



Monthly temperature, temperature difference trends and trends groups in Turkey

Türkiye’de aylık sıcaklık ve aylık sıcaklık farklarındaki eğilimler ve sıcaklık eğilim grupları

Erkan Yılmaz¹

Abstract

According to the global trend analysis the temperatures all over the world are increasing. The spatial distribution of this increase, however, becomes feasible at high resolution with the regional climate models. It is foreseen that the average temperatures will increase by about 3-4 °C in minimum at the end of the 21st century in the Mediterranean Basin in which Turkey is also situated. The temperature trend studies also show that the annual and seasonal minimum, average and maximum temperatures are increasing in Turkey. In this study, the trends of monthly average temperature and monthly average temperature differences between the years of 1971-2010 were examined and trends in the series was analyzed by using the regression analysis. Accordingly, the temperature increases occur throughout the country in all months and it is understood that these increases are statistically significant in certain months. Depending on the periodicity in the temperature increases, 4 different temperature trend groups were determined in Turkey. These groups are classified as (1) high temperature increase in the hot period, (2) high temperature increase in the cold period, (3) high temperature increase in the summer and winter period and (4) regular temperature increase throughout the year. Monthly temperature

Özet

Yapılan eğilim çalışmalarına göre tüm dünyada hava sıcaklıkları yükselmektedir. Bu artışın gelecekteki alansal dağılımının yüksek çözünürlükte ortaya koyulması bölgesel iklim modelleri ile olanaklı hale gelmektedir. Türkiye’nin de içinde yer aldığı Akdeniz Havzası’nda ortalama sıcaklıkların 21. yy. sonlarında en az 3-4 °C civarında yükseleceği öngörülmektedir. Sıcaklık eğilimi çalışmaları da Türkiye’deki yıllık ve mevsimlik minimum, ortalama ve maksimum sıcaklıkların artmakta olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, 1971-2010 yılları arasındaki aylık ortalama sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklık farklarındaki eğilimler incelenmiş, regresyon analizi kullanılarak serilerdeki eğilim durumu araştırılmıştır. Buna göre tüm aylarda Türkiye’nin tamamında sıcaklık artışları gerçekleşmekte, bu artışların bazı aylarda istatistiksel olarak anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Sıcaklık artışlarındaki dönemselliğe bağlı olarak Türkiye’de 4 farklı sıcaklık eğilim grubu belirlenmiştir. Bu gruplar, sıcak dönemde yüksek sıcaklık artışı (1), soğuk dönemde yüksek sıcaklık artışı (2), yaz ve kış döneminde yüksek sıcaklık artışı (3) ve yılın tamamında düzenli sıcaklık artışı (4) olarak sınıflandırılmıştır. Aylık sıcaklık artış oranları, aylık küresel karbondioksit oranları ile paralel hareket etmemekte, bu gruplar bölgesel

¹ Dr, Ankara University, Faculty of Language, History and Geography, Dep. of Geography, eryilmaz@ankara.edu.tr



increase rates do not go in parallel with the monthly global carbon dioxide rates, these trend groups are controlled by regional characteristics. In the regional characteristics, the main controller is latent heat. As different spatiotemporal latent heat use varies according to regions, different temperature trends groups occur. Not only the monthly average temperatures change, but also there occur changes in the temperature differences between the consecutive months. As a result, the temperature increases in both August and September were determined, but it was seen that the temperature differences between two months are also increasing. It was understood that the temperatures of August have increased excessively and the temperatures of September, however, are less than the expected due to the beginning of the precipitations in this period, the increase in the water amount and the conversion of the incoming energy into latent heat.

Keywords: Monthly Temperature Trends; Trends Of Monthly Temperature Difference; Latent Heat Effect On Temperature Trends; Turkey.

(Extended English summary is at the end of this document)

1. Giriş

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 2013 yılı sonuç raporuna göre dünyanın çok büyük bir bölümünde 1901-2012 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda 0,2-2,5 °C civarında artış yaşandığı, Türkiye’de ise bu artışların 0,2-0,8 °C arasında olduğu tespit edilmiştir. Raporla göre dünya üzerinde kaydedilen bu artışların büyük bir kısmı insan kaynaklıdır. Yine IPCC tarafından oluşturulan küresel iklim senaryoları sonuçlarına göre de Türkiye için 21. yy. sonlarında sıcaklıkların daha da artacağı, bu artışın Türkiye’nin doğusunda ve güneydoğusunda daha etkili olacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2013).

Küresel iklim senaryolarına göre ölçek küçültme (downscaling) yöntemiyle oluşturulan bölgesel ve ayrıntılı iklim modelleme çalışmaları Türkiye’de de yapılmıştır. Bu modellemelerden Akçakaya vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada, 2013-2040 yılları arasında Türkiye’de mevsimlik ortalama sıcaklıklarda artışların gerçekleşeceği, bahar ve yaz mevsimlerinde bu artışın 3 °C’ı bulacağı öngörülmektedir. Artışlar 2041-2070 döneminde 3 °C’ı geçecek ve 5 °C’a yaklaşacaktır. 2071-2099 arasında ise Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde ortalama sıcaklıklardaki artışın 6 °C’ı bulacağı tahmin edilmektedir. Öztürk vd. (2015) CMIP3 GCMs (Coupled Model Intercomparison Project Phase 3 - Karşılaştırmalı Model Birleştirme Projesi Aşama 3) modeli A2, A1B ve B1 senaryolarına göre yaptıkları çalışmada, 21. yy. sonunda Türkiye’nin tüm bölgelerinde ve tüm mevsimlerde sıcaklıkların birkaç derece artacağı, artışların özellikle iç bölgelerde ve yaz aylarında daha fazla olacağı

özellikler tarafından denetlenmektedir. Bölgesel özelliklerde ise ana denetleyici etmen gizli ısıdır. Bölgelere göre gizli ısı etkisinin zamanı ve miktarı değiştiğinden, farklı sıcaklık eğilim grupları ortaya çıkmaktadır. Sadece aylık ortalama sıcaklıklar değişmemekte, ardışık aylar arasındaki sıcaklık farklarında da değişimler yaşanmaktadır. Yapılan analizler sonucunda, tüm Türkiye’de ağustos ve eylül aylarında sıcaklık artışları belirlenmiş, fakat iki ay arasındaki sıcaklık farklarının da büyüme olduğu görülmüştür. Bu durum, ağustos ayı sıcaklıklarının çok fazla arttığını, eylül ayı sıcaklıklarının ise bu dönemde yağışların başlaması, su miktarındaki artış ve gelen enerjinin gizli ısıya dönüşümü nedeniyle beklenilenden az olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Aylık Sıcaklık Eğilimleri; Aylık Ortalama Sıcaklık Fark Eğilimleri; Sıcaklık Eğilimlerinde Gizli Isı Etkisi; Türkiye.

öngörülmektedir. Yine Gürkan vd. (2016) tarafından RCP4,5 (Representative Concentration Pathway 4.5 - Temsili Konsantrasyon Rotaları 4.5) senaryosuna göre yapılan modelleme çalışmasında, sıcaklıkların ortalama 1,5 °C, RPC 8,5 senaryosunda ise 2,5 °C artış göstereceği belirtilmektedir. Aynı çalışmada GDFL-ESM2M (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory Earth System Models 2M - Jeofizik Akışkan Dinamiği Laboratuvarı Yer Sistem Modeli 2M) modeli kullanılmış olup diğer çalışmalardan farklı olarak yaz aylarında Türkiye’deki sıcaklık artışının ülkenin batı kıyılarında daha fazla olacağı öngörülmektedir. Benzer sonuçlar Önoğlu ve Semazzi (2009) tarafından da bildirilmektedir.

Küresel iklim modelleri yanında, Türkiye için belli bir dönemdeki sıcaklık eğilimlerini analiz eden çalışmalar da mevcuttur. Türkeş vd. (2002) tarafından yapılan ve 1929-1999 arasındaki dönemin analiz edildiği çalışmada, ortalama sıcaklıkların Türkiye genelinde arttığı, bu artışın 0,07-0,34 °C / 10 yıl olduğu belirtilmektedir. Yine aynı çalışmada, sonbahar mevsiminde Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgesi’ndeki bazı istasyonlarda sıcaklıkların düşme eğiliminde olduğu da bildirilmektedir. Gece-gündüz sıcaklıkları ayrılarak incelendiğinde, gündüz sıcaklıklarının İç Anadolu ve Karadeniz Bölgesi haricinde artış eğiliminde olduğu, gece sıcaklıklarının özellikle yoğun şehirsal alanlar çevresinde arttığı anlaşılmıştır (Türkeş ve Sümer, 2004). Şehirsal alanlardaki arazi örtüsü ve atmosfer özelliklerindeki değişime bağlı sıcaklık artışı olduğunu da birçok çalışma (Karaca vd., 1995; Tayanç ve Toros, 1997; Ezber vd., 2007; Türkoğlu vd., 2012) ile göstermiştir.

Yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıklarda artma eğilimi olduğu, bu artışların büyükşehirlerde ve Türkiye’nin güney ve batı kesimlerinde daha belirgin olduğu bilinmektedir (Demir vd., 2008). Türkiye genelinde ortalama sıcaklıklardaki artışın 1975-2009 yılları arasında 1,1 °C civarında olduğu tespit edilmiştir (İçel ve Ataol, 2014). Sayılı gün analizleri ile yapılan eğilimlerde, soğuk gün sayılarında azalışların, sıcak gün sayılarında ise artışların olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya koyulmuştur (Erlat ve Yavaşlı, 2009; Erlat ve Türkeş, 2011; Erlat ve Yavaşlı, 2011; Erlat ve Türkeş, 2013; Deniz ve Gönençgil, 2015; Aykır, 2017). Sıcaklık dalgalarının 1960 yılından günümüze artmakta olduğu bilinmektedir (Kuglitsch vd., 2010). Dünya genelinde olduğu üzere özellikle şehirsal istasyonlarda gece minimum sıcaklıklarının Türkiye’de de artma eğiliminde olduğu belirlenmiştir (Özdemir vd., 2011). Aynı şekilde soğuk streslerinin daha az, rekor yüksek sıcaklık dalgalarının ise daha fazla yaşandığı bilinmektedir (Erlat ve Türkeş, 2015).

Fenolojik gözlemlere bağlı analizlerde de Türkiye’de meyve ağaçlarının erken çiçek açtığı, hasat döneminin erkene kaydığı, bunun da küresel iklim değişimine bağlı sıcaklık artışından kaynaklandığı ve bazı tarım ürünlerinin yetiştirilme sahalarının gelecekte yer değiştireceği bilinmektedir (Ustaoglu ve Karaca, 2009; Türkoğlu vd., 2012; Ustaoglu ve Karaca, 2014). Bunların yanında, yıl içerisinde sıcaklık genliğindeki eğilimlerle ilgili çalışmalar da yapılmış ve sıcaklık değişkenliğinin Türkiye’nin batısında artarken doğu sınırında azalmakta olduğu bildirilmiştir (Yılmaz vd., 2012). Bölgesel eğilim analizleri de Türkiye’de sıcaklık artışını doğrulamaktadır (Bahadır, 2011; Kızılelma vd., 2015)

Yukarıda verilen bilgilerden de görüldüğü gibi, Türkiye’de sıcaklıklar ile ilgili yapılan eğilim çalışmaları genel olarak mevsimlik verilerle sınırlı turulmuş ve Türkiye genelindeki durumun karakterize edilmesi ile yetinilmiştir. Aylık verilerle yapılan çalışmalar ise daha bölgesel kalmış, tüm Türkiye’yi kapsamamıştır. İklim modellerine göre yapılan öngörüler de yine mevsimlik ve yıllık ortalama değerlere göre ortaya koyulmuştur. Örneğin, iklim senaryolarına göre fındık yetiştirme ortamının iklim değişiminden olumsuz etkilenmeyeceği, dikey yönde yer değiştireceği, gelecekte bu türden yetiştirme alanı değişimlerinin olacağı öngörülmüştür (Ustaoglu ve Karaca, 2009, 2014).

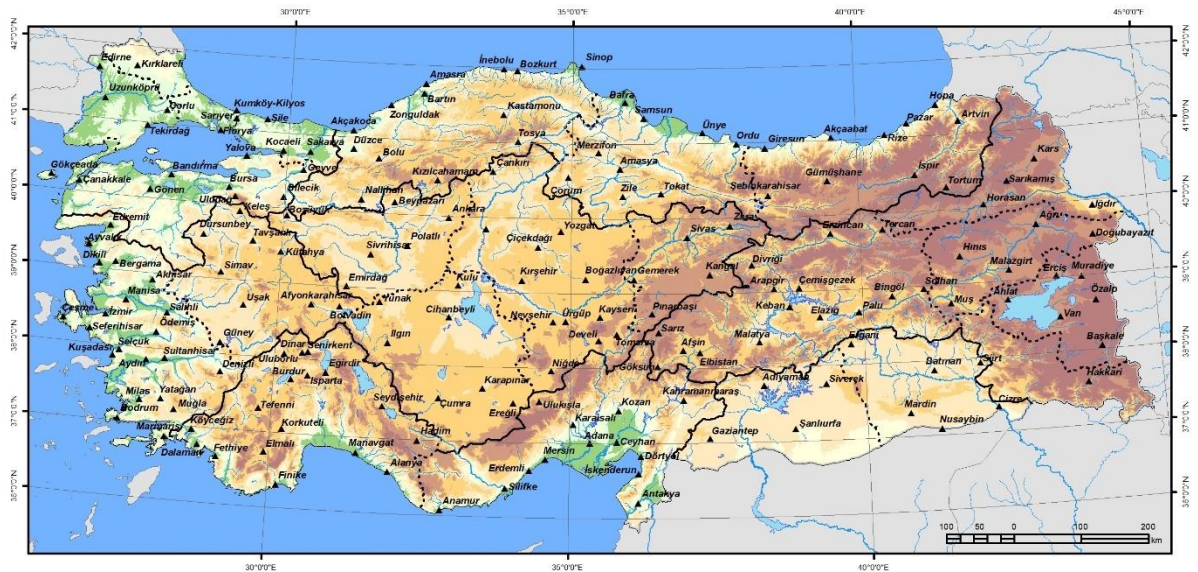
Türkiye’de, mevsimsel kaymaların olduğuna yönelik bazı çalışmalar olmakla beraber (Türkoğlu vd., 2012, 2016), bu kaymalarla ilgili yeterince çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle sadece aylık sıcaklık eğilimlerinin değil, aylar arasındaki sıcaklık farklarının da incelenmesi, bu farklardaki eğilimlerin belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü aylar arasındaki farkların artması ya da azalması, geçişlerin sertleşmesi ya da ayların birbirine benzemesi anlamına gelecektir.

Bu çalışmada, yukarıda yapılan değerlendirmeler ışığında Türkiye’deki aylık ortalama sıcaklık eğilimleri incelenmiş, aylar arasındaki sıcaklık farkları, ay geçişlerinde meydana gelen ani sıcaklık artış ve azalışları araştırılmış ve Türkiye’deki sıcaklık eğilim grupları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla aşağıdaki sorulara cevaplar aranmıştır.

a) Türkiye’de aylık ortalama sıcaklıklarda anlamlı eğilimler var mıdır? Varsa hangi dönemde ve Türkiye’nin nerelerinde dağılışı göstermektedir? b) Türkiye’de ardışık iki ay arasındaki sıcaklık farklarında anlamlı bir eğilim var mıdır? Varsa hangi dönemlere denk gelmekte, Türkiye’nin nerelerinde görülmektedir? Buna bağlı sıcaklık rejiminde bir değişiklik bulunmakta mıdır? c) Sıcaklık artışları belirgin gruplar oluşturmaktadır mıdır? Bu grupların oluşmasını denetleyen faktörler ne olabilir?

2. Materyal ve Metod

Çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne (MGM) ait 183 istasyonun meteoroloji istasyonunun (Şekil 1) 1971-2010 yılları arasındaki aylık ortalama sıcaklık verileri kullanılmıştır. 1971-2010 dönemine ait aylık ortalama sıcaklık verileri kullanılarak, aylık sıcaklık farkı serileri oluşturulmuştur. Bu seriler oluşturulurken, sonraki ayın ortalama sıcaklığından önceki ayın sıcaklık değeri çıkarılarak, her ardışık iki ay için fark verileri elde edilmiştir. Örneğin, 1971 şubat ayından 1971 ocak ayı verisi çıkarılmış ve “1971 yılı şubat-ocak sıcaklık fark değeri” oluşturulmuştur. Böylece her bir istasyon ve yıllar için ardışık ayların sıcaklık farklarından oluşan zaman serileri elde edilmiştir. Bu veri, ardışık aylar arası geçişlerde bir değişim olup olmadığını belirlemek için kullanılmıştır.



Şekil 1: Çalışmada Verileri Kullanılan Türkiye’deki Meteoroloji İstasyonlarının Konum Haritası

Ortalama sıcaklıklardaki eğilimin ve ardışık ayların sıcaklık farklarındaki eğilimin belirlenmesi amacıyla bu çalışmada doğrusal regresyon kullanılmıştır. Doğrusal regresyon, $y=a+bx+e$ eşitliğiyle ifade edilmektedir. Eşitlikteki a katsayısı regresyon sabitidir. Bu sabit, “ x ” değerine “0” verildiğinde “ y ” fonksiyonunun alacağı değeri göstermektedir (yani regresyon doğrusunun ordinatı kestiği noktayı ifade etmektedir). Eşitlikteki “ e ” değeri hataları, “ b ” katsayısı ise regresyonun eğimi ya da regresyon katsayısını ifade etmektedir. Ortaya çıkan değer negatif olduğunda bir azalma, pozitif olduğunda ise artma yönünde bir eğilim olduğu anlaşılmaktadır (Schroeder vd., 1986:17). Regresyon katsayısının büyümesi, artış-azalış eğiliminin niceliği hakkında da fikir vermektedir.

Çalışmada hem aylık ortalama sıcaklık hem de aylar arasındaki sıcaklık farklarının belirlenmesi amacıyla regresyon analizi yapılmıştır. Bu analizde aylık sıcaklıklar değerlendirildiğinde; “ x ” değeri zamanı (yıl), y ise aylık ortalama sıcaklık değerini ifade etmektedir. Regresyon eşitliğinde belirlenen

“*b*” katsayısı çalışmada sıcaklık artış-azalış oranı olarak kullanılmıştır. Aylık sıcaklık farkları incelenirken ise, “*x*” değeri yine zamanı (yıl), *y* değeri ise aylık sıcaklık farkını temsil etmiş ve bu modelde elde edilen “*b*” değeri ise, aylık sıcaklık farkındaki azalma ve artma oranı olarak dikkate alınmıştır.

Regresyon analizinde elde edilen regresyon katsayılarının anlamlılık düzeyini belirlemede *t* ya da *F* testi kullanılmaktadır. Bu çalışmada, katsayıların anlamlılık seviyeleri *t* testi ile incelenmiştir. *T* testi için, her bir regresyon analizi sonucu elde edilen regresyon katsayıları ve katsayılarla ait standart hatalar kullanılmıştır. Eğim değerinin standart hataya bölünmesiyle *t* değerleri elde edilmiştir. *t* değerinin anlamlılık durumu, *n-2* serbestlik dereceli ve *a/2* yanılma düzeyindeki *t* tablo istatistiği ile karşılaştırılarak yapılır (Albar, 2011:419). Buradan elde edilen olasılık değeri, hipotez testi esnasındaki yanılma oranına göre değerlendirilir. Bu çalışmada, $p < 0,1$ ve $p < 0,05$ olasılık değerlerinde anlamlılık incelenmiş, $p > 0,1$ ’den yüksek olan *t* değerleri istatistiksel olarak rastsal bir durum şeklinde düşünülmüştür. Çünkü, eğilim bulunmayan serilerde de regresyon eğimi elde edilebilir. Fakat eğimin anlamlı olup olmadığı ancak hipotez testleri ile belirlenir.

