



## Projections of Effects of Global Warming on Rainfall Regime in Some Provinces; Ankara, Rize, Aydın and Hakkâri Provinces Example

Hayati Gönültaş<sup>1,a,\*</sup>, Halil Kızılaslan<sup>1,b</sup>, Nuray Kızılaslan<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60240 Tokat, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 19/05/2020 Accepted : 07/08/2020</p> <p><b>Keywords:</b> Global warming Precipitation Forecasting Climate changes Agricultural activities</p>	<p>The effects of global warming have begun to be observed in today's world. Global warming affects Turkey as it affects the other parts of the world. Climatic Elements Turkey differ from province to province as well as they are differ from region to region. In this study order to evaluate these kind of climatic changes in terms of provinces projections, for the provinces of Ankara, Rize, Aydın and Hakkari, intended to show precipitation, were prepared for 10,15,20 and 48 years of future. in order to take regional differences account the provinces were selected from different regions. According to the results of the analysis, while the average annual precipitation between 1971 and 2018 in Ankara was 408.59 mm, it was 2262.76 mm in Rize, 634.33 mm in Aydın and 746.93 mm in Hakkari. Compared to the data realized in the projections prepared for 2019-2066, it is observed that there are changes in almost every province in average annual precipitation in parallel with global warming. However, these changes do not mean excessive changes in precipitation. In this sense, the effect of global warming is not seen as excessive increases in precipitation amounts, but as irregular and dominant form of precipitation. This study is important as it sheds light on the issue of taking precautions in terms of the necessity of ensuring food safety as agricultural activities will suffer as a result of these irregular and dominant rains caused by global warming.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(10): 2156-2163, 2020

## Küresel Isınmanın Bazı İllerde Yağış Rejimi Üzerine Etkilerinin Projeksiyonları; Ankara, Rize, Aydın ve Hakkâri İlleri Örneği

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 19/05/2020 Kabul : 07/08/2020</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Küresel ısınma Yağış Tahmin İklim değişiklikleri Tarımsal faaliyetler</p>	<p>Günümüz dünyasında küresel ısınmanın etkileri görülmeye başlamıştır. Küresel ısınma dünyayı olduğu gibi Türkiye'yi de etkilemektedir. Türkiye'de bölgesel olarak çok çeşitli olarak görülen iklimsel elemanlar illere göre de farklılıklar içermektedir. Bu çalışmada bu tür iklimsel değişikliklerin illere göre değerlendirilmesini teminen Ankara, Rize, Aydın, Hakkâri illeri için yağışlarla ilgili olarak 10, 15 ve 20 ve 48 yıllık geleceğe yönelik projeksiyonlar yapılmıştır. İller değişik bölgelerden seçilerek bölgesel farklılıkların da durum değerlendirilmesine konu olması hedeflenmiştir. Analiz sonuçlarına göre ise 1971 ile 2018 yılları arası Ankara ilinde yıllık ortalama yağış 408,59 mm olurken, Rize'de 2262,76 mm, Aydın 634,33 mm ve Hakkâri ili yıllık yağış ortalaması ise 746,93 mm olarak gerçekleşmiştir. 2019-2066 yılları arası için yapılan projeksiyonlarda gerçekleşen verilerle karşılaştırıldığında küresel ısınmaya paralel olarak ortalama yıllık yağışlarda hemen hemen her ilde değişikliklerin olduğu görülmektedir. Ancak bu değişiklikler yağış miktarlarında aşırı değişiklikler anlamına gelmemektedir. Bu manada küresel ısınmanın etkisi yağış miktarlarındaki aşırı artışlar olarak değil, yağışların düzensiz ve baskın şeklinde olması şeklinde görülmektedir. Küresel ısınmanın yol açtığı bu düzensiz ve baskın yağışlar neticesinde tarımsal faaliyetler zarar göreceğinden dolayı gıda güvenliğinin sağlanmasının gerekliliği açısından tedbir alınması konusuna ışık tutması yönüyle bu çalışma önem arz etmektedir.</p>

<sup>a</sup> [hgonultas@hotmail.com](mailto:hgonultas@hotmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7153-7188>

<sup>c</sup> [halil.kizilaslan@gop.edu.tr](mailto:halil.kizilaslan@gop.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0002-4642-0030>

<sup>c</sup> [nuray.kizilaslan@gop.edu.tr](mailto:nuray.kizilaslan@gop.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0002-8535-0100>



## Giriş

Genelde küresel ısınma ile iklim değişikliği terimlerinin aynı anlama geldiği düşünülmekte ise de iki kavram arasında belirli farklar vardır. Küresel ısınma, dünyada oluşabilecek ortalama sıcaklıklardaki iklim değişikliğine sebep olabilecek artışı anlatmakta iken, iklim değişikliği bir bölgedeki mevsimlik sıcaklık, yağış ve nem değerlerindeki değişimleri anlatmaktadır (Yamanoğlu, 2006).

