



Projections of the Effects of Climate Changes on Temperature Differences in Some Cities; Example of Ankara, Kars, Aydın and Sinop Provinces

Hayati Gönültaş^{1,a,*}, Halil Kızılaslan^{1,b}, Nuray Kızılaslan^{1,c}

¹Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60240 Tokat, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<i>Research Article</i> Received : 19/05/2020 Accepted : 06/07/2020 Keywords: Climate changes Climate Average temperatures Forecast Agricultural Activities	Today, the effects of climate change in the world are manifest in all its reality. These changes were being affected Turkey as well as the world, regions and provinces leads to a difference in some. In this study, projections of 10, 15 and 20 and 50 years of future maximum averages have been made according to the provinces in some regions by using the maximum average datas of the past 50 years of Ankara, Kars, Aydın and Sinop provinces selected especially from different regions to evaluate the climatic changes. According to the results of the analysis, the total average temperature data between 1966-2015 was 17.90°C in Ankara, Kars 11.69°C, Aydın 24.50°C and Sinop average temperature was 17.28°C When compared in 2016-2065 projections, it is seen that there will be changes in average temperatures in parallel with climate change. In Northeastern Anatolia, the highest temperature increase is foreseen with 3.45°C, followed by Sinop, a Black Sea province, with 1.99°C. Ankara, which has a continental climate of Central Anatolia, is estimated to be 1.77°C and it is thought that the Aegean province Aydın will be exposed to a temperature increase of 1.55°C at the lowest rate. Other forecasts are predicted to have the highest temperature changes in Kars and Aydın's minimum temperature changes. The detection of temperature changes in the study is considered to be important in terms of planning agricultural activities accordingly as well as regulating urbanization and water use and taking measures.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(10): 2148-2155, 2020

İklim Değişikliklerinin Bazı İllerde Sıcaklık Farklılıkları Üzerine Etkilerinin Projeksiyonları; Ankara, Kars, Aydın ve Sinop İlleri Örneği

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<i>Araştırma Makalesi</i> Geliş : 19/05/2020 Kabul : 06/07/2020 Anahtar Kelimeler: İklim değişiklikleri İklim Ortalama sıcaklıklar Tahmin Tarımsal Faaliyetler	Bugün, dünyadaki iklim değişikliklerinin etkileri tüm gerçekliğiyle ortaya çıkmaktadır. Bu değişiklikler dünyayı olduğu gibi Türkiye'yi de etkilemekte, bölgeler ve iller bazında farklılıklara yol açmaktadır. Bu çalışmada iklimsel değişikliklerin bazı bölgelerdeki illere göre değerlendirilmesi için değişik bölgelerden seçilen Ankara, Kars, Aydın ve Sinop illerinin geçmiş 50 yıllık maksimum sıcaklık ortalamaları verileri kullanılarak 10, 15 ve 20 ve 50 yıllık geleceğe yönelik maksimum sıcaklık ortalamalarına dair projeksiyonlar yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre 1966-2015 arası toplam ortalama sıcaklık verileri Ankara'da 17,90°C olurken, Kars 11,69°C, Aydın 24,50°C ve Sinop sıcaklık ortalaması 17,28°C olarak gerçekleşmiştir. 2016-2065 arası projeksiyonlarda karşılaştırıldığında iklim değişikliğine paralel olarak ortalama sıcaklıklarda değişiklikler olacağı görülmektedir. Kuzeydoğu Anadolu ili olan Kars'ta 3,45°C ile en fazla sıcaklık artışı ön görülürken, bir Karadeniz ili olan Sinop 1,99°C derece ile onu takip etmektedir. İç Anadolu'nun karasal iklimine sahip Ankara 1,77°C olarak tahmin edilmekte ve Ege ili Aydın'ın en düşük oranda 1,55°C derece olarak sıcaklık artışına maruz kalacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan Kars'ın en fazla, Aydın'ın ise en az sıcaklık değişimine uğrayacağı tahmin edilmektedir. Çalışmada sıcaklık değişikliklerinin tespiti gerek tarımsal faaliyetlerin buna göre planlanması, gerekse şehirleşme ve su kullanımının düzenlenmesi ve önlemlerin alınması açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

^a hgonultas@hotmail.com
^c nuray.kizilaslan@gop.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-7153-7188>
^c <https://orcid.org/0000-0002-8535-0100>

^b halil.kizilaslan@gop.edu.tr ^c <https://orcid.org/0000-0002-4642-0030>



Giriş

Yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun süreler yaşanan veya gözlemlenen hava koşullarının ortalama olarak durumu şeklinde tanımlanan iklim, atmosfer, kara yüzeyleri, kar ve buzullar, okyanuslar ve diğer büyük su kütleleri ile diğer canlıların etkileşimini yansıtan bir sisteme sahip bulunmaktadır. Söz konusu iklim sisteminde zaman içinde yerkürenin ısıtım dengesinin bozulması nedeniyle değişiklikler olmaktadır.

Yerküre atmosferinde az bulunan, su buharı, Karbondioksit (Sera gazları içindeki payı %82) Metan Diazotoksit, Ozon, Karbon monoksit ve Halokarbonlar gibi gazlar gelen güneş ışınlarına geçirgen, geri salınan uzun dalgalı yer ısıtımına karşı daha az geçirgendir. Doğal veya insan etkisiyle güneşten gelen ısıtımın değişmesi, yeryüzünden yansıyan ısıtım oranının değişmesi ve yeryüzünden yansıyan uzun dalga boylu ısıtımın değişmesi iklimleri de değiştirmektedir. Sera etkisi denilen bu süreçte yerin ısı dengesinin bozulması nedeniyle iklim sistemi etkilenmekte ve yeryüzü daha fazla ısınmaktadır (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Dünyadaki bir çok sektörden özellikle enerji, sanayi, ulaşım, tarım, atık, ormancılık ve arazi kullanımı sektörleriyle oluşan temel sera gazlarının salımıyla, 1970 ile 2004 yılları arasında %70 civarında artarak 49 milyar ton CO₂ düzeyine ulaşmıştır. 1995 ile 2004 yılları arasındaki sürede yıllık artış hızı diğer zamanlardaki yıllık artışın 2 katını yakalamıştır (Anonim, 2007).

