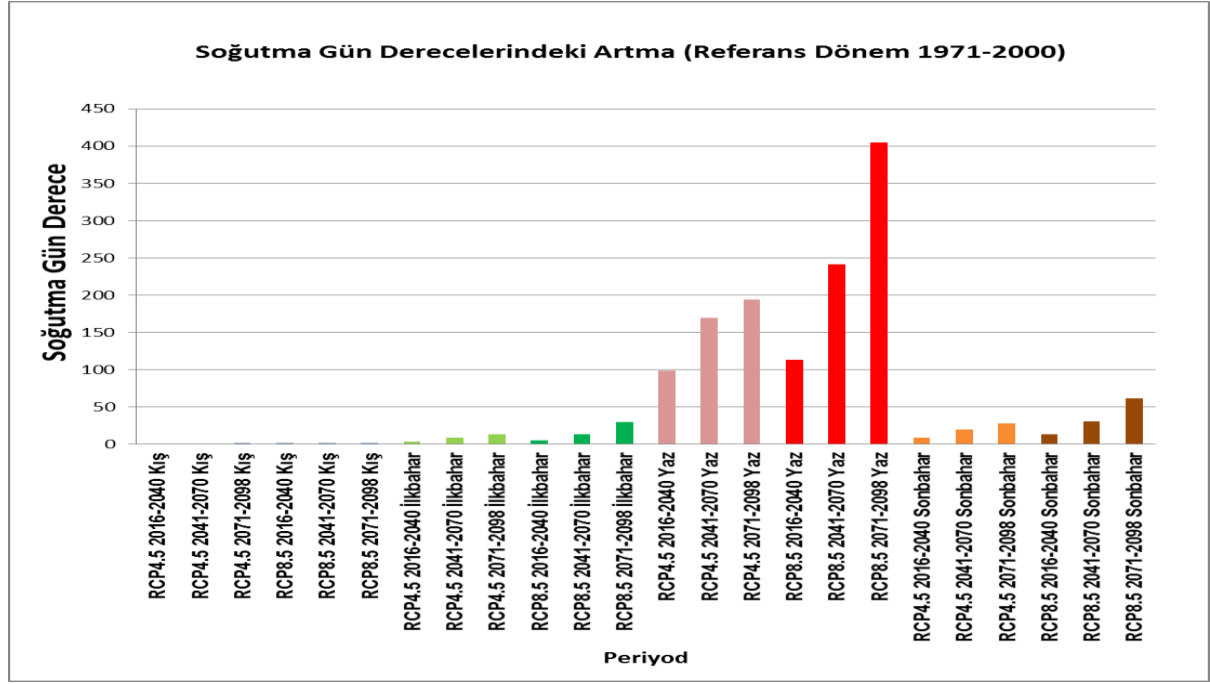
HadGEM2-ES modeli projeksiyon günlük ortalama sıcaklık verilerine ile yapılan soğutma gün dereceleri analizlerine göre gelecek dönemler için soğutma gün sayılarındaki artışlarla birlikte soğutma gün derecelerinde de artışların olması öngörülmektedir.



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

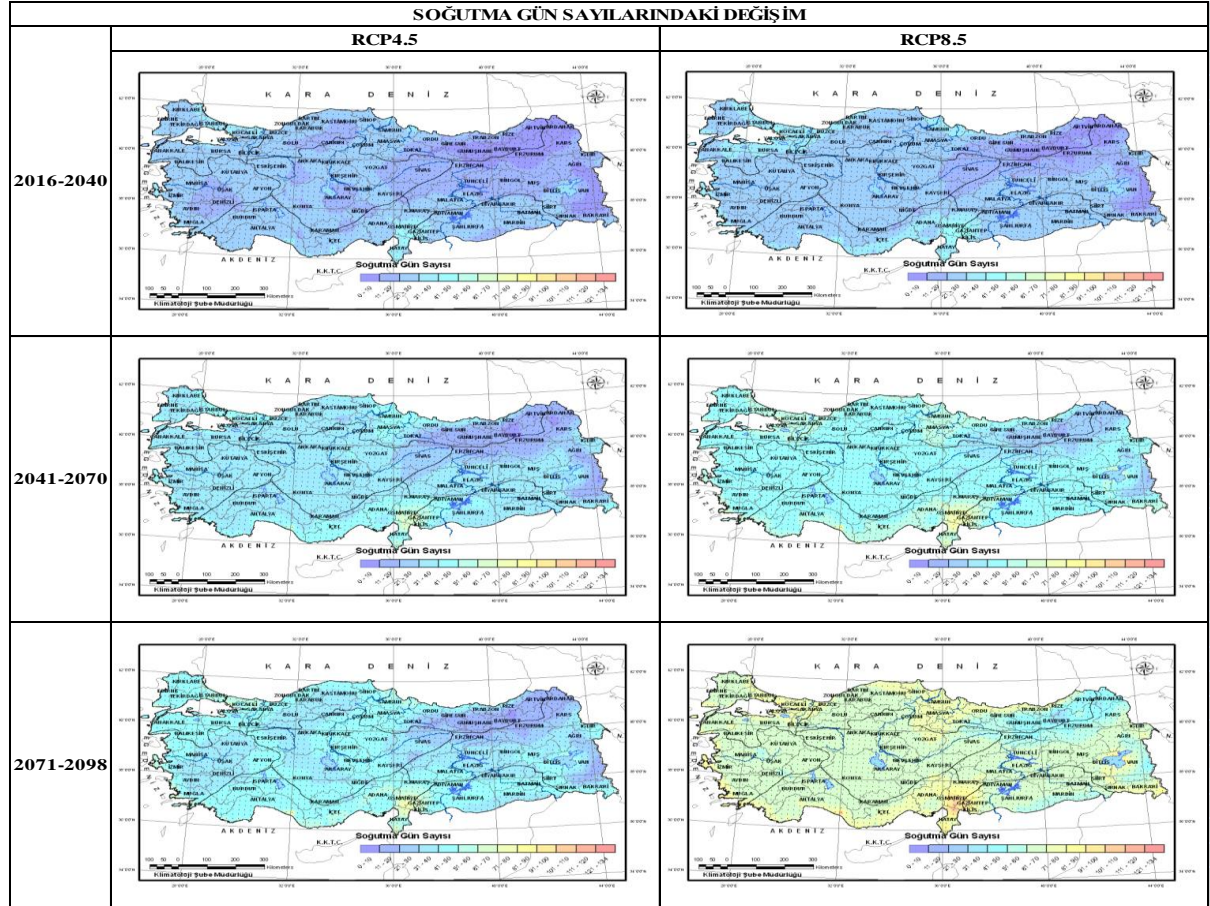
Soğutma gün sayılarındaki artışlar mevsimlik olarak değerlendirildiğinde en fazla artışların yaz mevsiminde olacağı beklentisi dikkat çekmektedir. Gelecek dönemlerde ilkbahar mevsiminde de soğutma ihtiyacı olan gün sayılarında artışların olması öngörülmektedir.