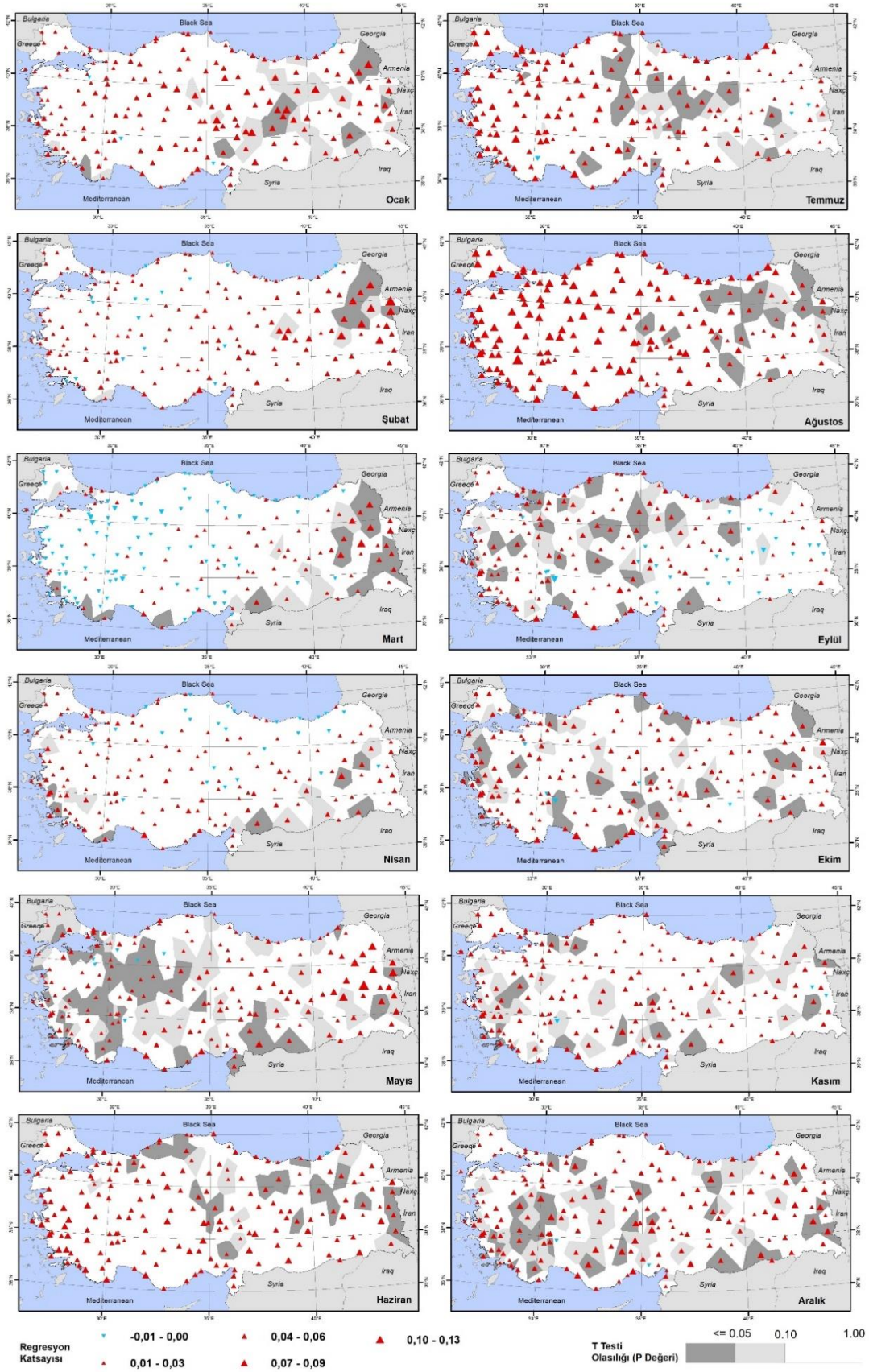
Çalışmada elde edilen sonuçların haritalanması amacıyla voronoi çokgenleri kullanılmıştır. İstasyon verilerine uygulanan regresyon analizi sonucunda, her ay ve her istasyon için regresyon eğimleri elde edilmiştir. Bu eğim değerleri, istasyon noktasının artma ya da azalma eğiliminde olduğunu gösterecek şekilde simgelerle, anlamlılık değeri ise voronoi çokgeninin rengi ile ifade edilmiştir. Simgelerin büyümesi eğim değerinin ve dolayısıyla eğilim değerinin büyümesi manasına gelmektedir. İstasyon simgelerindeki renk ise, eğilimin yönünü verecek şekilde ayarlanmıştır. Kırmızı renkler pozitif regresyon eğimini, mavi renkler ise negatif regresyon eğimini ifade etmektedir.

Regresyon eğimi değerlerinin anlamlılık analizi için *t* testi kullanılmıştır. Bu testte elde edilen değerler, testin gücünü ifade etmektedir. İstasyonlar için elde edilen voronoi çokgenleri, istasyon simgeleri altında gösterilmiş, bu çokgenler *t* testi değerlerine göre renklendirilmiştir. Çokgenlerin içi boş olduğunda, eğim değeri istatistiksel olarak anlamsız, açık gri renkte ise $p \leq 0,1$ derecesinde anlamlı, koyu gri ise $p \leq 0,05$ derecesinde anlamlı olarak ayarlanmıştır.

3.Bulgular

3.1. Aylık Ortalama Sıcaklıklardaki Eğilimlere İlişkin Bulgular

Türkiye’de 1971-2010 dönemi itibarıyla aylık ortalama sıcaklıklar hemen hemen tüm aylarda ve tüm istasyonlarda artış eğilimleri göstermektedir. Bu durum aylara göre tek tek incelendiğinde, artış eğilimlerinin bazı aylarda Türkiye genelini kapsadığı bazı aylarda ise anlamlı istasyon sayısının azalarak bölgesel ölçekte kaldığı görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2: Çalışmada Verileri Kullanılan Meteoroloji İstasyonlarında Aylık Ortalama Sıcaklık Eğilimleri ve İstatistiksel Anlamlılık Düzeyleri

Ocak ayında, incelenen istasyonların neredeyse tamamında pozitif regresyon katsayıları belirlenmiştir. Regresyon katsayı değerleri Türkiye’nin doğusuna gidildikçe, özellikle Doğu Anadolu Bölgesi’nde yükselmektedir. *t* testi sonuçlarına göre de Doğu Anadolu ve yakın çevresindeki istasyonlardaki regresyon katsayıları istatistiksel olarak $p < 0,1$ anlamlılık düzeyinde, özellikle Karakaya ve Keban Barajları çevresi ile Kuzeydoğu Anadolu’daki istasyonlarda ise $p < 0,05$ düzeyine çıkmaktadır (Şekil 2).

Şubat ayında yine istasyonların çok büyük bir kısmında pozitif regresyon katsayıları belirlenmiştir. Bu değerler, ocak ayına benzer şekilde Doğu Anadolu Bölgesi’nde yükselmektedir. Bu ayda da kuzeydoğu Anadolu’daki istasyonlarda anlamlılık $p < 0,05$ düzeyindedir. $p < 0,1$ düzeyinde anlamlı sahalar bu ayda daralmış sadece Karakaya ve Keban Barajları çevrelerindeki istasyonlarla sınırlı kalmıştır (Şekil 2).

Mart ayındaki regresyon katsayısı değerlerine göre Türkiye iki kısma ayrılmıştır. Ülkenin güneydoğu yarısı pozitif, kuzeybatı yarısı ise genel olarak negatif regresyon katsayıları ile karakterize edilmektedir. Bu durumu, İstanbul çevresindeki istasyonlar ile Türkiye’nin güney ve güneybatı kıyılarında yer alan istasyonlardaki pozitif regresyon eğimi değerleri bozmaktadır. İstanbul çevresindeki pozitif regresyon katsayıları $p < 0,1$ düzeyinde anlamlıyken, güney kıyılardaki ve Türkiye’nin güneydoğusu ile doğusunda yer alan istasyonlarda hem $p < 0,1$ hem de $p < 0,05$ düzeyinde anlamlılık değerlerine ulaşılmaktadır. Karakaya ve Keban Barajları çevrelerindeki istasyonlarda da $p < 0,1$ düzeyinde pozitif regresyon katsayıları belirlenmiştir (Şekil 2).

Nisan ayında Türkiye genelinde pozitif, Karadeniz Bölgesi ve bölgeye yakın istasyonlarda negatif eğilimler belirlenmiştir. Bu ayda, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi’ndeki volkanik dağ dizisinin yakınındaki istasyonlar ve Türkiye’nin güneybatı kıyılarındaki istasyonlarda $p < 0,1$ ve $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı pozitif regresyon katsayısı değerleri belirlenmiştir (Şekil 2).

Mayıs ayında regresyon katsayısı değeri Kızılcahamam, Nallıhan, Geyve ve Uludağ istasyonları hariç tüm Türkiye’de pozitifdir. Bu aydaki regresyon katsayıları Türkiye’nin doğusuna gidildikçe, özellikle Van Gölü çevresinde yükselmektedir. Mayıs ayı için elde edilen regresyon katsayılarının büyük bir bölümü istatistiksel olarak anlamlıdır. Türkiye genelinde $p < 0,1$ düzeyinde, Hatay ve Orta Fırat Bölümü ile Sakarya Havzası ve Ege Bölgesi’nin iç kesimlerindeki istasyonlarda ise $p < 0,05$ düzeyinde anlamlılık bulunmaktadır (Şekil 2).

Haziranda tüm Türkiye’de pozitif regresyon katsayıları belirlenmiştir. Bu ayda özellikle Türkiye’nin kuzeydoğu yarısındaki istasyonlardaki sıcaklık artışları istatistiksel olarak $p < 0,1$ ve büyük bir kısmı $p < 0,05$ düzeyinde anlamlıdır (Şekil 2).

Temmuz ayı, Van Gölü çevresindeki bazı istasyonlar haricinde pozitif regresyon katsayıları ile kendini göstermektedir. Bu ayda, Kızılırmak Havzası’ndaki istasyonların büyük bir kısmında $p < 0,05$ düzeyinde anlamlılık değerlerine ulaşılmıştır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ndeki istasyonlardaki anlamlılık değeri $p < 0,1$ düzeyine ancak ulaşabilmekte, Adana Bölümü’ndeki bazı istasyonlarda ise $p < 0,05$ düzeyine çıkabilmektedir. Türkiye’nin geriye kalan kısmındaki sıcaklık artışları istatistiksel anlamlılık seviyesine ulaşmamıştır (Şekil 2).

Ağustos ayında tüm Türkiye’de yıl içerisindeki en yüksek pozitif regresyon katsayıları belirlenmiştir. Bu eğim değerleri özellikle Doğu Anadolu Bölgesi ile Güneydoğu Anadolu, Doğu Karadeniz Bölümü’nün iç kesimindeki istasyonlarda ve Uzunyayla Platosu üzerindeki istasyonlarda $p < 0,05$ düzeyinde anlamlıdır (Şekil 2).

Eylül ayındaki sıcaklık eğilimleri diğer aylara göre farklılık göstermektedir. Bu ayda, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yer alan istasyonlarda negatif, Türkiye’nin geriye kalan kısmında pozitif regresyon katsayıları belirlenmiştir. Sadece Eğirdir Gölü çevresindeki 2 istasyonda bu aydaki regresyon katsayısı negatiftir. Pozitif regresyon katsayılarının bir kısmı $p < 0,1$ bir kısmı ise $p < 0,05$ derecesinde anlamlıdır. Anlamlı değerler İç Anadolu Bölgesi’nde daha yüksektir (Şekil 2).

Ekim ayında Eğirdir, Siverek ve Keleş haricindeki istasyonlarda pozitif regresyon katsayısı belirlenmiştir. Bu aydaki sıcaklık artışları Türkiye genelini kapsayacak şekilde istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 2).

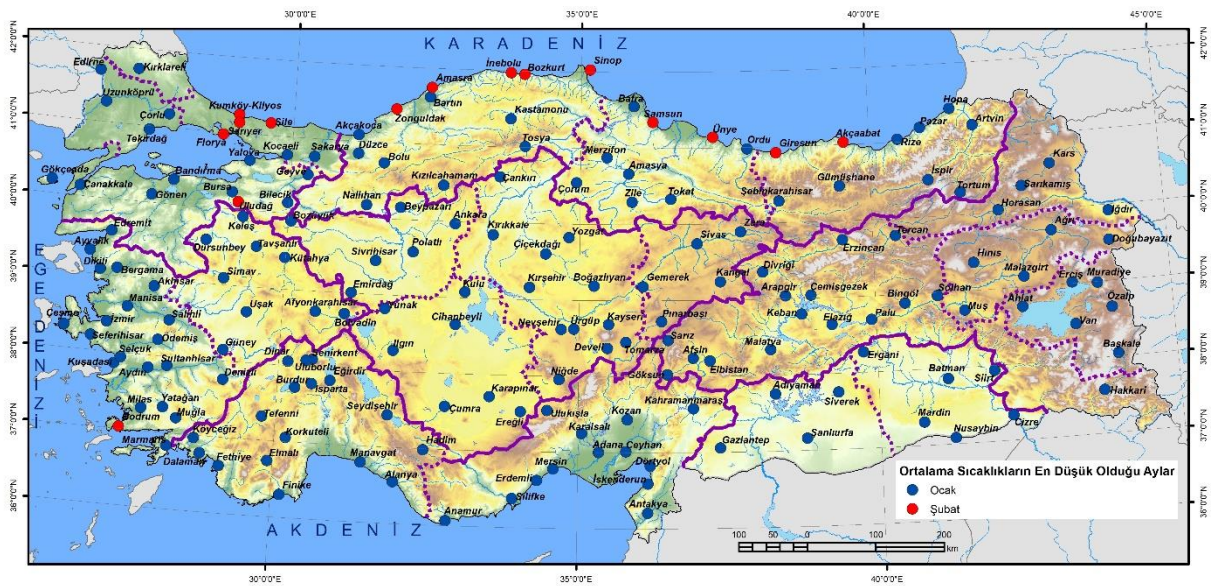
Kasım ayında Türkiye genelinde pozitif regresyon katsayıları belirlenmiştir. Regresyon katsayıları, Türkiye’nin güneybatısına doğru büyümekte ve istatistiksel olarak da anlam kazanmaktadır. Bu ayda, Orta Karadeniz Bölümü ve yakınındaki istasyonlar ile Güneydoğu Anadolu ve Marmara Bölgesi’ndeki istasyonlardaki elde edilen pozitif regresyon katsayıları istatistiksel olarak anlamlı değilken Türkiye’nin geriye kalan kısımlarındaki katsayılar $p < 0,1$ ve $p < 0,05$ düzeyinde anlamlılık kazanmıştır (Şekil 2).

Aralık ayı ortalama sıcaklıkları da kasım ayına benzer şekilde tüm Türkiye’de artmaktadır. Bu ayda hem eğilimleri anlamlı istasyon sayısı artmış hem de anlamlılık seviyeleri kasım ayına göre yükselmiştir (Şekil 2).

3.2. Aylık Sıcaklık Farklarındaki Eğilimlere İlişkin Bulgular

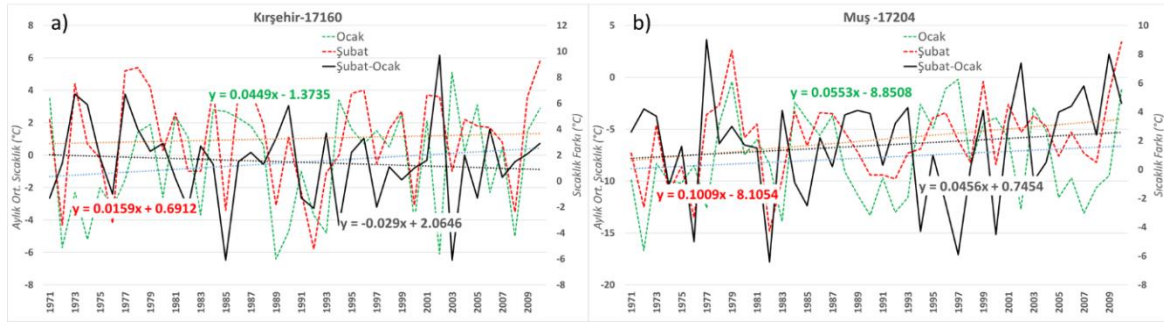
Uzun yıllık ortalama sıcaklıklar incelendiğinde; Türkiye’de genel olarak Karadeniz kıyı kuşağı haricinde, ocak ayı sıcaklık değerlerinin şubat ayı sıcaklık değerlerinden daha düşük olduğu (Şekil 3), bu nedenle şubat-ocak sıcaklık farkının Karadeniz kıyı kuşağı haricinde pozitif, Karadeniz kıyı kuşağında ise negatif çıkması gerektiği anlaşılmaktadır. Şubat ayından temmuz ayına kadar, bir sonraki ayın sıcaklık değerleri daha yüksek olduğundan, genel olarak iki ay arasındaki sıcaklık farkı tüm Türkiye’de pozitiftir.

Şubat ayı ortalama sıcaklıklarından ocak ayı ortalama sıcaklıklarının çıkarılması ile elde edilen “şubat-ocak sıcaklık farkları”ndaki eğilimler incelendiğinde Türkiye’de hem pozitif hem de negatif regresyon katsayılarının var olduğu görülmektedir. Şubat-ocak ayı sıcaklık farkları sadece Karadeniz kıyılarında negatif, diğer bölgelerde pozitiftir.



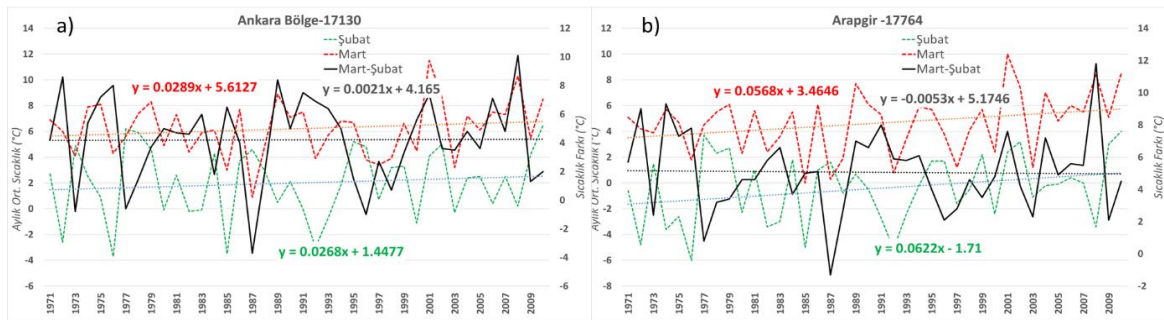
Şekil 3: Çalışmada Verileri Kullanılan Meteoroloji İstasyonlarında Ortalama Sıcaklıkların En Düşük Olduğu Aylar

Pozitif bir değer negatif bir regresyon katsayısına sahip olması, değerlerin “0”a yaklaştığını ve dolayısıyla farkın azaldığını ifade etmektedir. Örnek olarak Kırşehir istasyonu verilebilir (Şekil 4a). Buna göre Doğu Anadolu Bölgesi ve Karadeniz kıyıları haricinde, şubat-ocak sıcaklık farkları azalmaktadır. Fakat sayılan sahalardaki sıcaklık farkı artışı hiçbir yerde istatistiksel olarak anlamlı değildir. Farkların arttığı yerler içinde yer alan Doğu Anadolu Bölgesi’nde ise sadece Iğdır istasyonunda anlamlı fark artışları belirlenmiştir. Örnek olarak Muş istasyonu verilebilir (Şekil 4b). Karadeniz kıyısında farklar artsa da yine buradaki artışlar da istatistiksel olarak anlamlı değildir (Şekil 13).