Sanayi devrimi'nden itibaren kayıtlara giren en yüksek sıcaklıklar 1995 ile 2006 yılları arasında yaşanmıştır. Don oluşan gün ve en soğuk gün sayıları azalmış, okyanus sularının ortalama sıcaklıkları 3000 m derinliklere kadar ısınmıştır. Süreç halen de devam etmektedir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

İnsanların çarpık kentleşme, çevre kirliliği, orman alanların tahribi ve doğal alanlara müdahale ederek katkı sağladıkları iklimsel değişiklikler bu günün en büyük sorunlarından.

1941 ile 2003 yılları özellikle ilkbahar ve yaz mevsimi geceleri ölçülen en düşük hava sıcaklıkları Türkiye'nin pek çok kentinin önemli bir ısınma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu belirgin ısınma eğilimi, küresel ısınmanın genel ve uzun süreli etkisi ve Türkiye'nin hızlı nüfus artışı ile kentleşmesinin etkisini ortaya koymaktadır (Anonim, 2006).

Türkiye, Akdeniz ikliminde, subtropikal kuşaktadır. Ülkenin güney ve batı kısmında Akdeniz iklimi hakim olup, yazlar sıcak ve kuru, kışlar serin ve yağışlı geçmektedir. Karadeniz kıyılarında iklim daha soğuk yağışlı, Kuzeydoğu Anadolu'da kara iklimi özellikleri olan kışlar uzun ve sert, yazlar ise kısa ve serindir. Orta Anadolu'da ise yazları kuru ve sıcak, kışları soğuk step iklimi hakimdir (Türkeş, 2008).

DMİ Genel Müdürlüğü'nce PRECIS Bölgesel İklim Modeli kullanılarak 1961-1990 dönemi için iklimsel değişiklik tahminleri yapılmaktadır. 2071-2100 arası Türkiye'de iklimsel değişiklikler anlamında sıcaklıkların kıyılar dışında ortalama 5-6°C artacağı, yazları batıda, kışları ise doğuda sıcaklık artışının daha fazla olacağı öngörülmektedir (Demir, 2008).

Türkiye'de 2010'da bazı istasyonlarda ekstrem maksimum ve minimum sıcaklıklar tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek ekstrem maksimum değeri Mersin'in Mut ilçesinde 46,7°C en düşük ekstrem minimum değeri ise Erzurum'da 33,9°C olarak belirlenmiştir (Anonim, 2010).

Bir simülasyona göre yüzyıl sonlarında Türkiye'de sıcaklıklar 2 ile 6 derece arasında artacak, en az artış kış mevsiminde, en yüksek artış yaz mevsiminde olacaktır (Bozkurt ve ark., 2008).

Türkiye'de sıcaklık artışı belirgin şekildedir. Buna paralel olarak karların erimesi daha erken başlamakta ve kar ile beslenen nehirlerde akımlar erkene çekilmektedir. Türkiye buzulları yıllık ortalama 10 m civarında geri çekilmekte, deniz seviyesi yıllık 6 mm kadar yükselmektedir. Bu nedenlerle Türkiye'de son yıllarda şiddetli yağış, fırtına, sıcak hava dalgası, orman yangınları, sel ve taşkın afetlerinde artışlar belirlenmiştir (Şen ve ark., 2013).

İklim değişiklikleri sebebiyle tarımın kesintiye uğraması dünya yiyecek talebinde az gelişmiş ülkeler aleyhine bir durum doğuracaktır. Küresel ısınmayla artan sıcaklıkların bazı yerlerde tarımsal üretimi artırırken, bazılarında düşüreceği düşünülmektedir. 1-2°C artış küresel tarımı olumlu, 3°C veya üstü tarımı olumsuz etkileyecektir (Altınsoy, 2009).

Bazı bilim adamları yaşanan meteorolojik olayların doğal afet olduğunu, gecelerinde gündüz sıcaklık değerleri olan 30-31 dereceye ulaşacağını öngörmektedirler. Onlara göre iklim değişiklikleri sadece insan sağlığını değil, doğal kaynakları da olumsuz etkileyecek ve gelecek 50 yıllık dönemde su havzalarındaki azalma yüzde 30'lara ulaşacaktır (Anonim, 2017).

İklim değişikliğine yol açan salımlar sonlansa dahi atmosferde biriken sera gazları, iklim olaylarını değiştirmeye devam edecek, bu da iklim değişikliğinin bir kalkınma sorunu haline gelmesine sebep olacaktır. Bu nedenle, ekonomik, sosyal ve çevresel etkileri ve riskleri en aza indirmek için iklim değişikliğine uyum sağlamak gerekmektedir (Başoğlu ve Teletar, 2013).

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) , 2007'deki 4. değerlendirme raporuna göre iklim değişikliğine karşı mücadele edilmesi ve zararlarının en aza indirilmesi için küresel salımların 450 ppm'in altında tutulması gerekmektedir (Anonim, 2007).

Sürmekte olan iklim değişikliği, CO₂'nin şu anki 385 ppm'den en fazla 350 ppm'ye düşürülmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ancak bu düzeydeki CO₂ seviyesi kömür kullanımının ortadan kaldırılmasıyla başarıla bilinecektir (Hansen ve ark., 2008).

İklim değişiklikleri sonucunda kuruyan toprak koşulları, rüzgarın şiddetlenmesi ile rüzgar erozyonuna karşı savunmasız kalacak ve böylelikle daha fazla buharlaşma sonucunda toprakların tuzlanma riski de artacaktır (Yeo, 1999).

Sıcaklık artışlarının, yılın en sıcak ve kurak aylarına sahip olan yaz mevsiminde ve daha ılıman geçen ilkbahar mevsiminde, soğuk geçen kış mevsiminde ve nispeten daha az soğuk geçen sonbahar mevsiminde daha yüksek olması beklenmektedir (Anonim, 2016).

Türkiye'de iklimsel değişikliklerden dolayı yükselme eğilimine girmiş olan sıcaklıklar, tarım alanında da etkili olacaktır. Yağışların azalması ve sıcaklıkların artması ürün yetişmesinde önemli rol oynayacaktır. Örneğin yaklaşık 8 ay süren bitki gelişimi süresinde verim için gereken soğuk dönem gittikçe azalacaktır (Öztürk ve ark., 2005).