İklim ise herhangi bir yerde uzun zaman diliminde gözlemlenen hava koşullarının ortalama özellikleri ile bunların oluşma aralıklarının zamana bağlı olarak dağılımları, aşırı değerler ve olaylar ile bütün değişkenlik çeşitlerinin bileşimi şeklinde tanımlanmaktadır (Türkeş, 2007).

18. yüzyılın sonlarından itibaren buhar makinasının icadıyla başlayan ve 19.yüzyılın ortalarında çelik, petrol ve elektriğin gelişmesi ve patlamalı motorun keşfiyle birlikte endüstriyel gelişmelerin hız kazanması fosil yakıtların kullanılması ve ormanların yok edilmesi sonuçlarını doğurmuştur. Hızla ilerleyen bu süreç insan kaynaklı olarak oluşan sera gazlarının atmosferde birikmesini hızlandırmış ve sera etkisi ile de yeryüzü ve atmosferin alt bölümünde “Küresel Isınma” denilen sıcaklık artışına sebep olmuştur.

Dünya'nın ortalama sıcaklığı insan kaynaklı nedenlerden dolayı 19.yüzyıldan itibaren 0,8°C artmış ve bu da iklim değişikliği, arazi kullanım değişikliği, karbondioksit ve metan gibi sera gazlarının salınmasına neden olmuştur. Atmosferdeki karbondioksit (CO<sub>2</sub>) seviyesi 1800'lerden 2000'lerin ilk çeyreğine kadar 284 ppm (Milyonda bir)'den 397 ppm'e artmıştır. Bu artış iklim değişikliklerine neden olarak sıcaklığı artırmakta ve bu da yağış rejimine etki ederek aşırı şiddetli yağışların düşmesine neden olmaktadır. Yüzyılın sonuna doğru ortalama küresel sıcaklığın önceki yüzyıla göre 1,8°C' ile 4°C arası artacağı tahmin edilmektedir. Bu sebeple deniz seviyesinin yükselerek kıyı bölgelerde tarım arazilerinin sel baskınına uğraması riskini artırması beklenmektedir.

Tarımsal alan ve su kaynaklarının korunması önem arz etmektedir. Erozyona uğrayan arazilerde teraslama, ağaçlandırma, rüzgar bariyerleri kurmak gibi ıslah çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Tarım arazilerinin yok edilmesi ise açık riski çeken bölgelere yeni yerlerin eklenmesi anlamına gelmektedir (Anonim, 2019a).

Yerküre atmosferi yapısında az miktarlarda bulunan, su buharı, karbondioksit, metan, azot dioksit ve ozon gibi gazlar güneşten gelen ışınları kolay geçirirken geri dönen uzun dalgalı yer ışınımını ise daha az geçirmektedir. Bu durum yeryüzünün daha fazla ısınmasına yol açmaktadır. Çoğunlukla insan etkisiyle yerin ısı dengesini düzenleyen işlevlerin bozulması sonucu iklim sistemi etkilenmekte ve denge bozulmaktadır (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin yağış rejimleri üzerindeki olumsuz etkinin en büyüğü kuraklıktır. Daha önceden yağışlı olan bölgelerde daha fazla yağışın olacağı, kuraklık olanlarda ise sorunun fazlalaşacağı tahmin edilmektedir. Bu sebeple bazı yerlerde seller, taşkınlar, kasırgalar ve şiddetli kuraklıkların görülmesi beklenmektedir. Bu durum çok sayıda insanı açlık ve susuzluk tehlikesiyle karşı karşıya bırakabilecektir (Yönten, 2007).

Yağışların kayıtlara geçen normal düzeylerin büyük ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve su kaynaklarının olumsuz etkilenmesine ve su dengesinin bozulmasına neden olan doğal olaya kuraklık denilmektedir. Kuraklık küresel ısınma ve iklim değişikliği ile iklimlere, su dengesine, tarıma, sosyal duruma ve ekonomiye etki etmektedir (Anonim, 1997).