Şekil 4: Şubat-Ocak Ayları Sıcaklık Farklarının Örnek İstasyonlardaki Eğilimleri

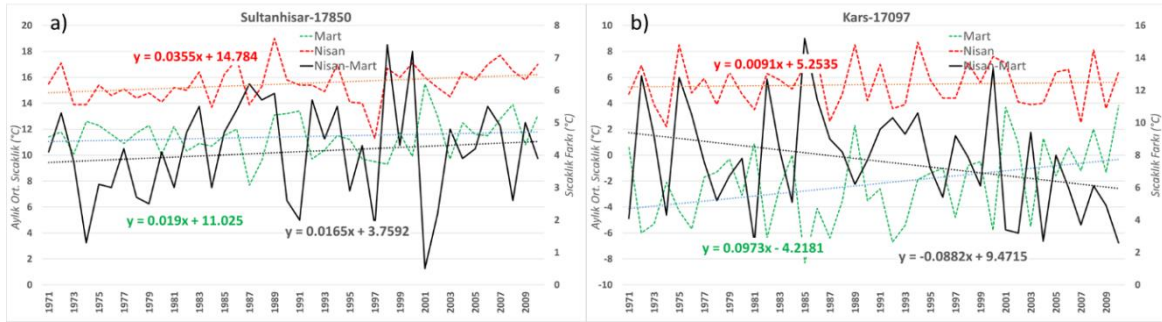
Mart-şubat ayı sıcaklık farkları tüm Türkiye’de pozitif değerler gösterir. Bu ayların sıcaklık fark eğilimleri incelendiğinde, İç Anadolu Bölgesi ile tüm Türkiye kıyılarının pozitif, Doğu Anadolu Bölgesi (Van Gölü Havzası hariç), Batı Karadeniz’in iç kesimleri ve İç Ege Bölümü’nün ise negatif regresyon katsayılarına sahip olduğu görülmektedir. Pozitif olan bir değer pozitif regresyon eğim değerine sahip olması, değer 0’dan uzaklaştığını göstermekte yani farkın azaldığını ifade etmektedir. Örnek olarak Ankara Bölge istasyonu verilebilir (Şekil 5a).



Şekil 5: Mart-Şubat Sıcaklık Farklarının Örnek İstasyonlardaki Eğilimleri

Bu açıdan bakıldığında, İç Anadolu Bölgesi ve Türkiye kıyılarında mart ve şubat ayları arasındaki sıcaklık farkının artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Pozitif bir değer negatif regresyon katsayısına sahip olması ise değer zamana bağlı olarak 0’a yaklaştığını göstermektedir. Örnek olarak Malatya Arapgir istasyonu verilebilir (Şekil 5a-b). Buna göre de İç Ege Bölümü, Batı Karadeniz’in iç kesimleri ve Doğu Anadolu Bölgesi’nin Van Gölü Havzası haricinde kalan kısımlarında mart ve şubat ayları arasındaki sıcaklık farkları azalmaktadır. Regresyon katsayıları pozitif ve negatif değerler gösterse de mart-şubat sıcaklık farklarındaki eğilimler Türkiye genelinde istatistiksel olarak anlamlılık seviyesine ulaşmamıştır (Şekil 13).

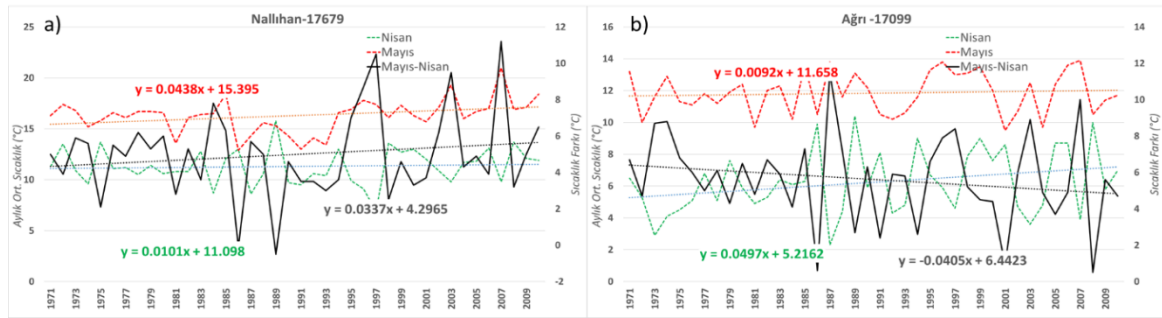
Nisan-mart ayları sıcaklık farkları tüm Türkiye’de pozitif değerler göstermektedir. Bu değerlerin eğilimleri incelendiğinde, Türkiye’nin Ege kıyıları (Şekil 6a) ve Köroğlu Dağları çevresindeki istasyonlarda pozitif regresyon katsayıları görülmektedir. Örnek olarak Sultanhisar istasyonu verilebilir (Şekil 6a). Türkiye’nin geriye kalan kısmında ise negatif regresyon katsayıları tespit edilmiştir. Örnek olarak Kars istasyonu verilebilir (Şekil 6b).



Şekil 6: Nisan-Mart Sıcaklık Farklarının Örnek İstasyonlardaki Eğilimleri

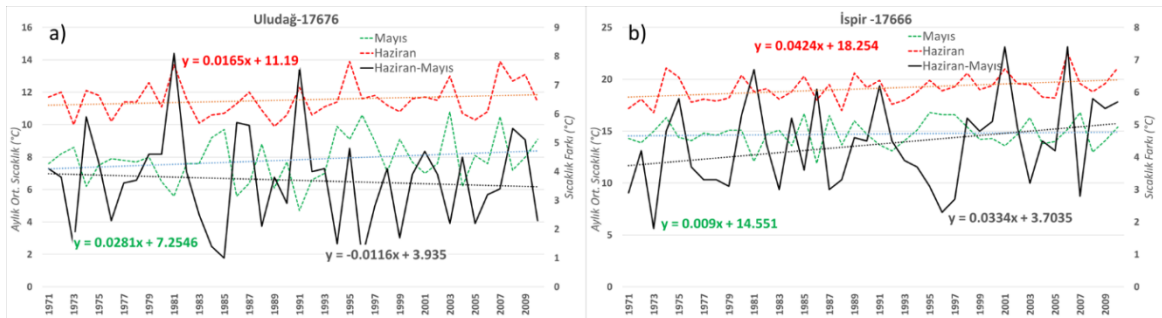
Diğer yandan doğuya gidildikçe regresyon katsayıları büyümektedir. Bu değerlere göre, Ege kıyıları ve Köroğlu Dağlık alanı çevresinde nisan-mart arasındaki sıcaklık farkı artarken, diğer sahalarda azalmaktadır. Bu azalmalar Türkiye'nin doğusuna gidildikçe daha da yükselmekte ve kuzeydoğu Anadolu'da yer alan istasyonlarda istatistiksel olarak $p < 0,1$ ve $p < 0,05$ düzeyinde anlamlılık kazanmaktadır (Şekil 13).

Tüm Türkiye’de pozitif olan mayıs-nisan ayları sıcaklık farkları, Türkiye genelinde pozitif, Van Gölü Havzası çevresindeki istasyonlar ile Keban ve Karakaya Barajı çevresindeki istasyonlarda negatif regresyon katsayıları göstermektedir. Örnek olarak Nallıhan (Şekil 7a) ve Ağrı (Şekil 7b) istasyonları verilebilir. Pozitif regresyon katsayıları, İç Anadolu Bölgesi’nde yükselmektedir. Diğer yandan bu ayların sıcaklık farklarındaki eğilimler hiçbir istasyonda istatistiksel olarak anlamlılık seviyesine ulaşmamıştır (Şekil 13).



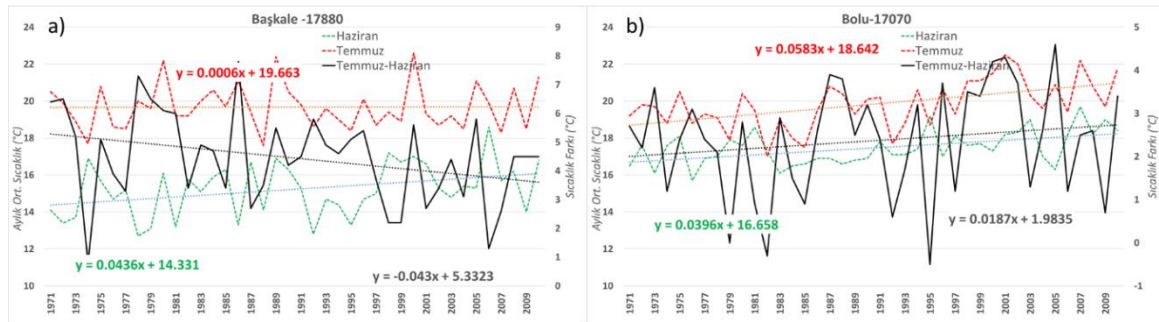
Şekil 7: Mayıs-Nisan Sıcaklık Farklarının Örnek İstasyonlardaki Eğilimleri

Haziran-mayıs sıcaklık farkları tüm Türkiye için pozitifdir. Regresyon analizi sonucunda neredeyse tüm Türkiye’de pozitif, Batı Karadeniz Bölümü’nde ve Uludağ istasyonunda negatif regresyon katsayısına sahip olduğu görülmektedir. Örnek olarak Uludağ (Şekil 8a) ve İspir (Şekil 8b) istasyonları verilebilir. Öte yandan Türkiye’nin değişik bölgelerinde bu iki ay arasındaki sıcaklık farklarındaki artış eğiliminin, istatistiksel olarak anlam kazandığı görülmüştür. Ağrı, Milas ve Ödemiş istasyonlarında $p < 0,05$ anlamlılık düzeyindeki sıcaklık farkı artışı tespit edilmiştir. Anlamlılık düzeyi Samsun ve İspir istasyonları ile Uzunyayla Platosu güneybatısında yer alan istasyonlarda $p < 0,1$ düzeyinde kalmıştır (Şekil 13).



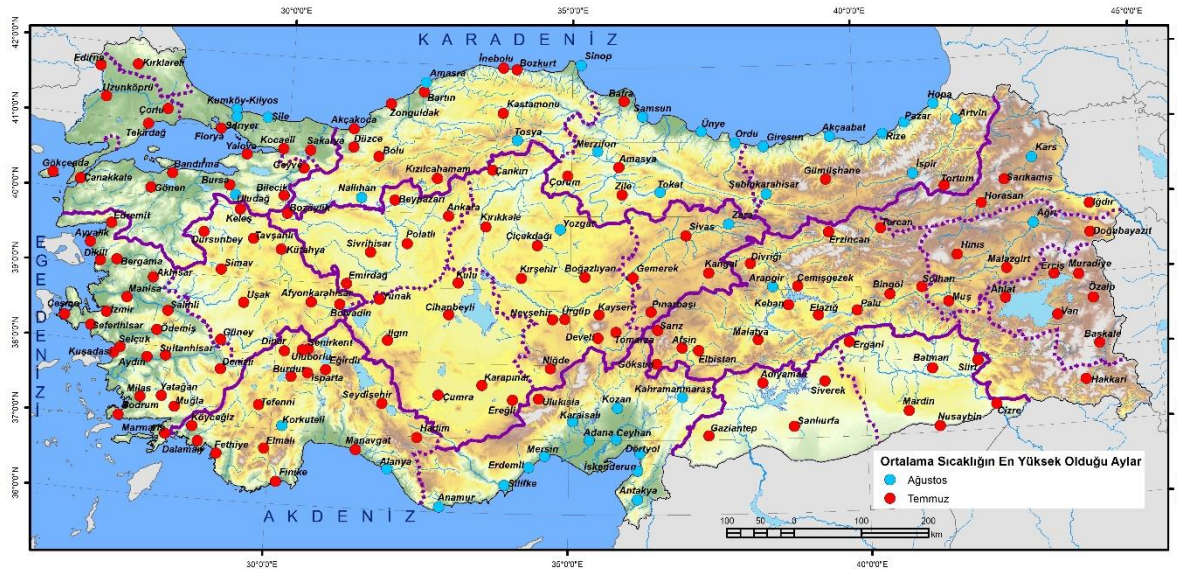
Şekil 8: Haziran-Mayıs Sıcaklık Farklarının Örnek İstasyonlardaki Eğilimleri.

Temmuz-haziran sıcaklık farkları tüm Türkiye’de pozitif değerler gösterir. Farkların regresyon analizleri incelendiğinde Türkiye iki kısma ayrılmıştır. Türkiye’nin güneydoğu yarısı negatif, kuzeybatı yarısı ise pozitif regresyon eğimi değerlerine sahiptir. Örnek olarak Başkale (Şekil 9a) ve Bolu (Şekil 9b) istasyonları verilebilir. Katsayı değerleri hem pozitif olan sahalarda hem de negatif olan sahalarda benzer büyüklükteyken, bazı istasyonlardaki eğilimler istatistiksel olarak anlamlıdır. Türkiye’nin güneydoğusunda yer alan istasyonlardan 3’ü (Başkale, Cizre ve Solhan) $p < 0,1$ ve $p < 0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı negatif regresyon katsayısına sahiptir. Pozitif regresyon eğim değerine sahip olan sahalarda daha dağınıktır. Ancak, Çanakkale, Alanya ve İnebolu istasyonlarında $p < 0,1$ düzeyinde anlamlı değerlere sahiptirler (Şekil 13).



Şekil 9: Temmuz-Haziran Sıcaklık Farklarının Örnek İstasyonlardaki Eğilimleri.

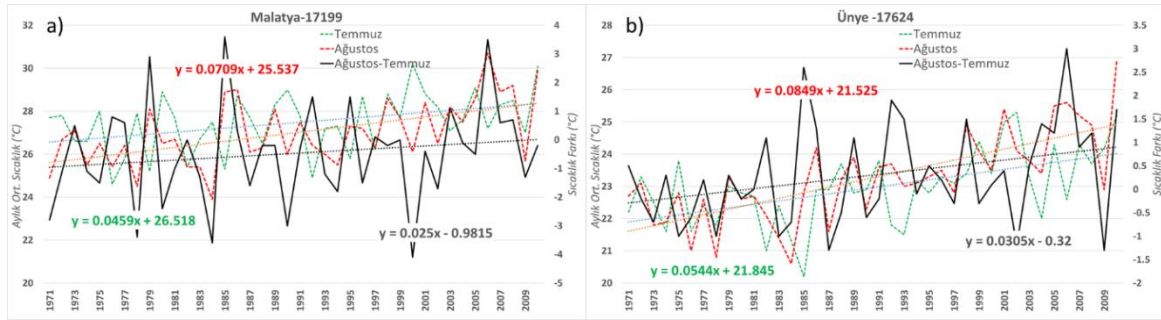
Ağustos-temmuz ayı sıcaklık farkları tüm Türkiye’de aynı yönlü değildir. Karadeniz kıyısı ve yakınındaki istasyonlar ile Doğu Akdeniz kıyılarında yer alan istasyonlarda yıl içinde ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu ay Ağustos olduğundan, ağustos-temmuz farkları bu sahalarda pozitif çıkarken, Türkiye’nin geriye kalan kısmında ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu ay temmuz olduğu için fark değerleri negatiftir. Dolayısıyla bu sahalardaki regresyon katsayı yorumları da değişmektedir (Şekil 10).



Şekil 10: Çalışmada Verileri Kullanılan Meteoroloji İstasyonlarında Ortalama Sıcaklığın En Yüksek Olduğu Aylar

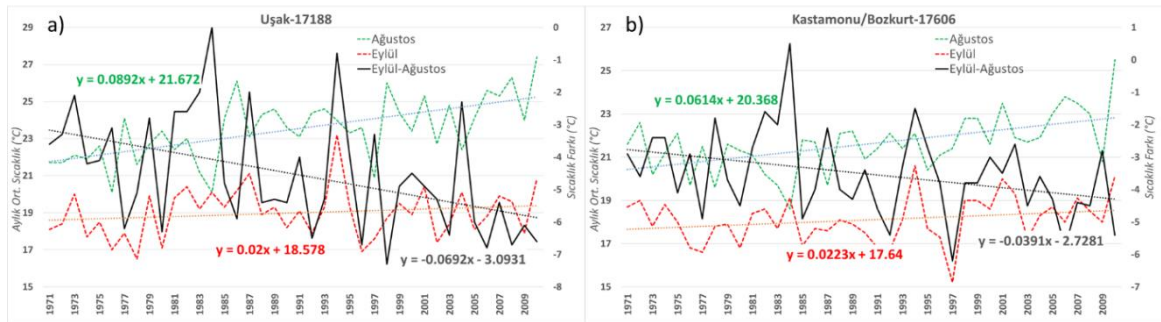
Ağustos-temmuz sıcaklık farkları tüm Türkiye’de pozitif regresyon katsayısına sahiptir. Katsayılar, Karadeniz, Akdeniz ve Ege kıyılarındaki istasyonlarda yükselmekte ve çoğu $p < 0,1$ olmak üzere bir kısmı da $p < 0,05$ düzeyinde istatistiksel anlamlılık seviyesini aşmaktadır (Şekil 13). Karadeniz ve Akdeniz kıyısında görülen pozitif regresyon katsayısına sahip alanlarda, ağustos-temmuz sıcaklık farkı pozitif olduğu için, bu iki ay arasındaki sıcaklık farkının arttığı anlaşılmaktadır. Örnek olarak Ünye istasyonu verilebilir (Şekil 11b). Diğer sahalarda ise fark negatif olduğundan,

regresyon katsayısı pozitif olduğundan, aylar arasındaki sıcaklık farkının 0’a yaklaştığını ve farkın azaldığı görülmektedir. Örnek olarak Malatya istasyonunu verilebilir (Şekil 11a).



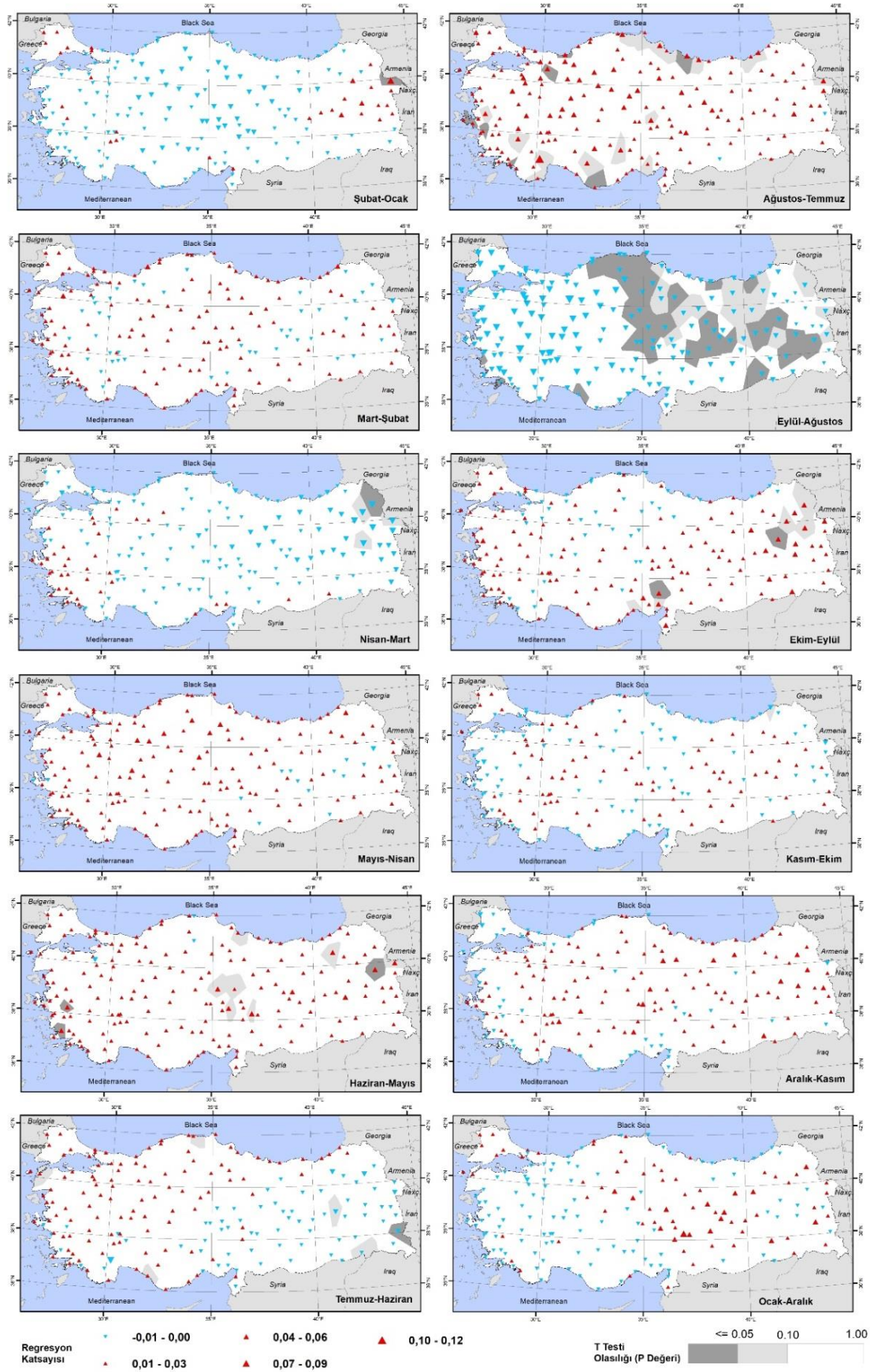
Şekil 11: Ağustos-Temmuz Sıcaklık Farklarının Örnek İstasyonlardaki Eğilimleri.