İklim değişikliğine uyum çalışmaları sınırların ötesine taşmaktadır. Farklı şehirlerden geçen nehirlerin su yönetimi sorumluluğu birçok şehri kapsayabilmektedir. Ren ve Tuna gibi çok sayıda ülkeden geçen nehirlerle bağlantılı olan selin önlenmesi, kentler ve ülkeler arasında yeni yönetim tiplerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ülkelerin iklim değişikliğine uyum sağlamak için, birlikte daha fazla planlama yapmaları gerekmektedir (Anonim, 2015a).

Ülkelerin kamu sağlığını korumak amacıyla iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmeye yönelik önlemler alınmalıdır. Bunlardan “aktif ulaşım” ismi verilen ulaşım tipinin (bisiklet ya da yürüyüş gibi) bazıları sağlık için önemli faydalara sahip olabilmektedir (Anonim, 2015b).

Arazi kullanma şekline bağlı olarak toprak, atmosfere önemli miktarda karbon ve azot salılabilmektedir. Ormanların yok edilmesi ile donmuş tabakaların erimesi, sera gazı emisyonu dengesini etkilemektedir (Anonim, 2019a).

Kömür gibi fosil yakıtların kullanılması atmosferdeki karbondioksit oranını artırmakta, ormansızlaşma da %17’lik bir payla katkı sağlayarak küresel iklim değişikliklerine yol açmaktadır. İklim değişikliği etkisi sıcaklık artışları ile sınırlı olmayıp, kuraklık, seller ve kasırgalar, okyanus suyu ve asit seviyeleri artışı ve buzulların erimesine de yol açmaktadır.

Türkiye’nin de yer aldığı Akdeniz havzasında gerçekleşecek olan 2°C’lik bir sıcaklık artışı, beklenmeyen hava olayları, sıcak hava dalgaları, orman yangınları artışı, biyolojik çeşitlilik azalması, tarımsal verim kaybı ve kuraklığa yol açabilecektir (Anonim, 2019b).

İklim değişikliğinden az gelişmiş ülkeler yetersiz kaynakları nedeniyle daha fazla zarar görmektedirler. Bu nedenle karbon salınımı ve sera gazı oluşumunun azaltılması için petrol, kömür gibi fosil yakıt kullanımının azaltılması, temiz ve yenilenebilir enerjilere yatırım yapılarak kullanımlarının artırılması gerekmektedir. Sıcaklık artışlarının olumsuz sağlık etkileri konusunda halk uyarılmalı, başta kronik hasta, yaşlı ve çocuklar gibi dezavantajlı gruplar için önlemler alınmalıdır (Anonim, 2019c).

Bu çalışmada yapılan projeksiyonlarla gelecekteki olası sıcaklık değişikliklerine karşı özellikle gıda ve tarımsal üretim sisteminde gerekli tedbirlerin alınması yönünde karar alınmasının sağlanması ve su kullanım yönetiminin önemine dikkat çekilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmaya, Türkiye’de değişik bölgelerde yer alan Ankara, Kars, Aydın, Sinop illerinin 50 yıllık süre için aylar bazında maksimum sıcaklık verilerinin alınarak, öncelikle yıllık ortalama sıcaklıklara çevrilmesiyle başlanılmıştır. Sonrasında ise maksimum ortalama sıcaklıkların gelecek tahminleri açısından “Trend Analizleri” yapılmıştır. Söz konusu illerde maksimum sıcaklık farklılıkları üzerine etkilerinin projeksiyonu açısından 10, 15 ve 20 yılı kapsayacak şekilde tahmin yıl bandı oluşturularak iklim değişikliklerinin sıcaklıklar üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Ayrıca 50 yıllık verileri karşılaştırmak adına geçmiş ve gelecek yılların

maksimum sıcaklık ortalamaları alınarak değerlendirme yapılmıştır.

İlgili projeksiyonları belirlemek için Linear Trend Model kullanılmıştır. İstatistiklerde öngörü hatalarını yüzde olarak ifade etmesi ile tek başına da bir anlamının olması sebebiyle modellere ait grafiklerin MAPE (Ortalama ve Mutlak Yüzde Hata) değerleri dikkate alınmıştır. MAPE değerleri %10 altında olduğunda yüksek doğruluk oranları yansıtılmaktadır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın amacına yönelik olarak öncelikle İç Anadolu Bölgesi’nde yer alan ve karasal bir iklime sahip olan Ankara ilinin, kara iklimi özelliklerini yansıtan Doğu Anadolu Bölgesi ili Kars’ın, Akdeniz ikliminin hakim olduğu Aydın ilinin ve iklimin daha soğuk ve yağışlı olduğu Karadeniz kıyılarında yer alan Sinop ilinin 1966 yılından itibaren 50 yıllık olmak üzere aylık maksimum sıcaklık verileri elde edilerek yıllık sıcaklık ortalamaları şekline çevrilmiştir.

Daha sonra ise maksimum sıcaklıkların gelecek tahminleri açısından “Trend Analizleri” yapılmıştır. Akabinde iklim değişikliklerinin söz konusu illerde maksimum sıcaklık farklılıkları üzerine etkilerinin projeksiyonu açısından 10, 15 ve 20 yılı kapsayacak şekilde tahminlerle iklim değişikliklerinin maksimum sıcaklıklar üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Ayrıca, 1966-2015 ve 2016-2065 yıllarını kapsayan 50 yıllık sonuçlar da karşılaştırılmıştır.

Tüm illerin tahminleri %90 güven aralığında ve %10 hata payı ile tahmin edilerek alt güvenirlilik sınırı ve üst güvenlik sınırının birbirlerine yakın olmaları sağlanmıştır. Böylelikle uzadıkça zorlaşan tahmin olanakları biraz daha kolay ve gerçekçi tahminler olarak ortaya konulmuştur. Analizlerin MAPE değerlerine de bakılarak doğruluk payları test edilmiştir.