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



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

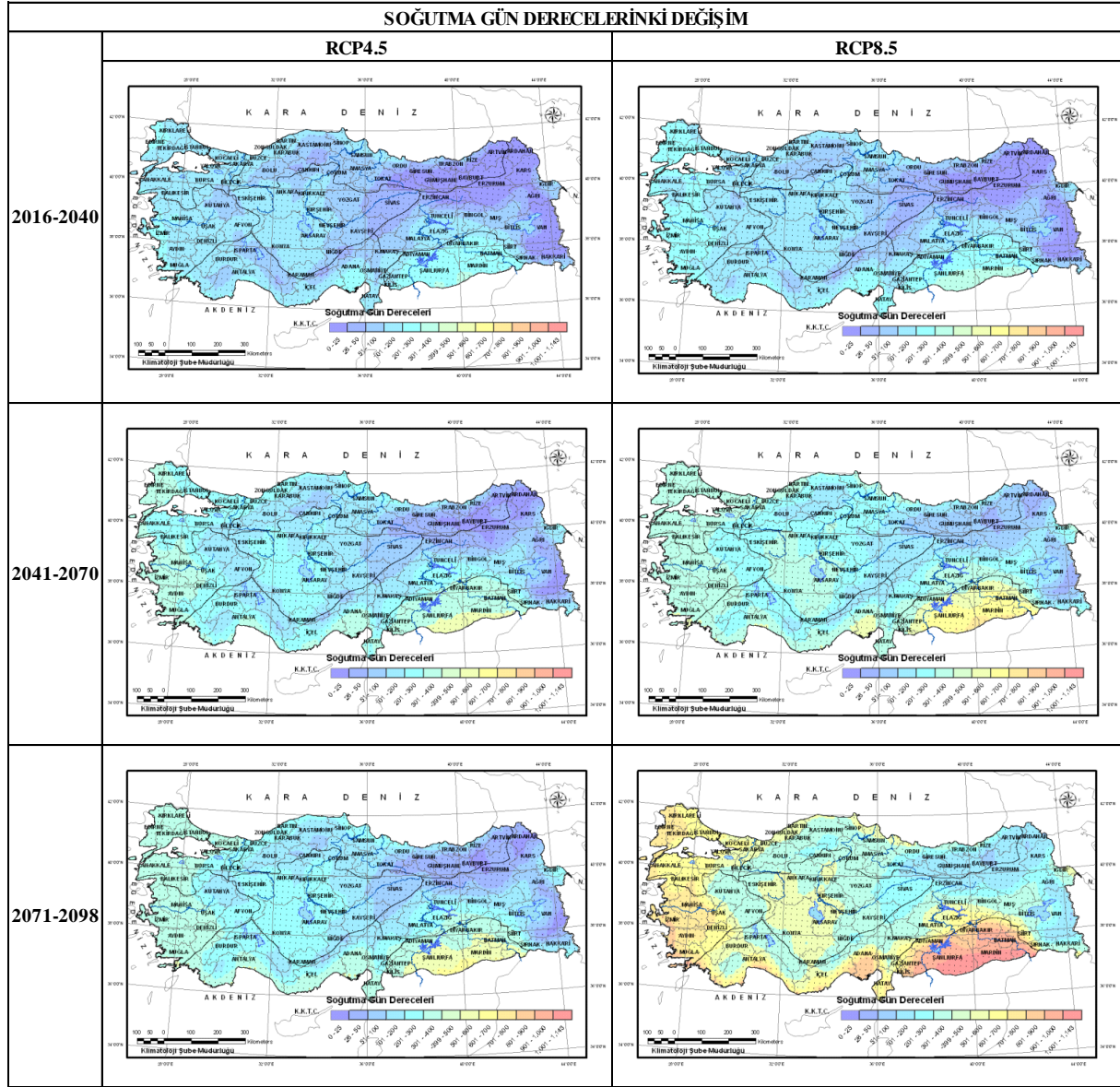
Soğutma gün derecelerindeki değişim analizi sonuçlarına göre de en fazla artışın yaz mevsiminde olması beklenmektedir.



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, Istanbul

KAYNAKLAR

Akçakaya, A., Sümer, U.M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskiöğlü, 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., Eskiöğlü, O., Demircan, M.,Yazici, 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 2010jdoi: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