Türkiye’de sıcaklık farkları açısından en anlamlı değerlerin elde edildiği veriler eylül-ağustos ayında belirlenmiştir. Bu aylar arasındaki sıcaklık farkları tüm Türkiye’de negatif değerlere sahiptir. Bu değerlerin eğilim analizi sonucunda da yine tüm Türkiye’de negatif regresyon katsayıları belirlenmiştir. Örnek olarak Uşak (Şekil 12a) ve Kastamonu/Bozkurt (Şekil 12b) istasyonları verilebilir.



Şekil 12: Eylül-Ağustos Sıcaklık Farklarının Örnek İstasyonlardaki Eğilimleri.

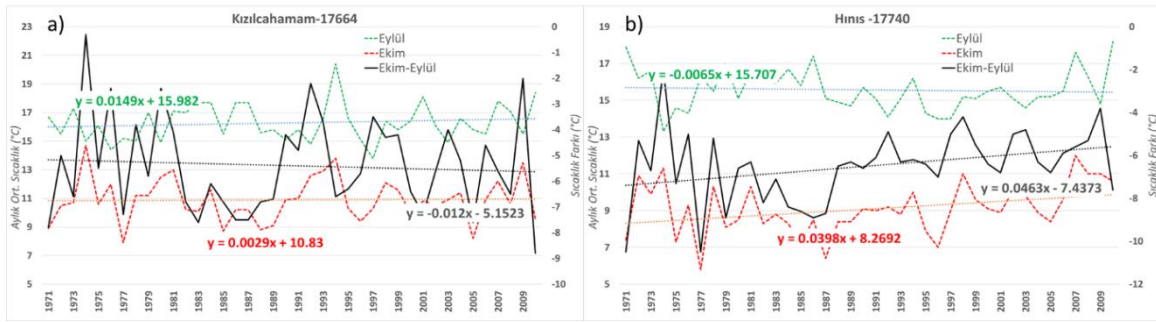
Eğim değerlerinin anlamlılık analizlerine bakıldığında, Türkiye’nin kuzeydoğu yarısında yer alan istasyonların büyük kısmı $p < 0,05$ olmak üzere $p < 0,1$ düzeyinde anlamlılık derecesini aşmıştır. Ayrıca, Alanya, Marmaris ve Söke istasyonlarında da istatistiksel anlam seviyesi aşılmış, Türkiye’nin geriye kalan kısmında çok yüksek regresyon katsayıları belirlenmesine rağmen bu değerler anlamlılık seviyesine ulaşmamıştır (Şekil 13).



Şekil 13: Çalışmada Verileri Kullanılan Meteoroloji İstasyonlarında Aylık Sıcaklık Farklarındaki Eğilimler ve İstatistiksel Anlamlılık Düzeyleri

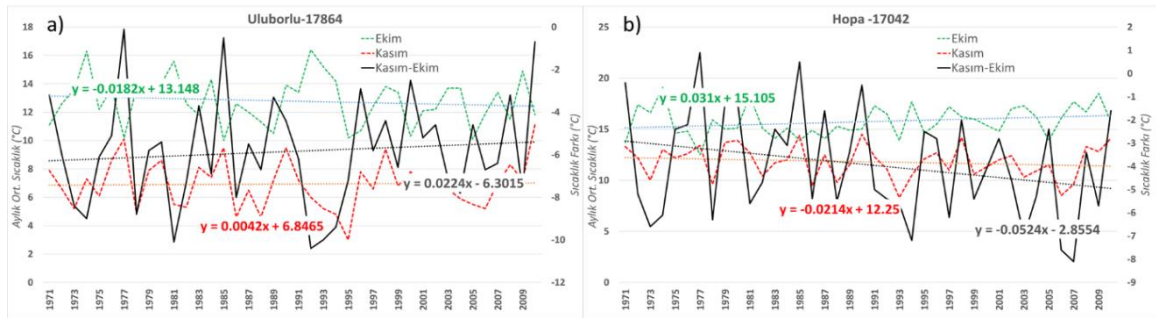
Ekim-eylül sıcaklık farkları tüm Türkiye’de negatif değerler gösterir. Farkların eğilimleri incelendiğinde hem negatif hem de pozitif regresyon katsayılarının varlığı görülmektedir. Örnek olarak Kızılcahamam (Şekil 14a) ve Hınıs (Şekil 14b) istasyonları verilebilir.

Karadeniz kıyılarındaki istasyonlar ile İç Anadolu Bölgesi’nde ve özellikle bu bölgenin kuzeyindeki istasyonlarda negatif regresyon katsayıları, Türkiye’nin geriye kalan diğer kısmında ise genel olarak pozitif regresyon katsayıları belirlenmiştir. Pozitif regresyon katsayıları doğuya gidildikçe büyümekte, kuzeydoğu Anadolu’da ve Çukurova çevresindeki istasyonlarda istatistiksel olarak anlam kazanmaktadır (Şekil 13).



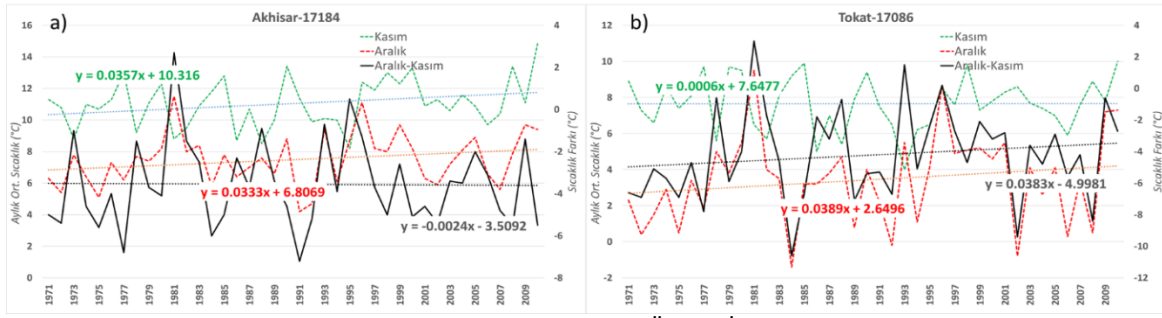
Şekil 14: Ekim-Eylül Sıcaklık Farklarının Örnek İstasyonlardaki Eğilimleri.

Kasım-ekim ayı sıcaklık farkları tüm Türkiye’de negatif değerlere sahiptir. Bu ayların sıcaklık farklarındaki eğilimler incelendiğinde hem negatif hem de pozitif regresyon katsayıları belirlenmiştir. Örnek olarak Uluborlu (Şekil 15a) ve Hopa (Şekil 15b) istasyonları verilebilir. Neredeyse Türkiye’nin tüm kıyı istasyonlarında negatif eğilimler göze çarpmakta, bu negatif katsayılar Orta Karadeniz bölümü gibi bazı yerlerde daha içerilere de girebilmektedir. Denizlere uzak sahalarda, iç bölgelerdeki istasyonlarda ise pozitif regresyon eğilimleri belirlenmiştir. Negatif regresyon eğilimleri sadece Hopa istasyonunda $p < 0,1$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıyken, pozitif regresyon eğilimleri hiçbir yerde istatistiksel olarak anlamlılık seviyesine ulaşmamıştır (Şekil 13).



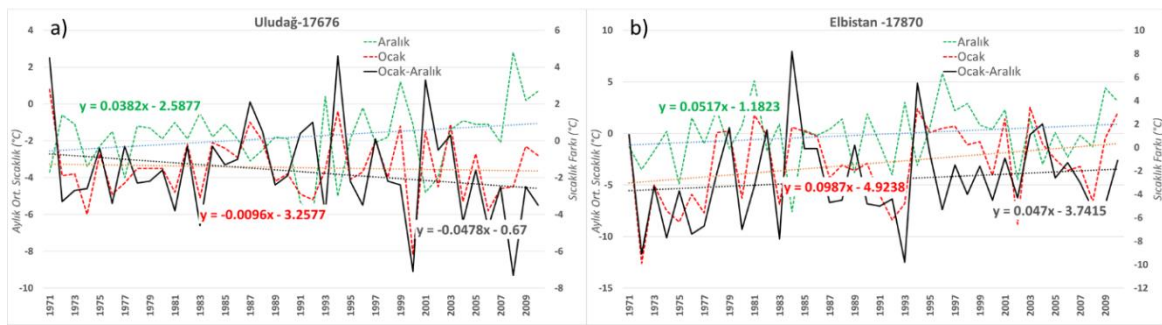
Şekil 15: Kasım-Ekim Sıcaklık Farklarının Örnek İstasyonlardaki Eğilimleri.

Aralık-kasım ayı sıcaklık farkları tüm Türkiye’de negatif değerlidir. Farkların eğilimleri incelendiğinde, Trakya, Adana Bölümü’ndeki kıyı istasyonları, Batı Karadeniz kıyılarındaki istasyonlar ile Kıyı Ege Bölümü’nün denizden uzak istasyonlarında negatif, Türkiye’nin geriye kalan kısmında ise pozitif regresyon katsayıları belirlenmiştir. Örnek olarak Akhisar (Şekil 16a) ve Tokat (Şekil 16b) istasyonları verilebilir.



Şekil 16: Aralık-Kasım Sıcaklık Farklarının Örnek İstasyonlardaki Eğilimleri.

Bu değerlere göre, pozitif regresyon katsayılarının belirlendiği yerlerde, aralık-kasım ayı sıcaklık farklarının azaldığı, diğer yerlerde ise artmakta olduğu anlaşılmaktadır. Fakat bu katsayıların anlamlılık değerleri incelendiğinde ne negatif ne de pozitif olan hiçbir katsayının istatistiksel olarak anlamlılık seviyesine ulaşmadığı görülmektedir (Şekil 13).



Şekil 17: Ocak-Aralık Sıcaklık Farklarının Örnek İstasyonlardaki Eğilimleri.

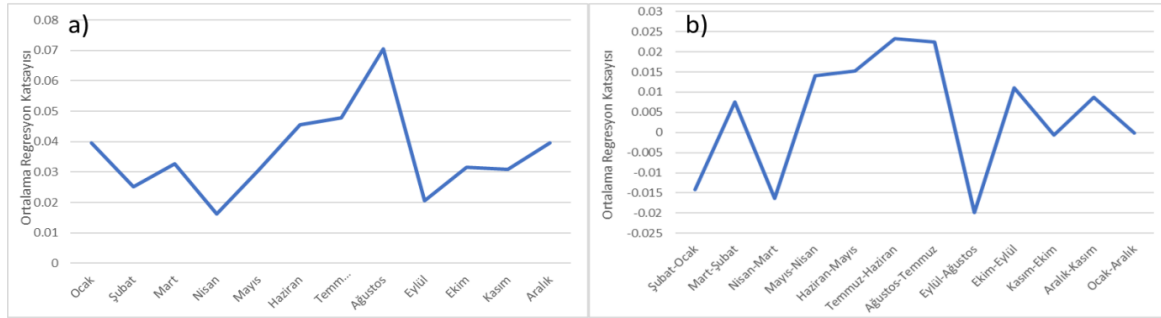
Ocak-Aralık sıcaklık farkları tüm Türkiye’de negatif değerler gösterir. Bu sıcaklık farklarının regresyon analizi sonuçları incelendiğinde, Türkiye’nin güneybatı yarısı ile Orta-Doğu Karadeniz kıyıları ve Van Gölü çevresindeki istasyonlarda negatif, geriye kalan kısmında ise pozitif regresyon katsayılarının belirlenmiştir. Örnek olarak Uludağ (Şekil 17a) ve Elbistan (Şekil 17b) istasyonları verilebilir. Bu dönemde elde edilen regresyon katsayıları da Türkiye’nin hiçbir yerinde istatistiksel olarak anlamlı değildir (Şekil 13).

4. Tartışma ve Sonuç

Eğilim analizleri sonucunda, Türkiye’de aylık ortalama sıcaklıkların genel olarak artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç bu konuda Türkeş vd., (2002), IPCC (2013), İçel ve Ataol (2014)) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarıyla da örtüşmektedir. Ancak, şubat ayında Batı Karadeniz, mart ayında tüm İç Anadolu ve çevresi ile nisan ayında Doğu Karadeniz ve çevresindeki istasyonlarda istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif eğilimler belirlenmiştir. Bu durum, genel sıcaklık artma eğiliminin, ilkbahar aylarında Türkiye’nin özellikle kuzey yarısı için tam olarak geçerli olmadığını göstermektedir. Benzer sonuçlar, daha önce de Türkeş vd. (2002) tarafından da bildirilmiştir.

Çalışma sonuçlarının incelenen periyotta, Türkiye’deki sıcaklık eğilimini karakterize etmekte yeterli olduğu görülmektedir. Fakat bu bölgelerde sıcaklıkların istatistiksel olarak anlamlı olmasa da azalma eğilimi göstermesi üzerinde durulması gereken bir konudur. Bu çalışmada sıcaklık azalması tespit edilen sahalarda, Yılmaz (2018) tarafından aylık yağış eğilimlerinin incelendiği çalışmada yağış artışları olan sahalarda ile çakışmaktadır. Bu durum, yağış artışı olan sahalarda gelen enerjinin bir kısmının artan yağışın buharlaşması için harcanıp harcanmadığı sorusunu akla getirmektedir. Bundan sonra Türkiye’deki sıcaklık eğilim gruplarının ve özelliklerinin analiz edilmesi, tartışılması gerekmektedir.

Türkiye’deki sıcaklık artışının özet bir şekilde tanımlanması için tüm istasyonlara ait regresyon katsayılarının ortalaması alınıp değerlendirildiğinde en yüksek değerlerin ağustos ayında olduğu görülmüştür. En düşük regresyon katsayıları ise geçiş dönemlerinde yani ilkbahar ve sonbahar aylarında belirlenmiştir. Kış aylarındaki regresyon katsayıları yüksek olsa da yaz aylarına göre düşüktür (Şekil 18a, Çizelge 1). Bu durumun, su açığı ve kuraklıkla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü kurak dönemde sıcaklık artış oranları da yükselmektedir.



Şekil 18: Çalışmada Verileri Kullanılan Meteoroloji İstasyonlarına Göre Yapılan Regresyon Katsayısı Ortalamaları, a) Aylık Ortalama Sıcaklıkların Regresyon Katsayısı Ortalamaları, b) Aylık Sıcaklık Farklarının Regresyon Katsayısı Ortalamaları

Çizelge 1: Çalışmada Verileri Kullanılan Meteoroloji İstasyonlarında Aylara Göre Regresyon Katsayıları

Regresyon Katsayısı	Aylar												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Minimum	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	0.00	-0.03	0.00	-0.06	-0.05	-0.04	0.00	
Maksimum	0.11	0.13	0.13	0.06	0.07	0.09	0.10	0.13	0.09	0.10	0.08	0.09	
Ortalama	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.05	0.05	0.07	0.02	0.03	0.03	0.04	

Bu bağlamda yıl içinde Türkiye’de -0,06 ile 0,13 arasında regresyon katsayıları belirlenmiştir. Bu da Türkiye geneli için yıllık ortalama sıcaklık artış miktarı olarak düşünülebilir. En düşük değer negatif olmasına rağmen bu değerler genel olarak istatistiksel olarak anlamlı değildir. En yüksek değer ise istatistiksel olarak anlamlıdır ve sıcaklık artışının 100 yılda bazı istasyonlarda ağustos ayı için 13 °C’a yaklaşabileceğini göstermektedir.

Eğilimler incelendiğinde, istasyonların tamamında haziran, ağustos ve aralık aylarında pozitif regresyon katsayılarının belirlendiği görülmektedir (Çizelge 1). Diğer aylarda ise negatif regresyon katsayıları da belirlenmiş, bu değerlerin sınırlı sayıda istasyonda görüldüğü ve genel eğilimi bozmadıkları anlaşılmıştır. Diğer yandan en düşük regresyon katsayısı eylül, en yüksek regresyon katsayısı ise eylül ve ağustos aylarında belirlenmiştir.

Regresyon katsayılarının coğrafi bölgelere göre ortalamaları alınıp incelendiğinde Türkiye genelinden farklı sıcaklık artış gruplarının olduğu anlaşılmıştır (Şekil 19, Çizelge 2, Şekil 26). Bu eğilimler sınıflandırıldığında Türkiye’de genel olarak 4 farklı tip sıcaklık artış eğilim grubu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2: Çalışmada Verileri Kullanılan Meteoroloji İstasyonlarının Coğrafi Bölümlere Göre Regresyon Katsayısı Ortalamaları ve İstatistiksel Anlam Seviyeleri

Coğrafi bölüm	Aylara göre regresyon katsayısı ortalamaları											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Doğu Karadeniz	0.038	0.019	0.028	-0.007	0.012	0.031	0.035	0.062**	0.021	0.027	0.02	0.04
Orta Karadeniz	0.04	0.009	0.022	0	0.021	0.036*	0.055**	0.083**	0.038**	0.035	0.018	0.037
Batı Karadeniz	0.028	0.004	0.013	0.002	0.023	0.032*	0.052**	0.079**	0.025	0.025	0.026	0.03
Çatalca-Kocaeli	0.022	0.019	0.04	0.021	0.04**	0.049**	0.068**	0.088**	0.035**	0.033	0.032	0.026
Yıldız Dağları	0.018	0.02	0.021	0.02	0.033*	0.041**	0.062**	0.078**	0.007	0.032	0.037	0.011
Ergene	0.013	0.021	0.032	0.013	0.032*	0.043**	0.061**	0.088**	0.018	0.032	0.04	0.008
Güney Marmara	0.014	0.01	0.02	0.01	0.031*	0.038**	0.056**	0.083**	0.021	0.026	0.024	0.025
Kıyı Ege	0.025	0.015	0.024	0.028	0.039**	0.056**	0.063**	0.083**	0.031	0.045*	0.036	0.037
İç Ege	0.032	0.017	0.016	0.014	0.039*	0.047**	0.065**	0.094**	0.022	0.029	0.038	0.048*
Antalya	0.029	0.02	0.024	0.021	0.035*	0.05**	0.049*	0.073**	0.02	0.024	0.03	0.04
Adana	0.032	0.022	0.028	0.021	0.029	0.04**	0.039**	0.05**	0.017	0.039	0.034	0.033
Yukarı Sakarya	0.042	0.01	0.019	0.015	0.044**	0.05**	0.064**	0.095**	0.023	0.023	0.026	0.046
Konya	0.047	0.016	0.03	0.017	0.042**	0.056**	0.063**	0.092**	0.032	0.037	0.038	0.056
Orta Kızılırmak	0.059	0.018	0.032	0.013	0.031	0.05**	0.049**	0.078**	0.024	0.028	0.032	0.049
Yukarı Kızılırmak	0.06	0.02	0.041	0.004	0.015	0.039**	0.034	0.06**	0.012	0.024	0.023	0.04
Yukarı Fırat	0.072	0.053	0.046	0.016	0.021	0.046**	0.029	0.051*	0.006	0.027	0.031	0.04
Erzurum-Kars	0.078	0.111**	0.09**	0.013	0.025	0.053**	0.024	0.046*	0.022	0.062**	0.053*	0.059
Yukarı Murat	0.072	0.099**	0.107**	0.047*	0.026	0.05**	0.026	0.04**	0.008	0.04**	0.045	0.075
Van Gölü	0.043	0.052	0.064	0.019	0.024	0.04	0.014	0.029	0	0.026	0.019	0.04
Hakkâri	0.047	0.033	0.047	0.017	0.025	0.045*	0.022	0.05**	0.032	0.034	0.048	0.043
Orta Fırat	0.046	0.031	0.041	0.034	0.038*	0.056**	0.048**	0.05**	0	0.021	0.032	0.043*
Dicle	0.05*	0.041	0.045*	0.034	0.04	0.056**	0.038*	0.047**	0.004	0.029	0.03	0.044

Not: ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$ düzeyinde anlamlılık seviyesini göstermektedir. İşaret olmayan değerlerin hipotez testi sonucu (p değeri) 0,1’de büyüktür.