Ankara İli Maksimum Sıcaklık Tahminleri

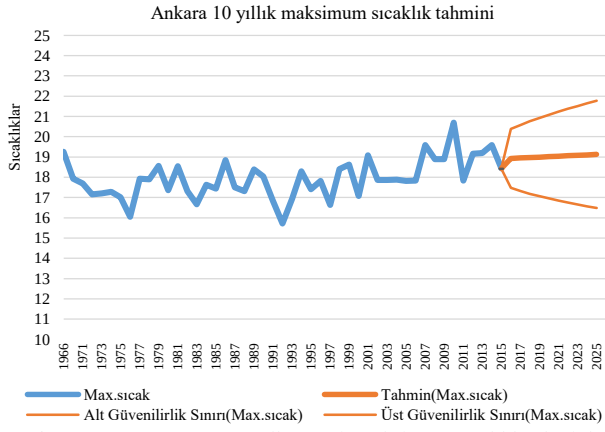
Ankara’nın 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri 17,90°C olmuştur. Aşağıdaki grafiklerde sırasıyla bu ortalama ile 10, 15, 20 ve 50 yıllık tahminler karşılaştırılmıştır. Buna göre;

Grafik 1’de 2016-2025 arası 10 yıllık tahmini ortalama maksimum sıcaklık değeri 19,26°C olarak tespit edilmiştir. Verilerin kıyasında ortaya çıkan 1,26°C’lik sıcaklık artışı ise iklim değişikliklerinin olduğunu göstermektedir. Analizde MAPE değeri ise %4,12 ile %10’un altında kalmaktadır. Trend denklemi ise

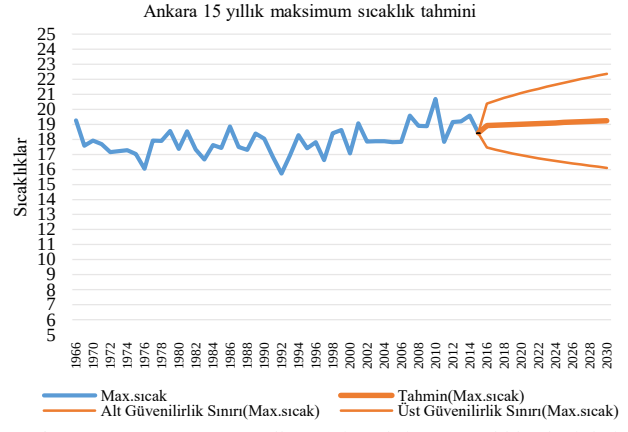
$$y = 0,0319x + 17,178 \text{ olup, eğim } 0,0319 \text{’dur.}$$

Grafik 2’ye göre 2016-2030 arası 15 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahminleri ise 19,22°C’dir. İlin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin arasında ise 1,32°C’lik bir sıcaklık artışı görülmektedir. MAPE değeri ise % 4,12’dir. Trend denklemi ise;

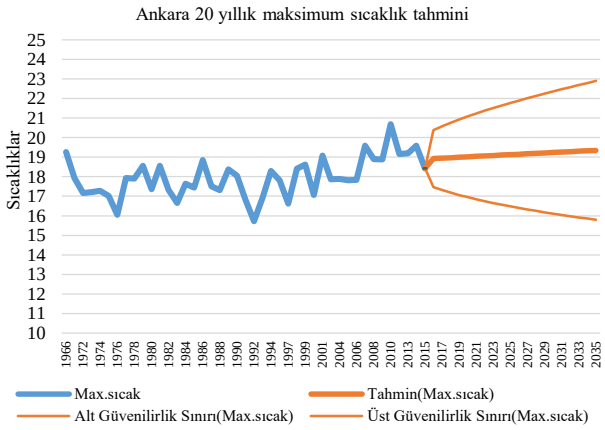
$$y = 0,0307x + 17,185 \text{ olup, eğim } 0,0307 \text{’dir.}$$



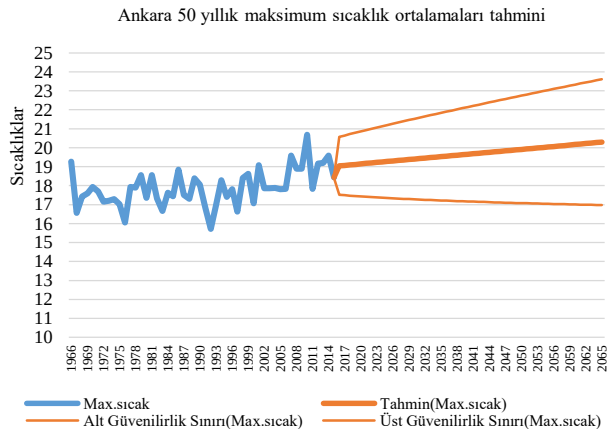
Grafik 1. Ankara 2016-2025 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 1. Maximum temperature forecasts for Ankara 2016-2025



Grafik 2. Ankara 2016-2030 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 2. Maximum temperature forecasts for Ankara 2016-2030



Grafik 3. Ankara 2016-2035 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 3. Maximum temperature forecasts for Ankara 2016-2035



Grafik 4. Ankara 2016-2065 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 4. Maximum temperature forecasts for Ankara 2016-2065

Grafik 3'de ise 2016-2035'e ait 20 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahminleri 18,42°C olarak gösterilmektedir. İlin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin arasında ise 1,40°C'lik bir sıcaklık artışı görülmektedir. MAPE değeri %4,01'dir. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0381 \times + 17,129 \text{ olup, eğim } 0,0381 \text{ 'dir.}$$

Grafik 4'de gösterildiği gibi 2016-2065 yıllarına ait 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahminleri ise 19,67°C olmuştur. İlin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin arasında ise 1,77°C'lik bir sıcaklık artışı belirlenmiştir. Tahmin yılı arttıkça sıcaklık derecesinin de arttığı, diğer yıllara göre fazla olan tahmin değeri ile gerçekleştirmeler farkından anlaşılmaktadır. MAPE değeri ise % 3,93 olarak analizi doğrulamaktadır. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0311 \times + 17,105 \text{ olup, eğim } 0,0311 \text{ 'dir.}$$

Kars İli Maksimum Sıcaklık Tahminleri

Kars'ın ilinin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri 11,69°C olmuştur. Aşağıdaki grafiklerde sırasıyla bu ortalama ile 10, 15, 20 ve 50 yıllık tahminler karşılaştırılmıştır. Buna göre; Grafik 5'de 2016-2025'e ait 10 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahmini 14,09°C olarak gösterilmektedir. Verilerin kıyasında ise 2,40°C sıcaklık artışı görülmektedir. MAPE değeri %7,01

olarak %10 altında tespit edilmiştir. Bu ise analizin geçerliliğini ortaya koymaktadır. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0522 \times + 10,567 \text{ olup, eğim } 0,0522 \text{ 'dir.}$$

Grafik 6'da ise 2016-2030 yıllarına ait 15 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahmini 14,22°C olarak gösterilmektedir. İlin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin arasında ise 2,53°C'lik bir sıcaklık artışı görülmektedir. MAPE değeri ise % 7,01 olarak belirlenmiştir. Trend denklemi ise;

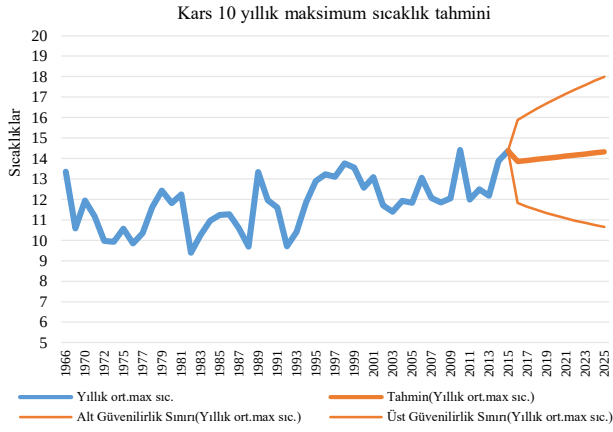
$$y = 0,0567 \times + 10,241 \text{ olup, eğim } 0,0567 \text{ 'dir.}$$

Grafik 7'ye göre 2016-2035 yıllarına ait 20 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahmini 14,38°C'dir. İlin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin arasında ise 2,69°C'lik bir sıcaklık artışı görülmektedir. MAPE değeri ise %7,01'dir. Trend denklemi ise

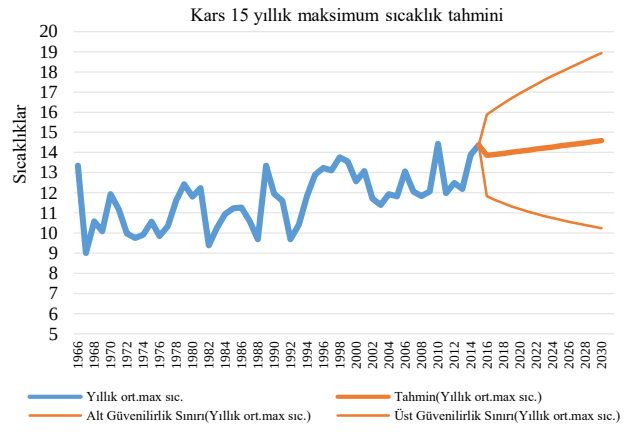
$$y = 0,0567x + 110,241 \text{ olup, eğim } 0,0567 \text{ 'dir.}$$

Grafik 8'de ise 2016-2065 arası 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahmini 15,14°C'dir. Buna göre ilin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin arasında sıcaklık farkı 3,45°C olmuştur. MAPE değeri ise %7,01'dir. Trend denklemi ise;

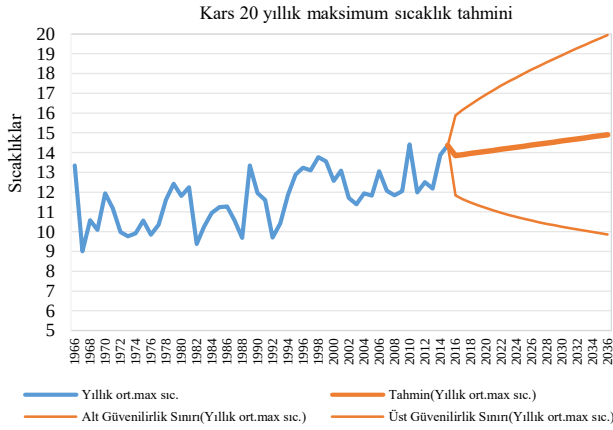
$$y = 0,0567x + 10,241 \text{ olup, eğim } 0,0567 \text{ 'dir.}$$



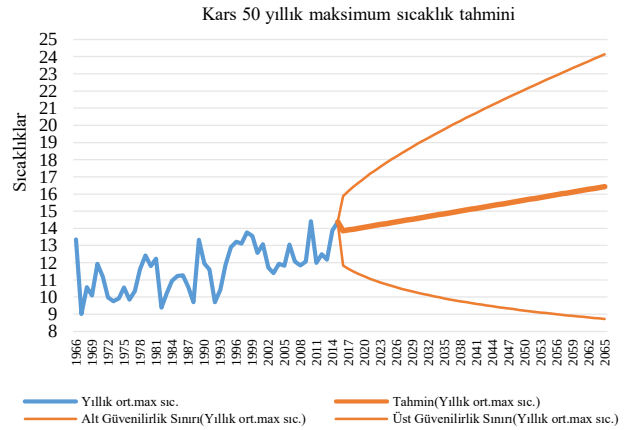
Grafik 5. Kars 2016-2025 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 5. Maximum temperature forecasts for Kars 2016-2025



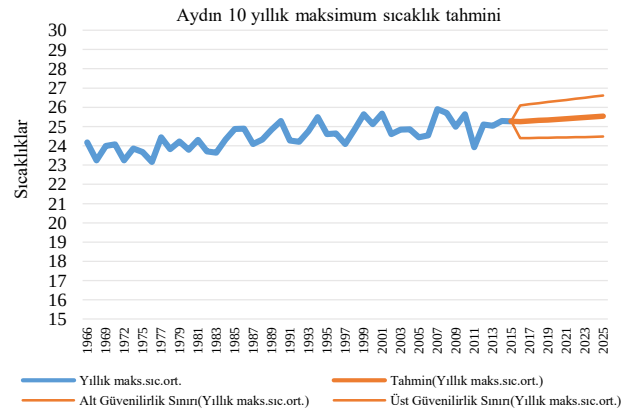
Grafik 6. Kars 2016-2030 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 6. Maximum temperature forecasts for Kars 2016-2030