1. Tip Sıcaklık Artış Eğilim Grubu: Yaz aylarında yüksek, kış aylarında düşük regresyon katsayılarının yer aldığı ve Türkiye için klasik tip olarak belirtilebilecek sıcaklık artış eğilim grubudur (Şekil 19, Şekil 26). Antalya, Kıyı Ege, Güney Marmara, Çatalca ve Kocaeli, Ergene ve Yıldız Dağları bölümlerinde görülmektedir. Bu bölümlerde tüm aylarda sıcaklıklar yükselmekte, sıcaklık değerlerinin yüksek olduğu dönemdeki (nisan-eylül) sıcaklık artışları en yüksek değere ağustos ayında ulaşmaktadır. Bu sahalarda, incelenen istasyonlar itibarıyla, sıcaklık yıl boyunca $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’ın altına inmemektedir (Atalay, 2010:457). Aynı zamanda bu sahalarda Akdeniz yağış rejimine sahiptir. Yağışın büyük bir kısmı kış aylarında ve yağmur şeklinde düşmekte, yaz aylarında ise kuraklık söz konusu olmaktadır (Erinç, 1957:125; Koçman, 1993:54). Diğer yandan bu sahalarda Yılmaz ve Çiçek (2016) tarafından Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre yazın şiddetli su noksanı olan sahalarda belirtilmiştir. Dolayısıyla bu sahalardaki sıcaklık artışı, yağışlı dönemde düşük, kurak olan yaz döneminde yüksektir. Buradan hareketle yağışlı dönemde gelen enerjinin bir kısmının sıcaklık artışı yerine ortamdaki (akışa geçen su, yüzeydeki sular, topraktaki su vb.) suyun buharlaşması için kullanıldığı ve bu nedenle sıcaklık artışının düşük olduğu söylenebilir.

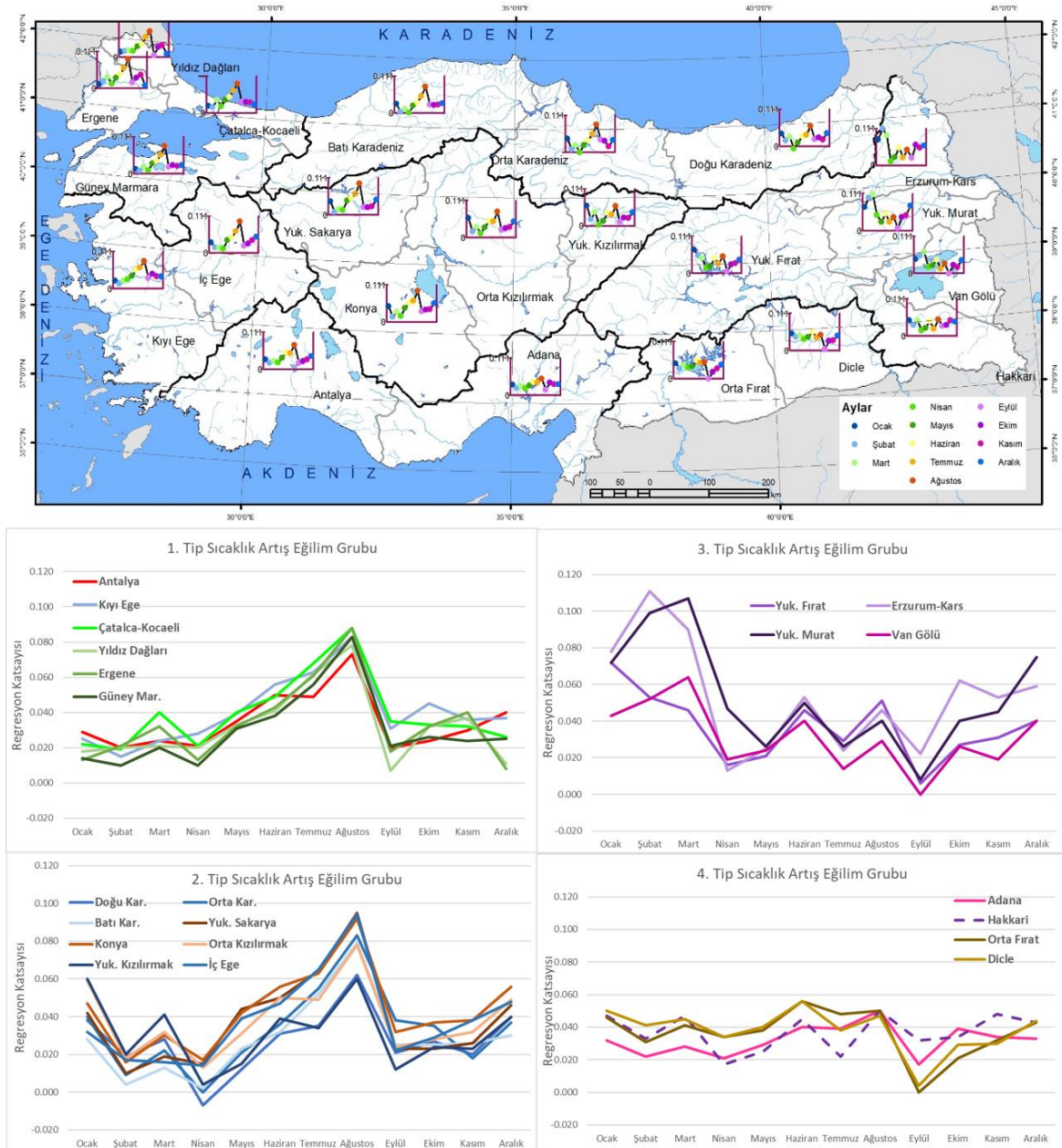
2. Tip Sıcaklık Artış Eğilim Grubu: Kış ve yaz aylarında yüksek, geçiş mevsimlerinde ise düşük regresyon katsayıları ile karakterize edilen tiptir (Şekil 19, Şekil 26). İç Ege Bölümü, İç Anadolu Bölgesi ve Karadeniz Bölgesi’nin tüm bölümlerinde (kıyıları haricinde) görülmektedir. Yaz aylarındaki sıcaklık artış eğilimleri kış aylarına göre daha yüksektir. Bu sahalarda, genel olarak kışın sıcaklığın $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’ın altına indiği, geçiş mevsimlerinde $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’ın çevresinde olduğu, yazın yükseldiği yerlerdir (Atalay, 2010:457, Elibüyük ve Yılmaz, 2012). Kış mevsiminde yağışların bir kısmı kar

şeklinde düşse de kar yağışı miktarı Doğu Anadolu Bölgesi’ne göre düşüktür. Bu grup, sıcaklığın 0 °C’ın altında olduğu, yağışın kar şeklinde düştüğü dönem ile sıcaklığın çok yüksek olduğu, nispeten kurak dönemde yüksek, geçiş dönemlerinde ise düşük sıcaklık artış eğilimi göstermektedir.

3. Tip Sıcaklık Artış Eğilim Grubu: Doğu Anadolu Bölgesi’nin Yukarı Murat, Erzurum-Kars ve Yukarı Fırat ve Van Bölüm’lerinde belirlenmiştir. (Şekil 19, Şekil 26). En belirgin özellik soğuk döneminde çok yüksek, sıcak dönemde ise düşük sıcaklık artışlarının görülmesidir. En yüksek sıcaklık artışları ocak ve şubat aylarında görülmektedir. Bu sahalarda, kış aylarında sıcaklık -10 °C’ın altına kadar inebilmekte ve yağışlar kar şeklinde düşmektedir (Atalay, 2010:457,510; Elibüyük ve Yılmaz, 2012). Kar, çok uzun süre yerde kalmaktadır (Erinç, 1984:345). Bu duruma göre, bu sahalardaki sıcaklık artışı, karın yerde kaldığı, sıcaklığın düşük olduğu dönemlerde yükselmekte, karların eridiği, yağışların yağmur şeklinde düştüğü bahar ve yaz aylarında düşmektedir.

4. Tip Sıcaklık Artış Eğilim Grubu: Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde ve Adana Bölümü’nde görülmektedir (Şekil 19, Şekil 26). Tüm aylardaki artış oranları birbirine benzemekte, yaklaşık regresyon katsayıları görülmektedir. Fakat ağustos ve eylül ayları, sırasıyla maksimum ve minimum regresyon katsayılarının belirlendiği aylar durumundadır. Bu sahalarda, sıcaklıkların yıl boyunca 0 °C’ın üzerinde seyrettiği (Atalay, 2010:457; Elibüyük ve Yılmaz, 2012), kurak ve yarı kurak sahalardan oluşmaktadır (Yılmaz ve Çiçek, 2016). Yıl boyunca benzer sıcaklık artış oranlarının izlendiği eğilim grubunun, genel olarak sıcaklığın 0 °C’ın altına inmediği, kurak sahalarda görüldüğü anlaşılmaktadır.

Doğu Anadolu Bölgesi’nde yer alan Hakkâri Bölümü, çalışılan dönem için sadece 1 istasyonun verisi değerlendirildiğinden (Hakkâri istasyonu), dördüncü sıcaklık artış eğilim grubunda gibi görülmektedir. Fakat Hakkâri istasyonu, vadi içinde yer almakta ve tam olarak Hakkâri Bölümü’nü karakterize etmemektedir. Bu nedenle bölümün tam olarak bu tipe uymadığı, üçüncü ve dördüncü tipler arasında bir geçiş özelliğine sahip olduğu, üçüncü tipe benzer bir özellik göstermesi gerektiği söylenebilir.

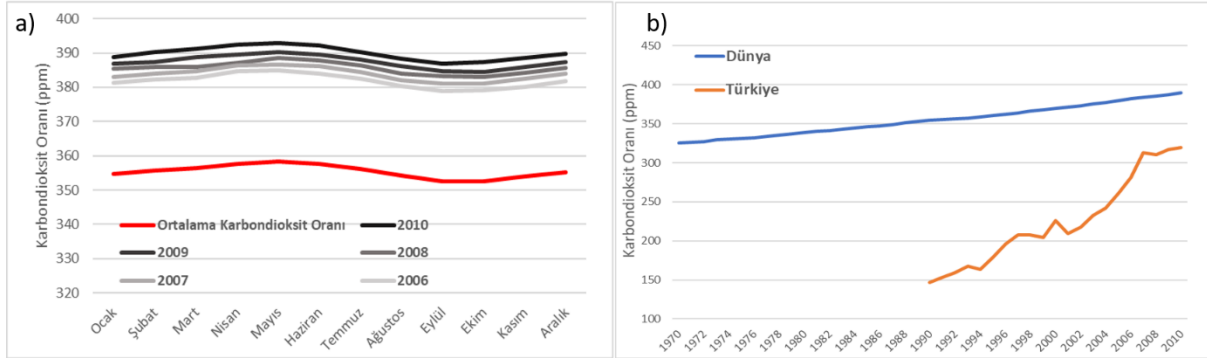


Şekil 19: Çalışmada Verileri Kullanılan Meteoroloji İstasyonlarının Coğrafi Bölümlere Göre Aylık Sıcaklık Eğilim Grup Haritası ve Grafikleri (Grafiklerde dikey eksen regresyon katsayısı ortalamasını ifade etmektedir.)

Bu çalışmada, Keban ve Karakaya barajları çevrelerinde, kış aylarındaki sıcaklık artışlarının diğer sahalara göre yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bilindiği üzere bu barajlar kuruldukları bölgedeki iklim parametrelerinde değişimler oluşturmakta, nemlilik oranlarını arttırmakta, maksimum sıcaklıkları düşürmekte ve minimum sıcaklıkları yükseltmektedir (Tonbul, 1986; Bulut vd., 2006; Şengün, 2007; Kum, 2016). Fakat bu değişimin çok genel bir parametre olan ortalama sıcaklıklara yansımaları oldukça önemli bir durumdur. Su yüzeyi oluşturmanın ve daha genel bir ifade ile arazi örtüsü değişiminin iklimi etkilediğinin açık bir göstergesidir.

Cevaplanması gereken diğer bir soru, Türkiye’de sıcaklıkların neden her yerde ve yılın tamamında aynı oranda artmadığı sorusudur. Bu sorunun cevabının bulunmasında atmosferdeki sera gazlarının ve özellikle karbondioksit oranının değişiminin incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Bilindiği gibi dünya ve Türkiye’de karbondioksit oranları sürekli yükselmektedir (Şekil 20b, TÜİK’den alınan karbondioksit oranlarının 2000 yılı öncesindeki değerlerinin hatalı olduğu düşünülmektedir. Zira 1900’lü yılların başında bile bu değer dünyada 270 ppm civarındadır.). Bu

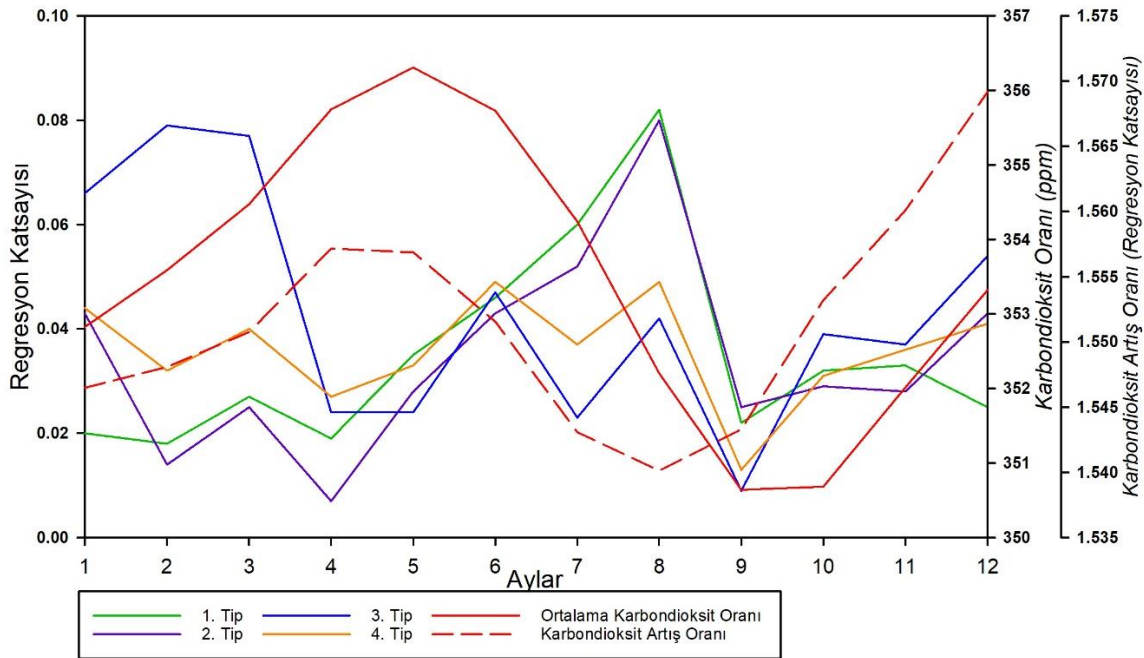
durumun, Türkiye ve dünyada genel sıcaklık artışına yol açtığı bilinmektedir. Karbondioksit ve genel anlamda sera gazı salımındaki artışa bağlı olarak sıcaklıkların daha yükseleceği anlaşılmaktadır.



Şekil 20: a) Mauna Loa’da Ölçülen Aylık Ortalama Karbondioksit Oranları ve Uzun Yıllık Ortalaması (1971-2010), b) Dünya’da (Mouna Loa) ve Türkiye’deki Ölçülen Yıllık Kardondioksit Oranları (Kaynak: TÜİK - http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019 ve Dünya Karbondioksit Oranları- <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/dv/data/index.php?site=mlo>)

Mauna Loa istasyonunda karboindioksit oranlarının aylara göre dağılışı incelendiğinde, en düşük emisyon oranlarının eylül ayında, en yüksek emisyon oranlarının mayıs ayında olduğu görülmektedir (Şekil 20a). Karbondioksit artış oranları da benzer bir durum gösterse de en düşük artışlar ağustos ayına denk gelmektedir (Şekil 21).

Türkiye’de eylül ayında belirlenen en düşük sıcaklık artış oranları, genel karbondioksit oranları ile örtüşmekte, diğer aylardaki sıcaklık artışları ile karbondioksit oranları birbiri ile paralel gitmemekte, farklılıklar oluşmaktadır. Benzer özellikler sıcaklık artış oranları ile karbondioksit artış oranlarının karşılaştırılmasında da görülmektedir. Karbondioksit oranının ve karbondioksit artış oranlarının maksimum olduğu mayıs ayı genel olarak tüm Türkiye’de düşük sıcaklık artış oranları ile temsil edilmekte, bölgesel olarak farklı sıcaklık artış tipleri görülmektedir. Bu durum, uzun yıllık sıcaklık artışlarının karbondioksit oranına bağlı olduğu, yıl içindeki sıcaklık artış oranlarının başka faktörler tarafından denetlendiğini göstermektedir.



Şekil 21: Dünya’da (Mauna Loa istasyonunda) Aylık Ortalama Karbondioksit Oranları (1958-2017) ve Türkiye’deki Sıcaklık Eğilim Grubu Karşılaştırmaları

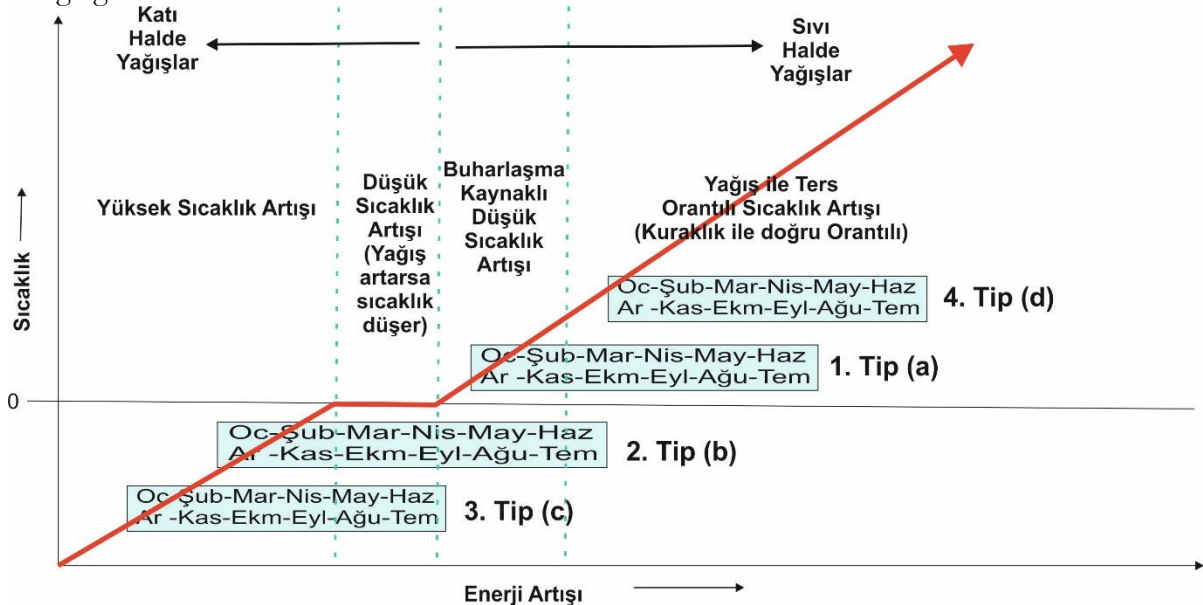
Dünya genelindeki aylık sıcaklık artış ortalamaları incelendiğinde, en yüksek artışların haziran, temmuz ve eylül aylarında, en düşük artışların ocak ve aralık aylarında olduğu görülmektedir (Mohorji, Şen ve Almazroui, 2017). Hem dünyada sıcaklık artış oranları hem de Türkiye’de belirlenen aylık sıcaklık artış eğilim grupları tipleri, aylık karbondioksit oranları ile açıklanabilecek bir durum değildir. Bölgesel olarak farklılaşan bu durumu oluşturan ana faktör nedir? Bu soru üzerine düşünüldüğünde Türkiye için;

1-Birinci tipte, yağışlı dönemlerde sıcaklık artış oranı düşüktür. Aynı şekilde yıl boyunca kurak olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde de sıcaklık artış oranı çok fazla değişmemektedir. Öyleyse bir sahadaki yağış, sıcaklık artış oranlarına etki etmekte, yağışlı olan dönemlerde sıcaklık artış oranları düşmektedir. Bu durum Çin’in güneyinde gözlenmiş, özellikle yaz yağışlarının alındığı nisan-eylül arasında sıcaklık artış oranlarının düşük olduğu belirlenmiştir (Fischer vd., 2010)

2-Sıcaklığın 0 °C’ın altına inemediği (ikinci tip) ve sıcaklığın uzun müddet 0 °C’ın altında kaldığı (üçüncü tip) sahalarda, kış aylarındaki sıcaklık artış oranları yükselmektedir. Bu sahalarda sıcaklığın 0 °C civarında olduğu dönemlerde ise sıcaklık artış oranları düşmektedir. Öyleyse, sıcaklığın 0 °C altında olduğu dönemlerde yüksek sıcaklık artış oranları görülmektedir. Benzer durum Himalayalar’da, Antarktika’da ve Kanada’da da görülmüş, kış mevsiminde yüksek sıcaklık artışları belirlenmiştir (Fischer vd., 2010; Liu ve Chen, 2000; Turner vd., 2005).