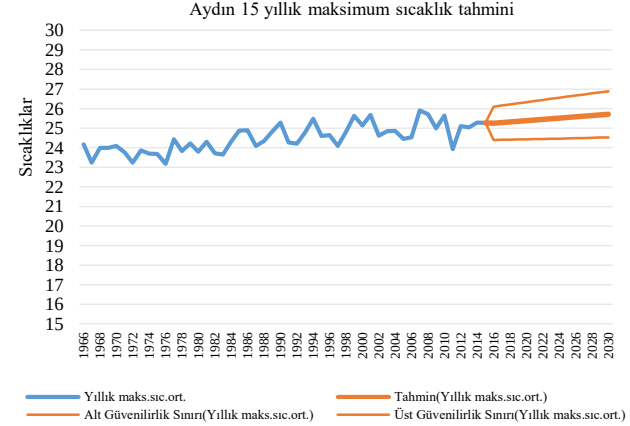
Grafik 7. Kars 2016-2035 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 7. Maximum temperature forecasts for Kars 2016-2035



Grafik 8. Kars 2016-2065 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 8. Maximum temperature forecasts for Kars 2016-2065



Grafik 9. Aydın 2016-2025 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 9. Maximum temperature forecasts for Aydın 2016-2025



Grafik 10. Aydın 2016-2030 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 10. Maximum temperature forecasts for Aydın 2016-2030

Aydın İli Maksimum Sıcaklık Tahminleri

Aydın'ın 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri 24,50°C olmuştur. Aşağıdaki grafiklerde sırasıyla bu ortalama ile 10, 15, 20 ve 50 yıllık tahminler karşılaştırılmıştır. Buna göre; Grafik 9'da 2016-2025 arası 10 yıllık tahminde ortalama maksimum sıcaklık 25,40°C olarak görülmektedir. Veriler arasındaki 0,90°C'lik fark diğer illere göre azdır. Analizde MAPE değeri %1,80 gibi mükemmel bir sonuç çıkmıştır. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0363x + 23,671 \text{ olup, eğim } 0,0363\text{'tür.}$$

Grafik 10'a göre ise 2016-2030'a ait 15 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahmini 25,48°C'dir. İlin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin arasında ise 0,98°C gibi fazla olmayan bir sıcaklık artışı görülmektedir. MAPE değeri ise %1,80'dir. Trend denklemi ise;

$$y = 0,035x + 23,605 \text{ olup, eğim } 0,035\text{'dir.}$$

Grafik 11'de ilin 2016-2035 yıllarına ait 20 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahminleri 25,58°C olarak gerçekleşmiştir. İlin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin değeri

arasında ise 1,08°C'lik bir sıcaklık artışı farkı görülmektedir. MAPE değeri yine % 1,80'dir. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0372x + 23,617 \text{ olup, eğim } 0,0372 \text{ 'dir.}$$

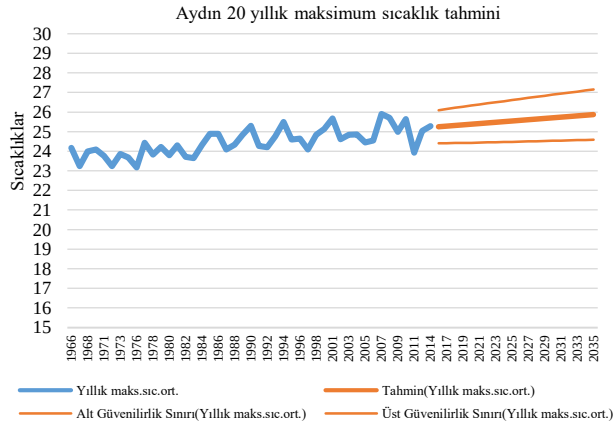
Grafik 12'de Aydın'ın 2016-2065 arası 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahmini 26,05°C'dir. İlin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin değeri arasındaki sıcaklık farkı ise 1,55°C'dir. MAPE değeri ise % 1,80 olarak analizi doğrulamaktadır. Trend denklemi ise;

$$y = 0,035x + 123,605 \text{ olup, eğim } 0,035 \text{ 'dir.}$$

Sinop İli Maksimum Sıcaklık Tahminleri

Sinop ilinin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri 17,28°C olmuştur. Aşağıdaki grafiklerde sırasıyla bu ortalama ile 10, 15, 20 ve 50 yıllık tahminler karşılaştırılmıştır. Buna göre; Grafik 13'de Sinop'un 2016-2025 10 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahmini 18,58°C'dir. İlin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin değeri arasındaki fark ise 1,30°C, MAPE değeri ise %3,64'dır. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0376x + 16,421 \text{ olup, eğim } 0,0376 \text{ 'dır.}$$



Grafik 11. Aydın 2016-2035 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 11. Aydın 2016-2035 maximum temperature forecasts

Grafik 14'de Sinop'un 2016-2030 yıllarına ait 15 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahmini 18,66°C olurken, İlin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin değeri arasındaki fark ise 1,39°C'lik bir sıcaklık artışı şeklinde görülmektedir. MAPE değeri ise %3,65'dir. Trend denklemi ise;

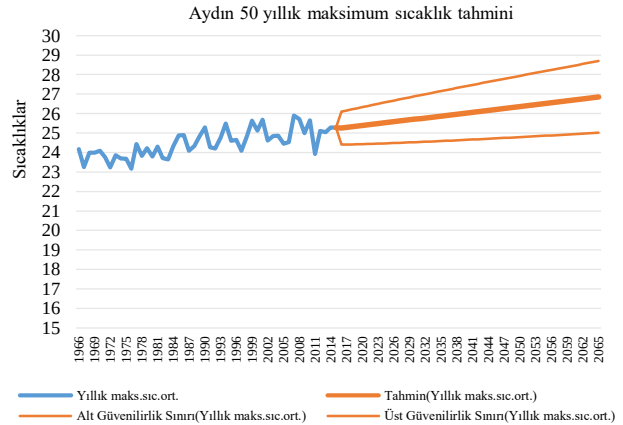
$$y = 0,0362x + 16,355 \text{ olup, eğim } 0,0362 \text{ 'dir.}$$

Grafik 15'de Sinop'un 2016-2035 yıllarına ait 20 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahmini 18,77°C'dir. İlin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin değeri arasındaki fark ise 1,49°C'lik bir sıcaklık farkı şeklinde görülmektedir. MAPE değeri ise %3,64'dür. Trend denklemi ise;