3-İkinci ve üçüncü tipte, kar yağışının olduğu dönemlerde sıcaklık artış oranları yükselmekte, karın erime dönemlerinde sıcaklık artış oranları düşmektedir. Bu açıdan bakıldığında, kar yağışının olduğu dönem ve sahalarda sıcaklıklardaki artış oranlarının yükseldiği anlaşılmaktadır. Günümüzde kar yağışları ile karakterize edilen Alp Dağları için yapılan projeksiyonlarda, 2069-2098 yılları arasında sıcaklıkların artacağı ve İç Anadolu’ya benzer şekilde, kış ve yaz aylarında daha fazla artış eğilimlerinin görüleceği anlaşılmaktadır (Gobiet vd., 2014). Karın erime dönemlerinde, gelen enerjinin karın eritilmesi için kullanılması nedeniyle sıcaklıklar düşük olmaktadır.

4- Türkiye’de genel anlamda ağustos ayında yüksek sıcaklık artış oranları belirlenmiştir. Bu durum Akdeniz havzasındaki başka yerlerde de görülmüştür (Miró vd., 2006). Bu ayda tüm Türkiye’de kurak koşullar yaşanmakta, sıcaklık artış oranlarının kuraklıkla doğrusal bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir.

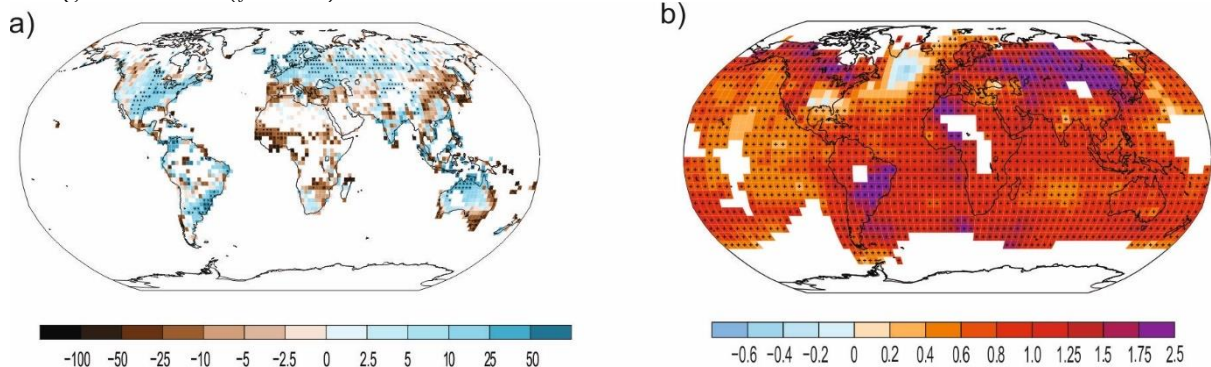


Şekil 22: Türkiye’deki Sıcaklık Eğilim Gruplarının Gizli Isı Grafisindeki (Suya ait) Konumları

Bu mantıksal değerlendirmeler bize gizli ısıyı işaret etmektedir. Gizli ısı, suyun hal değişimi esnasında kullandığı enerjidir. Burada yağış esnasında atmosferden alınan ya da atmosfere verilen enerji düşünülmemelidir. Buradaki gizli ısı, yeryüzünde çeşitli şekillerde bulunan suların, hal değişimleri esnasında (buharlaştırma, erime, donma) atmosferden aldıkları ve atmosfere verdikleri

enerji anlaşılmalıdır. Bu açıdan bakıldığında, Türkiye’de bir sahadaki sıcaklık artışı iki duruma bağlı gibi görünmektedir (Şekil 22). Bulardan ilki mutlak sıcaklık durumudur. Mutlak sıcaklık 0 °C’ye yakınsa, o saha ya da zamandaki sıcaklık artışı azalmakta, 0 °C’dan uzaklaştıkça sıcaklık artış oranları yükseltmektedir. Diğer etki ise, yağış durumu ile ilgilidir. Bir sahada ya da zamanda, sıvı halde yağışın varlığı, sıcaklık artış oranını düşürmektedir. Katı halde yağışlarda ise sıcaklıklar artmaya devam edebilmektedir. Ancak, bu katı yağışların sıvı hale geçmesi esnasında sıcaklık artış oranı düşmektedir. Yukarıda yapılan tartışmalar genel yorumları içermekte, gizli ısının sıcaklık artış oranlarını etkilediğine dair ipuçları olduğu anlaşılmaktadır. Gizli ısının gerçekten sıcaklık artış oranlarını etkileyip etkilemediğinin anlaşılabilmesi için, yağış, buharlaşma, sıcaklık ve kar yağışlarına bağlı bilgiler elde edilerek, bu hipotezin test edilmesi gerekmektedir, bu da yeni bir çalışma yapmayı gerektirmektedir. Buna rağmen, sadece IPCC raporuna bakarak (IPCC, 2013) bunun üzerine tartışıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır:

1-Sıcaklıkların 1901-2012 yılları arasında en fazla arttığı yerler içinde Sibirya ve Kanada çevresi bulunmaktadır. Bu sahalar, çok düşük sıcaklıkların yaşandığı, karla örtülü gün sayısının çok yüksek olduğu sahalardır (Şekil 23).



Şekil 23: Dünyadaki Sıcaklık ve Yağış Değişimleri: a) 1950-2010 yılları arasında her 10 yıldaki yağış değişimi (mm) b) 1901-2010 yılları arasındaki sıcaklık anomalileri (°C) (Kaynak: IPCC, 2013)

2-Sahra’daki sıcaklık artışı, ekvatorial bölgeden daha yüksektir. Bu durum, kurak sahalardaki sıcaklık artışının yüksek olduğunu göstermektedir (Şekil 23).

3-Kuzey Amerika’nın doğusu ile Avustralya ve Kuzey Avrupa’da yağışların arttığı bölgelerde sıcaklık artışları düşük değerler göstermekte, hatta ABD doğusunda azalma eğilimleri görülmektedir. Türkiye’nin kuzey yarısında ve Güneydoğu Asya’da da yağışların arttığı bölgelerde sıcaklık artış oranları düşmektedir (Şekil 23).

4-Ekvatorial bölgelerde sıcaklık artış oranları diğer bölgelere göre düşük kalmaktadır. Bu bölgede sıcaklıkların yüksek olmasına rağmen düşük artış oranlarının görülmesi, bu sahada enerjinin buharlaşma için harcanabildiğini işaret etmektedir. Asfaw vd. (2018) tarafından Etiyopya için yapılan ve aylık sıcaklık eğilimleri ve yağış miktarlarının belirtildiği çalışmanın sonuçları gizli ısıdan söz edilmese de bu durumu desteklemekte, yağışın yüksek olduğu dönemlerdeki sıcaklık artış oranlarının düştüğüne dikkat çekilmektedir. Bilindiği üzere Ekvatorial sahalarda yağışlar oldukça yüksektir ve enerjinin bir kısmı buradaki yağışların buharlaşması için kullanılabilir.

Türkiye’de, İçel ve Ataol (2014) tarafından yapılan ve yıllık sıcaklık ve yıllık yağış toplamı eğilimlerinin incelendiği çalışmada da yağışların arttığı bölgelerdeki sıcaklık artış eğilimi oranı diğer bölgelere göre düşük bulunmuştur. Bu durumda yağış ve sıcaklık artış eğilimleri arasında bir ilişkinin olabileceğini göstermektedir.

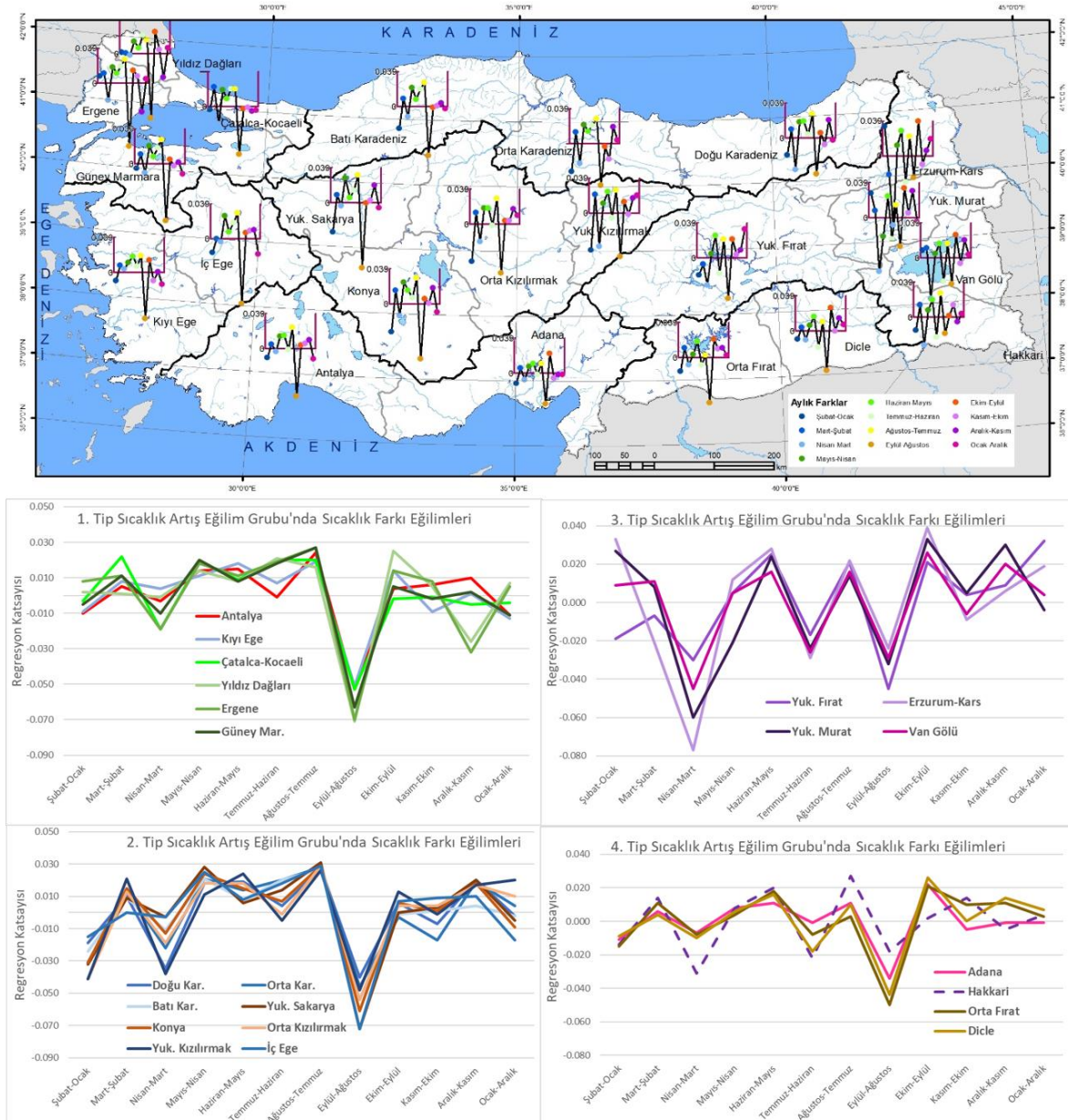
Sıcaklık artışının gizli ısı tarafından denetlenmesi, sadece günümüz iklimindeki değişikliklerde etkili olmamalıdır. Pleistosen boyunca, buzul ve buzularası dönemlere giriş ve çıkışta da etkili olmalıdır. Bu da çeşitli iklimsel farklılıkların oluşmasına neden olacaktır. Mesela, buzul döneminden çıkışta, buzul, kar örtüsü erimesi ve toprak donunun çözülmesi için büyük bir enerji harcanacak, dolayısıyla normalde ısınma eğilimi görülürken ani bir soğuma ya da duraksama meydana gelebilecektir. Aynı şekilde, buzul dönemine girişte de, toprağın donması, buzul oluşumu ve kar

oluşumu esnasında, su hal değişimine uğrayacak ve bu esnada dışarıya enerji verecek, bu da soğuma eğilimi olan bir dönemde sıcaklık artışına neden olacaktır.

Çalışmada, cevap verilmesi gereken diğer bir soru ise sıcaklık açısından aylık geçişlerde bir değişim olup olmadığıdır. Bu açıdan bakıldığında Türkiye genelinde iki ardışık ay arasındaki sıcaklık farklarındaki eğilim ortalamalarına göre en yüksek regresyon katsayıları temmuz-haziran döneminde belirlenmiş ve 0,02’nin üzerinde olmuştur. En düşük regresyon katsayıları ise kasım-ekim ayı sıcaklık farklarında belirlenmiştir (Şekil 18b). Regresyon katsayılarının pozitif ve negatif çıkması, ısınma ve soğuma açısından hangi dönemde olduğuna göre değişmektedir. Isınma döneminde (şubat-temmuz), iki ay arasında sıcaklık farkı pozitif çıkacağından, negatif bir regresyon katsayısı iki ay arasında sıcaklık farkının azaldığını, pozitif bir katsayı ise farkın arttığını ifade edecektir. Tam tersi olarak, soğuma döneminde de (ağustos-ocak) iki ay arasındaki fark negatif çıkacağından, negatif bir katsayı farkın arttığını, pozitif bir katsayı ise farkın azaldığını ifade edecektir. Farkın azalması ya da artması, iki ay arasındaki geçiş hakkında bilgi verecektir. Farkın artması, sıcaklık açısından hızlı bir ısınma ya da soğumayı ve dolayısıyla geçişlerin sertleştiğini ifade edecektir. Farkın azalması ise tam tersi olarak yavaş bir ısınma ya da soğumayı ve yumuşak geçişi simgeleyecektir. Bu açıdan bakıldığında ısınma döneminde Türkiye genelinde şubat-ocak ve nisan-mart ayları sıcaklık farklarının negatif regresyon katsayısına sahip olduğu ve bu aylar arasındaki sıcaklık farkının azaldığı anlaşılmakta, diğer aylarda ise farkın arttığı görülmektedir. Soğuma döneminde ise, sadece eylül-ağustos aylarında negatif, diğer aylarda ise pozitif regresyon katsayıları belirlenmiştir. Buna bağlı olarak da bu dönemde sadece ağustos ve eylül arası geçişin sertleşmeye başladığı diğer dönemlerde ise geçişlerin daha yavaş ve alışıldık olduğu anlaşılmaktadır.

Aylık sıcaklık farklarının eğilimleri, istasyon regresyon katsayılarının coğrafi bölümlere göre ortalaması alınarak (Çizelge 3), yıllık değişimleri incelendiğinde, zikzak çizen grafikler ile karşılaşılır (Şekil 24). Bu grafikler çok belirgin bir değişim olmadığını ifade etmektedir. Grafiklerde negatif ve pozitif değerler birbirini takip etmektedir. Bu grafiklerde coğrafi olarak da farklılaşmalar görülebilmektedir. Erzurum-Kars, Yukarı Murat-Van, Hakkâri, Yukarı Kızılırmak bölümlerinde, negatif-pozitif genliği diğer bölümlere göre daha yüksektir.

Türkiye’de aylık sıcaklık farkları açısından en belirgin dönem, ağustos ve eylül ayları arasındır. Bu iki ay arasındaki sıcaklık farkı negatif olarak çıkmaktadır. Bu değere uygulanan regresyon analizi sonucunda da tüm Türkiye’de negatif regresyon katsayısı elde edilmiştir (Çizelge 3, Şekil 24). Bu aylardaki sıcaklık eğilimleri incelendiğinde, her ikisinde de sıcaklık artışlarının olduğu görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 24: Çalışmada Verileri Kullanılan Meteoroloji İstasyonları İtibariyle Coğrafi Bölgelere Göre Aylık Sıcaklık Farkı Eğilim Grupları

Her iki ayın sıcaklıklarında da artma görülmesine rağmen, iki ay arasındaki sıcaklık farklarının istatistiksel olarak anlamlı şekilde artması, ağustos ayındaki sıcaklık artış oranının eylül ayına göre çok yüksek olduğunu, eylül ayındaki sıcaklık artışının bu farkı kapatamadığını göstermektedir. Bu durumda eylül ayındaki sıcaklık artışının diğer aylara göre daha az, ağustos ayındaki sıcaklık artışının ise diğer aylara göre daha yüksek olmasının nedeni açıklanmalıdır.