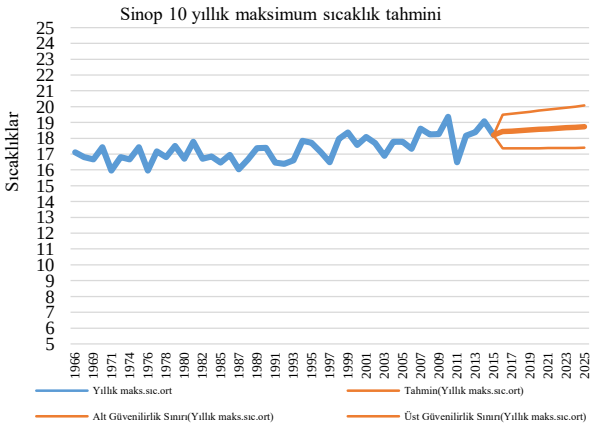
$$y = 0,0421x + 16,348 \text{ olup, eğim } 0,0421 \text{ 'dir.}$$

Grafik 16'da Sinop ilinin 2016-2065 yıllarına ait 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık tahmini 19,27°C olarak gösterilmektedir. İlin 1966-2015 arasındaki 50 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değeri ile tahmin değeri arasındaki fark ise 1,99°C'lik bir sıcaklık artışı şeklinde görülmektedir. MAPE değeri ise %3,65'tür. Trend denklemi ise;

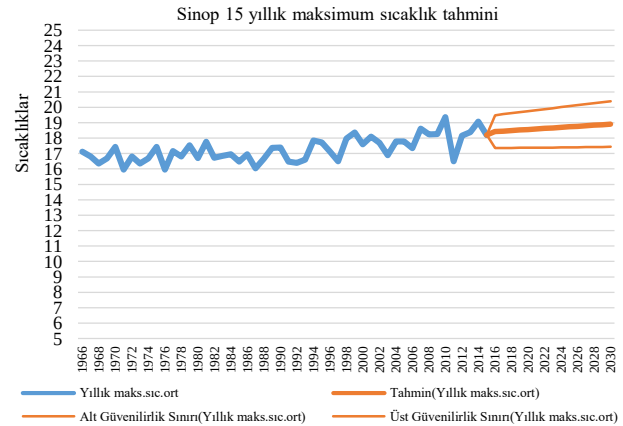
$$y = 0,0362x + 16,355 \text{ olup, eğim } 0,0362 \text{ 'dir.}$$



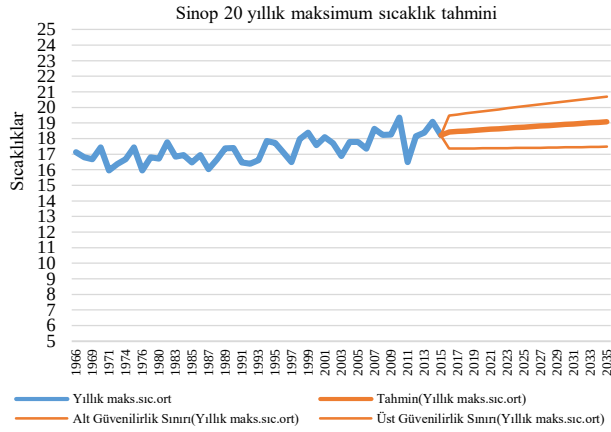
Grafik 12. Aydın 2016-2065 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 12. Aydın 2016-2065 maximum temperature forecast



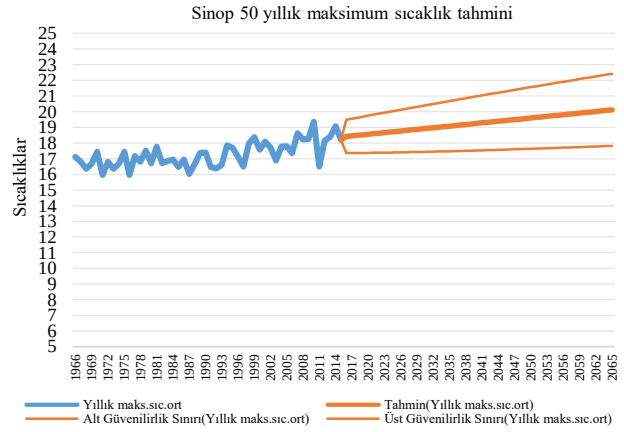
Grafik 13. Sinop 2016-2025 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 13. Maximum temperature forecasts for Sinop 2016-2025



Grafik 14. Sinop 2016-2030 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 14. Maximum temperature forecasts for Sinop 2016-2030



Grafik 15. Sinop 2016-2035 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 15. Maximum temperature forecasts for Sinop 2016-2035



Grafik 16. Sinop 2016-2065 yıllarına ait maksimum sıcaklık tahminleri
Graphic 16. Maximum temperature forecasts for Sinop 2016-2065

İllere Göre Yıllık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Projeksiyonları

Dört farklı bölgeden seçilen Ankara, Kars, Aydın ve Sinop illerinin yıllık maksimum sıcaklıklarına ait ortalamaları alınarak yapılan projeksiyon sonuçları karşılaştırmalı olarak Çizelge 1’de verilmiştir.

Buna göre, Ankara ilinde ortalama sıcaklık 1966-2015 yıllarında 17,90°C olurken, Kars 11,69°C, Aydın 24,50°C ve Sinop ili sıcaklık ortalaması 17,28°C olarak gerçekleşmiştir. 2016-2065 yılları arası için yapılan projeksiyonlarda gerçekleşen verilerle karşılaştırıldığında iklim değişikliğine paralel olarak ortalama sıcaklıklarda değişiklikler olacağı görülmektedir. Sonuçlara göre Kuzeydoğu Anadolu ili olan Kars’ta 3,45°C ile en fazla

sıcaklık artışı ön görülürken, bir Karadeniz ili olan Sinop 1,99°C derece ile onu takip etmektedir. İç Anadolu’nun karasal iklimine sahip Ankara 1,77°C olarak tahminlenmekte ve Ege ili Aydın’ın en düşük oranda 1,55°C derece olarak sıcaklık artışına maruz kalacağı görülmektedir. Diğer yıllardaki tahminler de yine Kars ilinin en fazla, Aydın ilinin ise en az sıcaklık değişimine uğrayacağı yönünde tahmin vermektedir. Ancak, rakamsal olarak az veya çok iklim değişikliği kaynaklı olarak sıcaklıkların artacağı açıkça ortaya çıkmakla birlikte, sıcaklıklardaki küçük artışların bile büyük felaketlere yol açtığı günümüz dünyasında bu sıcaklık artışlarının dikkate alınarak gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Çizelge 17. Karşılaştırma tablosu