Çizelge 3: Çalışmada Verileri Kullanılan Meteoroloji İstasyonlarının Coğrafi Bölümlere Göre Aylık Sıcaklık Farkı Regresyon Katsayısı Ortalamaları ve İstatistiksel Anlam Seviyeleri

Coğrafi bölüm	Şubat- Ocak	Mart- Şubat	Nisan- Mart	Mayıs- Nisan	Haziran- Mayıs	Temmuz- Haziran	Ağustos- Temmuz	Eylül- Ağustos	Ekim- Eylül	Kasım- Ekim	Aralık- Kasım	Ocak- Aralık
Doğu Karadeniz	-0.019	0.01	-0.035	0.018	0.019	0.004	0.027	-0.04*	0.006	-0.007	0.02	-0.002
Orta Karadeniz	-0.031	0.013	-0.022	0.021	0.014	0.02	0.028	-0.046**	-0.003	-0.017	0.019	0.004
Batı Karadeniz	-0.024	0.009	-0.011	0.021	0.008	0.02	0.027	-0.054**	-0.001	0.001	0.004	-0.002
Çatalca-Kocaeli	-0.003	0.022	-0.019	0.019	0.009	0.02	0.02	-0.053**	-0.002	-0.001	-0.005	-0.004
Yıldız Dağları	0.002	0.001	-0.001	0.014	0.008	0.021	0.016	-0.071**	0.025	0.005	-0.026	0.007
Ergene	0.008	0.011	-0.019	0.018	0.011	0.019	0.027	-0.07**	0.014	0.008	-0.032	0.005
Güney Marmara Kıyı Ege	-0.005	0.011	-0.01	0.02	0.008	0.018	0.027	-0.063**	0.005	-0.002	0.002	-0.011
İç Ege	-0.009	0.008	0.004	0.011	0.018	0.007	0.019	-0.051**	0.014	-0.009	0.001	-0.013
Antalya	-0.015	0	-0.003	0.025	0.008	0.018	0.029	-0.072**	0.007	0.009	0.01	-0.017
Adana	-0.01	0.005	-0.003	0.014	0.015	-0.001	0.024	-0.053**	0.004	0.006	0.01	-0.011
Adana	-0.011	0.006	-0.007	0.008	0.011	-0.001	0.011	-0.034*	0.022	-0.005	-0.001	-0.001
Yukarı Sakarya	-0.032	0.009	-0.003	0.028	0.006	0.014	0.031	-0.072**	0	0.003	0.02	-0.005
Konya	-0.031	0.015	-0.013	0.024	0.015	0.007	0.029	-0.061**	0.006	0.001	0.018	-0.009
Orta Kızılırmak	-0.041	0.013	-0.019	0.018	0.018	-0.001	0.029	-0.054**	0.004	0.004	0.017	0.01
Yukarı Kızılırmak	-0.041	0.021	-0.038	0.011	0.024	-0.005	0.026	-0.048*	0.013	-0.001	0.017	0.02
Yukarı Fırat	-0.019	-0.007	-0.03	0.005	0.025	-0.017	0.021	-0.045**	0.021	0.004	0.009	0.032
Erzurum-Kars	0.033	-0.021	-0.077*	0.012	0.028	-0.029	0.022	-0.024	0.039	-0.009	0.006	0.019
Yukarı Murat	0.027	0.008	-0.06	-0.021	0.024	-0.024	0.014	-0.032	0.033	0.005	0.03	-0.004
Van Gölü	0.009	0.011	-0.045	0.005	0.016	-0.026	0.016	-0.029	0.026	-0.006	0.02	0.004
Hakkâri	-0.014	0.014	-0.031	0.008	0.02	-0.022	0.027	-0.018	0.002	0.014	-0.005	0.004
Orta Fırat	-0.015	0.011	-0.008	0.004	0.018	-0.008	0.003	-0.05**	0.021	0.01	0.011	0.003
Dicle	-0.009	0.004	-0.01	0.006	0.016	-0.018	0.01	-0.044**	0.026	0	0.014	0.007

Not: ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$ düzeyinde anlamlılık seviyesini göstermektedir. İşaret olmayan değerlerin hipotez testi sonucu (p değeri) 0,1’de büyüktür.

Bu durum, kuraklıkla ilişkili olmalıdır. Su gizli ısı etkisi oluşturarak ısınma ve soğumayı yavaşlatmaktadır. Suyun olmadığı dönemlerde ya da etkisinin olmadığı, çok kurak ve sürekli don olayının görüldüğü sahalarda nemlilik azaldığından gizli ısı etkisi ortadan kalkmakta ve hızlı ısınma ve soğumalar meydana gelmektedir. Bu durum şehir ısı adaları için de benzer şekilde görülmektedir (Schatz ve Kucharik, 2014). Türkiye’de ağustos ayı, en yüksek ısınmanın olduğu dönemdir. Çünkü bu dönemde tüm Türkiye en kurak dönemi yaşanmakta, gelen enerjinin tamamı sıcaklık artışı için kullanılabilir. Eylül ayı ise, yağışın başladığı bir dönemdir (Erinç, 1957:323). Bu dönemde düşen yağış, biriken enerji ile hızlı bir şekilde buharlaşmakta ve gelen enerji gizli ısıya dönüşmekte, eylül ayı sıcaklıkları normalden daha az yükselmektedir.

Bu çalışmada yapılan analizler ve elde edilen bulgulara göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Dünya’daki sıcaklık eğilimlerine benzer şekilde Türkiye’de de aylık ortalama sıcaklıklar yılın genelinde artma eğilimindedir. Bu artma eğilimlerinin anlamlılık değerleri, hiçbir ayda Türkiye’nin tamamını kapsayacak genişliğe ulaşmamıştır. Anlamlı sıcaklık artışları bazı aylarda bölüm ölçeğinde kalmakta, bazı aylarda bölge ölçeğinde bazı aylarda ise birkaç coğrafi bölgeyi kapsayacak şekilde genişlemektedir.

- Regresyon katsayılarının büyümesi, o istasyonda yıllık ortalama sıcaklık artışının derecesini göstermektedir. Bazı istasyon ve aylarda, yüksek regresyon katsayısı belirlenmesine rağmen, bu katsayıya ait anlamlılık değeri düşük çıkmıştır. Aynı ay içerisinde, katsayısı düşük olan istasyonun anlamlılık değeri, katsayısı yüksek olan istasyona göre daha anlamlı olabilmektedir. Bu durum istasyon sıcaklık serisinin varyansı ile ilişkilidir. Varyansı yüksek olan zaman serilerinde, standart hata da yükseldiğinden, anlamlı regresyon katsayılarının belirlenmesi, daha uzun süreli veri setleri ile mümkün olabilecektir.

- Türkiye’de ağustos-eylül ayı sıcaklık geçişleri sertleşmekte buna rağmen, ocak-şubat ve mart-nisan ayları sıcaklık geçişleri yumuşamaktadır.

- Türkiye'nin tamamında en yüksek sıcaklık artışları ağustos ayına denk gelmektedir. Fakat en düşük sıcaklık artışı genel olarak eylül ayındadır. Eylül ayı sıcaklık artışının düşük olması bu dönemdeki yağışlarla ilişkili olmalıdır. Eylül ayında Türkiye genelinde yağışlar başladığından, ağustos ayında olmayan su var olmakta, bu dönemde gelen enerji bu suyun buharlaştırılması için harcandığından direkt olarak sıcaklık artışını engellemekte, genel eğilim sıcaklık artışı yönünde olsa da bu artış azalmaktadır.

- Eğilim analizleri incelendiğinde, Karakaya ve Keban Barajları çevrelerinde özellikle kış aylarındaki sıcaklık artışları istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durum, bu sahadaki barajların oluşturduğu su yüzeyleri ile ilişkili olmalıdır. Su yüzeyleri kış aylarında geç soğuduğundan, baraj gölleri bu sahadaki soğumayı azaltarak sıcaklıklarda yükselmeyi hızlandırmış olabilir.

- Sıcaklık eğilim durumu, bir yerdeki yağış eğilimleri ile de ilişkili olabilmektedir. Yağış artış eğilimi olan sahalarda ve dönemlerde sıcaklık artış oranı düşmekte ya da sıcaklıklar azalmaya başlamaktadır. Bu durum enerjinin, artan yağışı buharlaştırmak amacıyla kullanılmasından kaynaklanmakta bu da sıcaklık artışını yavaşlatmakta ya da sıcaklık düşüşü oluşturmaktadır ki bu durum, bu olayın gizli ısıyla ilişkisini göstermektedir.

- Türkiye’de aylık sıcaklık eğilimleri incelendiğinde, farklı eğilim grupları ortaya çıkmaktadır (Şekil 25, Şekil 26e). Bunlar sırasıyla, sıcak dönemde yüksek sıcaklık artışı olan tip (Şekil 26a), yaz ve kışta yüksek, geçiş dönemlerinde düşük sıcaklık artışı olan tip (Şekil 26b), soğuk dönemde yüksek sıcaklık artışı olan tip (Şekil 26c) ve yılın tamamında aynı artış hızına sahip tip olarak 4 gruptur (Şekil 26d). Bütün eğilim gruplarında eylül ayı sıcaklık artış hızı diğer aylara göre düşükken, en yüksek sıcaklık artış miktarı ağustos ve şubat aylarına denk gelmektedir.

- Sıcaklık artış eğilim grupları tipleri, yıl içindeki aylık mutlak sıcaklık ve yağışa göre sınıflandırılmaktadır. 1.(a) ve 4. (d) tipte sıcaklıklar yılın tamamında 0 °C’ın üzerindedir. 2. (b) ve 3. (c) tipte ise soğuk dönemdeki sıcaklıklar, 0 °C’ın altına inmektedir. 3. tipte kış daha uzundur. İklim değişimine bağlı olarak, herhangi bir yerde bu gruplar zaman içinde de görülebilecektir. Isınma döneminde, 3-2-1-4 sırası takip edilecektir. Soğuma dönemi için belirlenecek grup bunların tersi olmayabilir. Bunun için model ve deneysel çalışma yapmak gerekmektedir.

Şunu belirtmek gerekir ki, sıcaklık artış eğilim grupları tiplerine göre sınıflandırılan sıcaklık artış eğilim bölge sınırları kesin değildir. İstasyon ve bölüm sınırlarına göre çizilmiştir. Kesin sınırların çizimi, ancak çok fazla istasyonla mümkün olabilecektir. Bu nedenle bu çalışmada a grubu sahası içinde, gerçekte c grubu da yer alabilecektir. Örneğin, Akdeniz Bölgesi’nde kıyıdaki, polye ve grabenlerdeki istasyonlar kullanılmıştır. Yüksek dağlık sahalardaki istasyonlar olmadığından bu sahalarda hakkında bilgimiz yoktur. Ama yukarıda söz edilen gizli ısı etkisi nedeniyle, yüksek sahalarda Doğu Anadolu Bölgesi gibi hareket etmesi beklenmektedir. Yine aynı şekilde, Doğu Anadolu Bölgesi içinde yer alan mesela Iğdır civarında da İç Anadolu Bölgesi sıcaklık artış eğilim grubu tipi göstermesi mümkündür. Bu nedenle, bir sahadaki sıcaklık artışı eğilim grubu tipi, o sahadaki mutlak sıcaklık ve yağışlara göre şekillenmekte ve gizli ısıyla göre belirlenmektedir.

- Bahadır, M. (2011). Güneydoğu Anadolu Proje (GAP) Alanında Sıcaklık ve Yağışın Trend Analizi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(16), 46–59.
- Bulut, H., Yeşilata, B. ve Yeşilnacar, M. İ. (2006). Atatürk Baraj Gölü’nün Bölge İklimi Üzerine Etkisinin Trend Analizi ile Tespiti. *GAP V. Mübendislik Kongresi Bildiriler Kitabı, 26-28 Nisan 2006* içinde (ss. 79–86). Şanlıurfa.
- Demir, İ., Kılıç, G. ve Sümer, D. M. C. V. U. M. (2008). Türkiye’de Maksimum, Minimum ve Ortalama Hava Sıcaklıkları ile Yağış Dizilerinde Gözlenen Değişiklikler ve Eğilimler. *TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı 13- 14 Mart 2008* içinde (ss. 69-84). Ankara.
- Deniz, Z. A. ve Gönençgil, B. (2015). Trends of Summer Daily Maximum Temperature Extremes in Turkey. *Physical Geography*, 36(4), 268–281. doi:10.1080/02723646.2015.1045285
- Dünya Karbondioksit Oranları. (2019). Mauna Loa Observatory (MLO), (1958-2017), <https://www.co2.earth/monthly-co2>
- Elibüyük, M. ve Yılmaz, E., 2012, Türkiye’de Sıcaklık Mevsimlerinin Ana Morfolojik Ünitelere Göre Değişimi 1: Ovalar ve Havzalar, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10(2), 165-193.
- Erlat, E. ve Türkeş, M. (2012). Analysis of Observed Variability and Trends in Numbers of Frost Days in Turkey for the Period 1950-2010. *International Journal of Climatology*, 32(12), 1889–1898. doi:10.1002/joc.2403
- Erlat, E. ve Türkeş, M. (2013). Observed Changes and Trends in Numbers of Summer and Tropical Days, and the 2010 Hot Summer in Turkey. *International Journal of Climatology*, 33(8), 1898–1908. doi:10.1002/joc.3556
- Erlat, E. ve Türkeş, M. (2015). Türkiye Rekor Maksimum ve Minimum Sıcaklıklarının Frekanslarında 1950-2014 Döneminde Gözlenen Değişimler ve Atmosfer Koşullarıyla Bağlılıkları. *Ege Coğrafya Dergisi*, 24(2), 29–55.
- Erlat, E. ve Yavaşlı, D. D. (2009). Ege Bölgesi’nde Tropikal Gün ve Yaz Günü Sayılarındaki Değişim ve Eğilimler. *Ege Coğrafya Dergisi*, 18, 1–15.
- Erlat, E. ve Yavaşlı, D. D. (2011). Ege Bölgesi’nde Sıcaklık Ekstremlerinde Gözlenen Değişim ve Eğilimlerin Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(3), 25–37.
- Ezber, Y., Sen, O. L., Kindap, T. ve Karaca, M. (2007). Climatic Effects of Urbanization in İstanbul: A Statistical and Modeling Analysis. *International Journal of Climatology*, 27(5), 667–679. doi:10.1002/joc.1420
- Fischer, T., Gemmer, M., Liu, L. ve Su, B. (2010). Trends in Monthly Temperature and Precipitation Extremes in the Zhujiang River Basin, South China (1961–2007). *Advances in Climate Change Research*, 1(2), 63–70. doi:10.3724/SP.J.1248.2010.00063
- Gobiet, A., Kotlarski, S., Beniston, M., Heinrich, G., Rajczak, J. ve Stoffel, M. (2014). 21st Century Climate Change in the European Alps—A review. *Science of The Total Environment*, 493, 1138–1151. doi:10.1016/J.SCITOTENV.2013.07.050
- Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Eskiöğlü, O., Şensoy, S. ve Yazıcı, B. (2016). GFDL-ESM2M Modeli Temelinde RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Türkiye İçin Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları, 14(2), 77–88. doi:10.1501/Cogbil_0000000174
- İçel, G. ve Ataoğlu, M. (2014). Türkiye’de Yıllık Ortalama Sıcaklıklar ile Yağışlarda Eğilimler ve NAO Arasındaki İlişkiler. *Türk Coğrafya Dergisi*, 28, 55–68.
- IPCC. (2013). Annex IV: Acronyms. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, ... P. M. Midgley (Ed.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* içinde (ss. 1467–1476). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781107415324
- Karaca, M., Tayanç, M. ve Toros, H. (1995). The Effects of Urbanization on Climate of İstanbul and Ankara. *Atmos. Environ., Urban Atmospheres*, 29(3411–3421).
- Kızılelma, Y., Çelik, M. A. ve Karabulut, M. (2015). İç Anadolu Bölgesinde Sıcaklık ve Yağışların Trend Analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (64), 1–10. doi:10.17211/tcd.90494

- Kuglitsch, F. G., Toreti, A., Xoplaki, E., Della-Marta, P. M., Zerefos, C. S., Trke, M. ve Luterbacher, J. (2010). Heat Wave Changes in the Eastern Mediterranean Since 1960. *Geophysical Research Letters*, 37(4). doi:10.1029/2009GL041841
- Kum, G. (2016). Barajların Çevre İklim Etkisi: Keban Barajı Örneği. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 15(1), 193–204.
- Liu, X. ve Chen, B. (2000). Climatic Warming in the Tibetan Plateau During Recent Decades. *International Journal of Climatology*, 20(14), 1729–1742.
- Miró, J. J., Estrela, M. J. ve Millán, M. (2006). Summer Temperature Trends in Mediterranean Area (Valencia region). *International Journal of Climatology*, 26(8), 1051–1073. doi:10.1002/joc.1297
- Mohorji, A. M., Şen, Z. ve Almazroui, M. (2017). Trend Analyses Revision and Global Monthly Temperature Innovative Multi-Duration Analysis. *Earth Systems and Environment*, 1(1), 9. doi:10.1007/s41748-017-0014-x
- Önol, B. ve Semazzi, F. H. M. (2009). Regionalization of Climate Change Simulations over the Eastern Mediterranean. *Journal of Climate*, 22(8), 1944–1961. doi:10.1175/2008jcli1807.1
- Özdemir, H., Ünal, A., Kindap, T., Turuncoglu, U., Durmusoglu, Z., Khan, M., ... Karaca, M. (2011). Quantification of the Urban Heat Island Under a Changing Climate Over Anatolian Peninsula. *Theoretical and Applied Climatology*, 1–8. doi:10.1007/s00704-011-0515-8
- Özdemir, N. (1990). Keban Barajı Oluştuktan Sonra Ekosistemde Meydana Gelen Değişmeler ve Bunun Balıkçılık Bakımından Önemi. *Fırat Üniversitesi Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı* içinde. (ss. 207–212). Elazığ.
- Öztürk, T., Ceber, Z. P., Türkeş, M. ve Kurnaz, M. L. (2015). Projections of Climate Change in the Mediterranean Basin by Using Downscaled Global Climate Model Outputs. *International Journal of Climatology*, 35(14), 4276–4292. doi:10.1002/joc.4285
- Schatz, J. ve Kucharik, C. J. (2014). Seasonality of the Urban Heat Island Effect in Madison, Wisconsin. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 53(10), 2371–2386. doi:10.1175/JAMC-D-14-0107.1
- Schroeder, L. D., Sjoquist, D. L. ve Stephan, P. E. (1986). *Understanding Regression Analysis*. *Journal of Education for Business* (C. 65). London: Sage Publications.
- Tayanç, M. ve Toros, H. (1997). Urbanization Effects on Regional Climate Change in The Case of Four Large Cities of Turkey. *Climatic Change*, 35(4), 501–524. doi:10.1023/a:1005357915441
- Tonbul, S. (1990). Elazığ ve Çevresinin İklim Özellikleri ve Keban Barajının Yöre İklimi Üzerine Olan Etkileri. *Fırat Üniversitesi Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı* içinde (ss. 275–294). Elazığ
- TÜİK. (2019). Sera Gazı Salınımları (1990-2017) www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019
- Türkeş, M. ve Sümer, U. M. (2004). Spatial and temporal patterns of trends and variability in diurnal temperature ranges of Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 77(3), 195–227. doi:10.1007/s00704-003-0024-5
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Demir, İ. (2002). Re-Evaluation of Trends And Changes in Mean, Maximum and Minimum Temperatures of Turkey for the Period 1929–1999. *Int. J. Climatol.*, 22, 947–977.
- Türkoğlu, N., Çalışkan, O., Çiçek, İ. ve Yılmaz, E. (2012). Şehirleşmenin Biyoklimatik Koşullara Etkisinin Ankara Ölçeğinde İncelenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 9(1), 932–955.
- Türkoğlu, N., Çiçek, İ. ve Şensoy, S. (2012). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Meyve Ağaçları ve Tarla Bitkilerinin Fenolojik Dönemlerine Etkileri. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Kitabı* içinde (ss. 151–164). Ankara.
- Türkoğlu, N., Şensoy, S., Aydın, O. (2016). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Elma, Kiraz ve Buğdayın Fenolojik Dönemlerine Etkileri. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 1036. doi:10.14687/ijhs.v13i1.3464
- Turner, J., Colwell, S. R., Marshall, G. J., Lachlan-Cope, T. A., Carleton, A. M., Jones, P. D., ... Iagovkina, S. (2005). Antarctic Climate Change During the Last 50 Years. *International Journal of Climatology*, 25(3), 279–294. doi:10.1002/joc.1130

- Ustaoglu, B. ve Karaca, M. (2009). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Fındık Tarımına Olası Etkileri. *İTÜ Dergisi/d Mühendislik*, 9(3), 153–161.
- Ustaoglu, B. ve Karaca, M. (2014). The Effects of Climate Change on Spatiotemporal Changes of Hazelnut (*Corylus Avellana*) Cultivation Areas in the Black Sea Region, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research (AEER)*, 12(2), 309–324.
- Yılmaz, E., Çalışkan, O., Çiçek, İ. ve Türkoğlu, N. (2012). Türkiye’de Sıcaklık ve Yağışın Düzensizliği 1964-2003. *VII. TÜCAUM Coğrafya Sempozyumu* içinde (ss. 57–67). Ankara.
- Yılmaz, E. (2018). Türkiye’de Aylık Yağış Eğilimleri, Yağış Kaymaları ve Yağış Eğilim Rejimleri. *Journal of Human Sciences*, 15(4), 2066–2091.

Extended English Summary

Introduction

In this study, the monthly average temperature trends in Turkey were examined and the temperature increases and decreases that occurred in the transitions between consecutive months were tried to be determined. For this purpose,

a) Are there significant trends in the monthly average temperatures in Turkey? If there are, in which period and in which regions of Turkey they are distributed?

b) Is there a significant trend in the temperature differences between two consecutive months in Turkey? If there is, to which periods it corresponds? Is there any change in the temperature profile?

c) Do temperature increases show marked groups? What could be the factor controlling the formation of these groups?

Analyses were made on the above questions and these issues were discussed.

Results and Discussion

As a result of the trend analyses, it is seen that the monthly average temperatures generally tend to increase in Turkey. This result is compatible also with the other studies (IPCC, 2013; Icel and Ataol, 2014; Turkes et al, 2002). However, the negative trends which are not statistically significant were determined at the stations in the Western Black Sea Region in February, at the stations in the entire Central Anatolia Region and its surrounding in March and at the stations in the Eastern Black Sea Region and its surrounding in April. This trends show that the general temperature increase trend is not completely valid especially for the northern half of Turkey in the spring months. The similar results had been previously reported by Turkes et al. (2002). However, it is necessary to discuss why the temperatures in these regions tend to decrease, although not statistically significant. The areas where the temperature decrease was observed coincide with the areas with precipitation increases in the study Yılmaz (2018) that the monthly precipitation trends were examined, indicating that some of the energy is spent for the evaporation of increasing rainfall in these area.

When the average of the regression coefficients of all stations was taken and evaluated for defining the temperature increase in Turkey as a summary, it was seen that the highest values occur in August. The lowest regression coefficients, were determined in the transition periods that spring and fall months. The regression coefficient in the winter months are lower than the summer months. This analysis also gives the annual temperature trend groups for Turkey. The regression coefficients between -0,06 and 0,13 were determined for Turkey throughout the year. This can be considered as the annual average temperature increase 13 °C in 100 year for some station in Turkey.

When the trends are examined, it is seen that the positive regression coefficients were determined in June, August and December at all of the stations. In the other months, however, the negative

regression coefficients were determined and it was understood that these values are seen at local regions and do not distort the general trend. The lowest negative regression coefficient was determined in September and the highest positive regression coefficient was determined in February and August.

When the average of the regression coefficients was calculated by sub regions and evaluated, it was understood that there are different temperature trend groups (Figure 1). When these were classified, 4 different temperature trend groups were determined in Turkey.

The first of the temperature trend groups is that the increase rates in summer where high regression coefficients include low regression coefficients in winter and can be identified as classical type for Turkey (Figure 1). This temperature trend group is seen in Antalya, coastal Aegean, southern Marmara, Catalca and Kocaeli, Ergene and Yıldız mountains sub regions. In these regions the temperature increase in the hot period (April-September) reaches the highest value and corresponds to August. In these regions, temperature is not below 0 °c during the year when the surveyed stations are assessed (Atalay, 2010:457). At the same time, these fields have a Mediterranean rainfall regime. Most of the rainfall falls in winter and in the form of rain, while in the summer there is a drought (Erinç, 1957:125; Koçman, 1993:54). According to Yılmaz and Cicek (2016), the type of water deficit is specified as fields by Thornthwaite climate classification. Therefore, the temperature increase in these fields is high in summer period, which is dry. In the rainy period, a portion of the incoming energy is used for evaporation of water in the environment (water flowing, surface waters, soil water, etc.), rather than the temperature increase, and the low temperature increase is determined.

The second type of temperature trend group has high increase in winter and summer and it is characterized by low regression coefficients in transition seasons (Figure 1). This type is seen in all parts of the inner Aegean region, Central Anatolia and Black Sea region (except the shores). This type has temperature increase in the summer months that higher than the winter months. In these fields, temperatures generally are below 0 °C in winter, 0 °C around in the transition season, and high in summer (Atalay, 2010:457). Although some of the precipitation is in snow form in the winter season, the amount of snowfall is little compared to the Eastern Anatolia region. According to these, this trend group has high temperature increases in the relatively dry period and snow season. In transition periods, the temperature trends are not high.

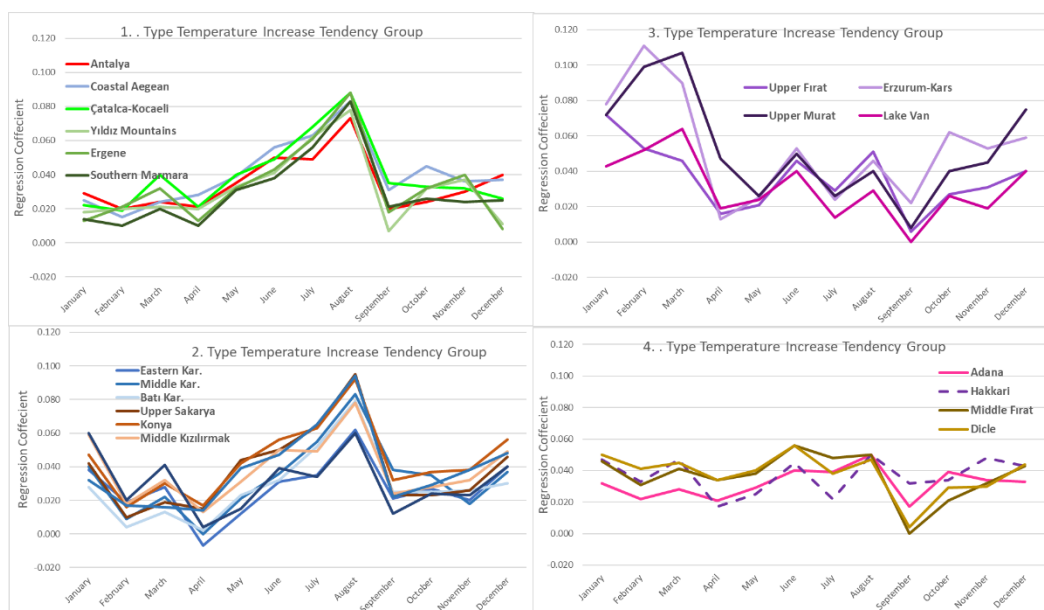


Figure 1: Monthly Temperature Trend Groups in Turkey

The third type of temperature trend group is seen in the Eastern Anatolia region. The trend group has very high increase rate during the cold period and low temperature increases during the hot period. The highest temperature increases in this type are seen in January and February. This trend group was determined in Upper Murat, Erzurum-Kars and Upper Euphrates and Lake Van regions. In these fields, the temperature in winter is below-10 °c and precipitation falls in the form of snow (Atalay, 2010:457,510). The snow remains on land for too long (Erinç, 1984:345). According to these, the temperature is increasing during periods of cold period. In the spring and summer months, where the snow has melted, and rainfall evaporating the increase rate is low.

The fourth type of temperature trend group is seen in the Southeastern Anatolia region and the Adana region (Figure 1, Figure 2). In this group, the rates of increase in all months are similar and approximate regression coefficients are observed. But the month of August and September are the months in which the maximum and minimum regression coefficients are determined, respectively. These fields are composed of dry and semi-arid fields (Atalay, 2010:457), where temperatures are over 0 °c during the year (Yılmaz and Çiçek, 2016). The trend group, where similar temperature increase rates have been seen throughout the year, is generally seen in dry areas where the temperature does not exceed 0 °C.

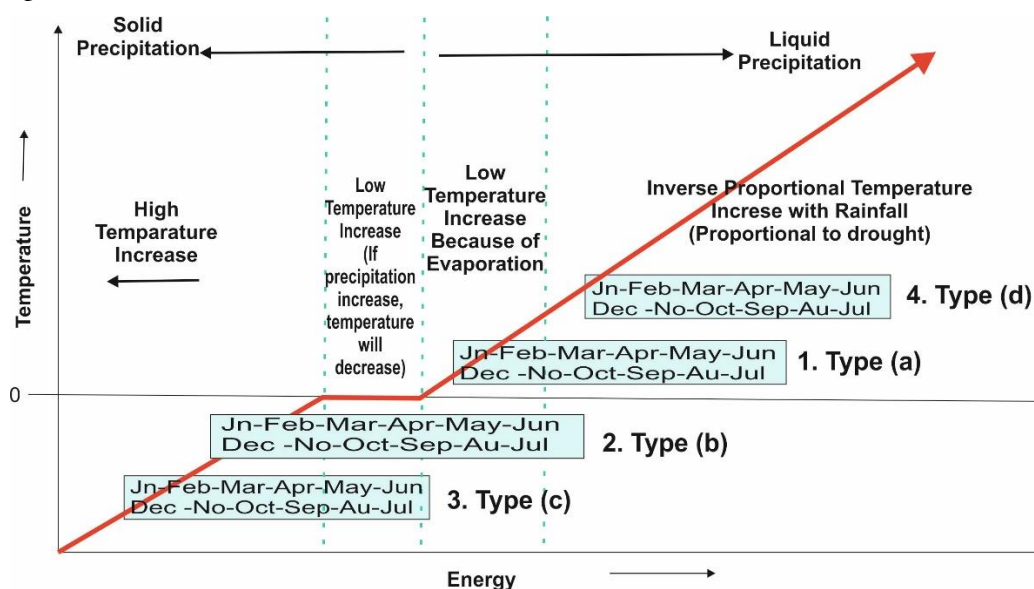


Figure 2: Monthly Temperature Trend Groups With Latent Heat Grappics.

The Hakkari region is considered to be the fourth type of trend group because only 1 station data has been assessed for the working period. But the Hakkari station is located in the valley and does not fully characterize the Hakkari region. It is thought that this section should show a group similar to those of the Eastern Anatolia region, where it has a transitional capability between the third type and the fourth type, which does not exactly conform to this group. In addition to the temperature trend groups, another important conclusion is that in the vicinity of Keban and Karakaya dams, the temperature increases in the winter months are higher than other fields. It is known that these dams create changes in the climate parameters in the region, increase the humidity rates, the maximum temperatures fall, and the minimum temperatures rise (Cloud et., 2006; Sand, 2016; 2007; Tonbul, 1986). But the reflection of this change to average temperatures, which is a very common parameter, is a very important question. It is a clear indication that water surface formation and more generally, land cover change affect the climate.

In the world and Turkey, carbon dioxide rates are continuously rising (The carbon dioxide rates obtained from TÜİK are considered to be incorrect in the values of 2000 years ago. Because even in the early 1900s, this value is around 270 ppm in the world.). This situation describes the overall

temperature increase in Turkey and the world. According to the increase in carbon dioxide and greenhouse gas emissions in general, temperatures will rise more. When the distribution of carbon dioxide rates by months is examined, the lowest emission rates are observed in September, while the highest emission rates are measured in May. The lowest temperature increase rates in Turkey in September are consistent with general carbon dioxide ratios. However, the temperature increases in other months and carbon dioxide rates do not go parallel with each other, the differences are composed. The maximum amount of carbon dioxide in the month of May is generally represented by low temperature increase rates in Turkey, and regional temperature trend groups are observed. This indicates that long-year temperature increases may depend on the carbon dioxide ratio, and the monthly temperature increase in the year is controlled by regional characteristics.

The prescribed monthly temperature trend group types are not a condition that can be explained by monthly carbon dioxide rates. What is the driver factor of these regionally differentiated groups? Considering this question;

1-The rate of temperature increase in the first type, rainy periods is low. In the same way, the temperature increase rate in the Southeastern Anatolia region, which is dry throughout the year, does not change much during the year. In that case, rainfall in a field is affect temperature increase rates, increasing temperature rate is low during rainy periods. 2-The temperature increase in the winter months increases in the field (the third type) where the temperature is below 0 ° C (the second type) and temperatures remain below 0 ° C for a long time. In these fields, temperature increases are decreasing during periods of temperature of over 0 ° C. If so, high temperature increase rates are observed in periods where temperature is below 0 ° C. 3-In the second and third type, the rate of increase in temperature during periods of snow season and dry period, the increase is low in melting period. 4-The determination of high temperature increase in general in August, since this month, all the drought conditions in Turkey, the rate of increase in temperature is a linear relationship with drought shows.

These logical assessments point to us in secret heat. The secret heat is the energy that water uses when changing the state. The energy taken during these changes of State is not increasing the temperature and is used for the change of faz. From this perspective, the temperature increase in a field in Turkey seems to be dependent on two circumstances. The first of the findings is absolute warmth. If the absolute temperature is closer to 0 ° C, the temperature increase in that field decreases, increasing the temperature increases as the distance from 0 ° C. The other effect is related to the rainfall situation. In a field or time, the presence of rainfall in liquids is decreasing the rate of temperature increase. The temperatures can continue to increase in solid rains. However, it decreases the amount of temperature increase during the time that the solid rains become liquid. The above discussions include general comments, and there are clues that the latent heat affects on temperature increase rates. It is necessary to test this hypothesis by obtaining information related to precipitation, evaporation, temperature and snowfall, in order to understand whether the secret heat is actually affecting the temperature increase rates, and this is to make a new study require. Looking at the IPCC report (IPCC, 2013);

1-Temperatures between the years of 1901-2012, the highest increases are in Siberia and Canada. These areas are very low temperatures and the number of snow days is very high. These areas are probably similar to the ones we have seen in the Eastern Anatolia Region and characterized by high temperature rise in the cold period. 2-The temperature increase in the Sahara is higher than the equatorial region. This shows that the temperature increase in arid areas is high. 3-The North America, Australia and Northern Europe in the regions where the precipitation increases, the temperature increases are low, and even in the east of the USA there are decreasing tendencies. Increasing rainfall in the regions where the northern half of Turkey and the in Southeast Asia, temperature increase rate is low too. 4-The temperature increase rates in the equatorial regions are

lower than the other regions and this is associated with high precipitation in this region. It is thought to have a latent heat effect in this area.

The monitoring of the temperature increase by latent heat should not be effective in the changes in only current climate. During the Pleistocene, transition from the glacier time to the interglacial time must also be effected from latent heat. This will lead to various climatic differences. For example, beginning the interglacial period, a great deal of energy is going to be spent on the glacier, snow cover and soil for melting so a sudden cooling or stable conditions may occur when the tendency to warm up is normally observed. Likewise, in the glacial period, during soil freezing, glacial formation and snow formation, thereby giving energy to the atmosphere, resulting an increase in temperature during a cooling-down period or a stable condition.

When the trends in the temperature differences between two consecutive months in Turkey were examined, the highest regression coefficients were determined in the period of July-June and were above 0,02 when the average of Turkey was taken. The lowest regression coefficients, however, were determined in the temperature differences of November-October. The regression coefficients' being positive and negative varies according to the period in terms of heating and cooling. Within the heating period (February-July), as the temperature difference between two months will be positive, a negative regression coefficient will express that the temperature difference between two months has decreased and a positive coefficient will express that the difference has increased. On the contrary, as the difference between two months will be negative also within the cooling period (August-January), a negative coefficient will express that the difference has increased and a positive coefficient will express that the difference has decreased. The decrease or increase of the difference will give information about the transition between two months. The increase of the difference will express a rapid heating or cooling and accordingly a severe transition in terms of temperature. The decrease of the difference, however, will symbolize a slow heating or cooling and soft transition on the contrary. When considered from this point of view, it is understood that the temperature differences of February-January and April-March have negative regression coefficient throughout Turkey within the heating period and the temperature difference between these months decreases and it is seen that the difference increases in the other months. In the cooling period, however, the negative regression coefficients were determined only in September-August and the positive regression coefficients were determined in the other months. Accordingly, it is understood that only the transition between August-September becomes severe and the transitions in the other periods, however, is slower.

When annual trends groups of the monthly temperature differences are examined by taking the average of the station regression coefficients by the geographical sub regions, traverse graphics are encountered. These graphics express that there is no very distinctive change. In the graphics, the negative and positive values follow each other. In these graphics, also geographical differentiations can be seen. The negative-positive amplitude is higher in Erzurum-Kars, Upper Murat, Lake Van, Hakkâri, Upper Kizilirmak than the other sub regions.

The most distinctive period in terms of the monthly temperature differences is between August and September. The temperature difference between these two months is negative. Also as a result of the regression analysis applied to this value, the negative regression coefficient was obtained in the entire Turkey. When the temperature trends of these months are examined, it is seen that there are temperature increases in both month.

The fact that the temperature differences between two months increase as statistically significant even though increase is seen in the temperatures of both months indicates that the temperature increase in August is very high as compared with September and that the temperature increase in September cannot cover this difference. This is a situation that needs to be explained. Why is the temperature rise in September lower than in the other month, and the temperature increase in

August is higher than the other month. This should be related to drought and water absence. The water slows the heating and cooling by creating a latent heat effect. As the humidity will decrease within the months without water or at the sites where water has no effect, which are very arid and where there continuously occurs frost, the latent heat effect disappears and rapid heating and cooling occur. This situation is similar also for the urban heat islands (Schatz and Kucharik, 2014). August is the period in which the highest heating occurs because the most arid period occurs in the entire Turkey within this period. September, however, is a period in which precipitation starts. The precipitation that occurs within this period turns into latent heat in a rapid manner with the accumulated energy and the temperatures of September increase less than normal.

Conclusion

Similar to temperature trends in the world, the average monthly temperatures in Turkey tend to increase throughout the year. The significance values of these increase trends have not reached the width to cover all of Turkey in a month. Significant temperature increases remain in the sub-region scale in some months, and in some months the region is expanding to cover several geographical regions in some months.

The trends in temperature may also be related to a trends in precipitation. In areas that tends to increase in precipitation, the temperature increase rate decreases or temperatures begin to stable. This is a result of using energy for evaporating in increasing precipitation areas. This is a latent heat effect.

The growth of regression coefficients shows the degree of annual average temperature increase at that station. In some months, despite high regression coefficients, statistical significance is low. In the same month, the value of the station with a low coefficient is more meaningful than the high coefficient of the station. This condition is associated with the variance of the station temperature series. The determination of meaningful regression coefficients may be possible with longer data sets, as the standard error increases in the fields with high variance.

In Turkey, the transition from August to September is hardening, although the months of January-February and March-April are soft.

The highest temperature increases in Turkey correspond to August and February. However, the lowest temperature increase is generally in September. The low temperature increase in September should be related to rainfall in this period. Since the rains began in September in Turkey, there is no water in August, the energy that comes during this period is prevented from evaporation of this water, preventing direct temperature increase, although the general tendency is in the direction of temperature increase, this Increase decreases.

When trend analyses are examined, the temperature increases in the vicinity of the Karakaya and Keban dams, especially in the winter months, are statistically significant. This should be related to the water surfaces formed by dams in this field. Since water surfaces are cold in winter, they may have created a rise in temperatures by reducing the cooling in this field.

When the monthly temperature trends are examined in Turkey, different trend groups obtained. These are, respectively, type 1 with high temperature increase during hot period, type 2 with low temperature increase during transition periods, type 3 with high temperature increase in cold period and type 4 with the same increase speed throughout the year. In all trend groups, the rate of increase in September temperatures is low compared to other months, while August and February have the highest temperature increase.

Temperature trend groups are classified according to monthly absolute temperature and precipitation (Figure 1, Figure 2). Groups of type 1 and 4 are above 0 ° C throughout the year. In the 2. and 3. Types zones, temperatures are below 0 ° C in the cold period. Winter is longer in type 3. Depending on climate change, any place these groups can be seen over time. During the warm-

up period, the order of 3-2-1-4 will be followed. Groups to be determined for the cooling period may not be the opposite. For this, it is necessary to make model and experimental study.

Finally, it should be noted that the temperature increase is classified according to groups and the zone boundaries are not conclusive. It is drawn according to the limits of the station and data. Drawing of certain boundaries may only be possible with too many stations. Therefore, in this study, in the A group zone, the Class C will be able to actually take place. For example, in the Mediterranean region, the stations in the coastal and polie and grabens were used. Since there are no stations on high mountainous areas, we have no knowledge of these fields. But because of the latent heat effect mentioned above, it is expected that high fields act like the Eastern Anatolia region. Likewise, in the Eastern Anatolia region, for example Iğdır lowland, the temperature trend group is impossible to show in the vicinity of the Central Anatolia region.

In the study, trends and temperature trend groups are examined in Turkey. Though the scale is considered that this trends are also similar on a global scale. It becomes necessary to materialize the objectives of this analysis. If the groups also applies to Turkey is in process on a global scale, it will need to update the entire climate models.