Table 17. Comparison chart

Yıllar	Ankara		Kars		Aydın		Sinop	
	Sıcaklıklar °C	Farklar	Sıcaklıklar °C	Farklar	Sıcaklıklar °C	Farklar	Sıcaklıklar °C	Farklar
1966-2015 Sıc.ort.	17,90	-	11,69	-	24,50	-	17,28	-
2016-2065 tahmin	19,67	1,77	15,14	3,45	26,05	1,55	19,27	1,99
2016-2035 tahmin	19,30	1,40	14,38	2,69	25,58	1,08	18,77	1,49
2016-2030 tahmin	19,22	1,32	14,22	2,53	25,48	0,98	18,66	1,38
2016-2025 tahmin	19,16	1,26	14,09	2,40	25,40	0,90	18,58	1,30

Sonuç

Bu sonuçlardan yola çıkarak yıllık sıcaklık ortalamaları en düşük olan yani en soğuk illerde iklim değişikliğinin kendini daha fazla hissettireceği ve ortalama sıcaklıkların artacağını söylemek mümkün olabilecektir.

Türkiye’nin de yer aldığı Akdeniz havzasında gerçekleşecek olan 2°C’lik bir sıcaklık artışı, beklenmeyen hava olayları, sıcak hava dalgaları, orman yangınları artışı, biyolojik çeşitlilik azalması, tarımsal verim kaybı ve kuraklığa yol açabileceği öngörülerini nedeniyle elde edilen sonuçlar endişe yaratmaktadır. Geline nokta dünyada 1°C bile çok tehlikeli sonuçlara yol açabilir endişesi yaşanırken, Türkiye’de bu küresel sorundan payını alacak gibi görünmektedir. Küçük bir köy niteliği taşıyan dünya artık tez elden birlikte önlemler alma yoluna gitmeli ve çevreci yaklaşımları içeren sözleşmeleri imzalayarak uygulamaya koymalıdır. Aksi halde tarımsal faaliyetleri de olumsuz olarak etkileyen iklim değişiklikleri ve sıcaklık artışları açlık sorunlarını daha da artıracak bu durum refah

içindeki ülkeleri de etkileyecektir. Yani bilinenin aksine iklim değişiklikleri sadece gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkeleri değil, gelişmiş ülkeleri de tehdit etmektedir.

Kaynaklar

- Altınsoy H. 2009. Boğaziçi Üniversitesi İklim Değişikliği Çalışma Grubu, İstanbul.
- Anonim, 2006. DMİ. İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu İklim Değişikliğinin Etkileri Çalışma Grubu Raporu”.
- Anonim, 2007. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 2007 yılı 4. Değerlendirme Raporu (AR4).; Climate Change 2007: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Switzerland.
- Anonim, 2010. Devlet Meteoroloji İşleri Gen. Müd. 2010 Yılı İklim Verilerinin Değerlendirmesi Raporu, Ocak 2011,
- Anonim, 2015a. İklim değişikliği ve şehir <https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/isaretler-2015/gorusme/iklim-degisikligi-ve-sehir> (02.10.2019)

- Anonim, 2015b. İklim değişikliği ve insan sağlığı <https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/isaretler-2015/gorusme/iklim-degisikligi-ve-insan-sagligi> (Erişim 04.09.2019)
- Anonim, 2016. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi, Nihai Raporu, Ankara
- Anonim, 2017. <http://www.milliyet.com.tr/gundem/iklim-degisikligi>. (Erişim 01.09.2019)
- Anonim, 2019a. <https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/isaretler-2019/infografik/toprak-arazi-ve-iklim-degisikligi/view> (Erişim 01.09.2019)
- Anonim, 2019b. İklim Değişikliği https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyor_uz/iklim_degisikligi_ve_enerji/iklim_degisikligi/ (Erişim 03.09.2019)
- Anonim, 2019c. <https://www.toraks.org.tr/news.aspx?detail=4023> (Erişim 01.09.2019)
- Arıkan Y, Özsoy G. 2008. A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi, Orta ve Doğu Avrupa için Çok Geç Olmadan Harekete Geçmek İsteyenler İçin. Ankara: Bölgesel Çevre Merkezi REC Türkiye.
- Başoğlu A, Teletar OM. 2013. İklim Değişikliği'nin Etkileri: Tarım Sektörü Üzerine Ekonometrik Bir Uygulama
- Bozkurt D, Şen ÖL, Turunçoğlu UU, Karaca M, Dalfes HN. 2008. Regional climate change projections for Eastern Mediterranean: preliminary results, Vol. 10, EGU2008-A-04264.
- Demir İ. 2008. PRECIS Bölgesel İklim Modeli ile Türkiye için İklim Öngörüler. IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu.
- Hansen J, Makiko S, Pushker K, David B, Robert B, Valerie M. D, Mark P, Maureen R, Dana LR, James CZ. 2008. Target Atmospheric CO₂: Where Should Humanity Aim? The Open Atmospheric Science Journal, 2008, 2, 217-231
- Şen ÖL, Bozkurt D, Göktürk OM, Dündar B, Altürk B. 2013. Türkiye'de İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. İstanbul.
- Öztürk Ö, Topal A, Akınerdem F, Akgün N. 2005. Ekim nöbeti sisteminde Şekerpancarından Sonra Uygulanan Farklı Ekim Zamanlarının Buğday Ve Arpa Verim Ve kalite Özelliklerine Etkisi. Bitkisel Araştırma Dergisi (2005) 1: 17-26.
- Türkeş M. 2008. Türkiye iklim bölgeleri "REC Türkiye Öncülerin Eğitimi Ders Notları".
- Yeo AR. 1999. Predicting the Interaction between the Effects of Salinity and Climate Change on Crop Plants. Scientia Horticulturae, 78: 159-174