Atmosferdeki ısınma trendi daha çok buharlaşmayı, kuraklığı ve düzensiz yağışları tetiklemektedir. Dolayısıyla insanlar yeryüzünde düzensiz yağışlar nedeniyle yararlı yağışların azalması sonucu dönemsel kuraklıkları yaşama riski ile karşı karşıya kalmaktadır. (Küçükkılavuz, 2009).

İklim değişikliği, dünyanın farklı yörelerinde ve mevsimlerde yağış dağılımını değiştirmekte, yağışlar kuzey yarım kürenin orta ve yüksek enlemlerinde sonbahar ve kışın artarken, kuzey ve güney yarıkürede tropik ve alt-tropikal bölgelerde azalmaktadır. Yağış değişimlerinin daha çok Ekvator ve Güneydoğu Asya'yı vurması beklenmektedir (Kanber ve ark., 2010).

Genel anlamda küresel ısınma kaynaklı iklim değişikliği, nedeni ne olursa olsun iklimsel durumlardaki büyük ölçekli ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ama yavaş yavaş gelişen değişikliklerdir (Türkeş, 1997).

Günümüzde iklimlerin değişmesiyle yağışlar düzensizleşmekte kuvvetli fırtınalar sık yaşanan hava olayları olarak görülmektedir. İklim değişiklikleri sebebiyle ormanlarda kök saldıkları topraklarda yaşayamaz hale gelen ağaçlar, iklim değişikliği etkilerinden uzaklaşmak için tohumlarıyla adım adım kuzeye, daha yükseklere ilerlemektedirler (Anonim, 2019b).

2010'da Doğu Avrupa ve Rusya'nın büyük bir bölümünde son 5 asrın en yüksek sıcaklıklarına maruz kalmış ve Moskova'da 38,2°C sıcaklık ölçülmüştür. Milyonlarca ha alan kuraklık sebebiyle oluşan yangınlarda kül olmuş, normalin çok üstündeki sıcaklıklardan kaynaklı olarak yaklaşık 50.000 kişi hayatını kaybetmiştir (Anonim, 2011).

Türkiye'de özellikle Doğu Karadeniz'de son yıllardaki kış ayları daha sıcak geçmekte ve karların yerde kalma süresi kısalmaktadır. Bunun küresel ısınmadan daha az etkileneceği düşünülen bu bölgede olması önemlidir. Son zamanlarda bölgede gerçekleşen yıllık ortalama 0,54°C sıcaklık artışı ile yerel ama yıkıcı sellerin görülme sıklığı artmakta, yağış rejimi ve dağılımı değişmekte, kısa süreli şiddetli yağışlarda artış görülmektedir (Anonim, 2012a).

Nüfusun çoğalmasına paralel olarak küresel ısınmanın etkisi iklim sistemlerinde anlık ve kısa süreli değişiklikler yaratmakta ve bu da doğayı etkisi altına almaktadır (Anonim, 2018).

İklim değişiklikleri nedeniyle tarımın azalmasıyla dünya yiyecek talebinde az gelişmiş ülkeler aleyhine bir durum söz konusu olabilecektir. Bazı çalışmalara göre 1-2°C artış küresel tarımı olumlu etkilerken, 3°C ya da üstü artış tarımsal üretimi düşürmektedir (Altınsoy, 2009).

İklim değişikliğinin Türkiye'de tarım sektöründe meydana getirdiği etkilerin araştırılmasını teminen 1973-2011 tarihleri arası verilerle yapılan analizde, tarımın sıcaklıklardaki değişiklikten olumsuz, yağışlardaki değişikliklerden ise olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir. Ancak sıcaklık değişkeni katsayısının, yağışinkinden daha büyük olmasından dolayı tarım

üzerindeki iklim değişikliği etkisi olumsuz şekilde yansımaktadır. Bu olumsuzlukların giderilmesi için iklimsel koşullara uygun ürün çeşitlendirmesi yapılması ve tarımsal üreticilerin konuyla ilgili eğitilmesi gerekmektedir (Başoğlu ve Telatar, 2013).

Tarımsal faaliyetler ile (enerji tüketimi, bitkisel ve hayvansal üretim, gübre, ilaç vb.) sera gazı artmasına karbondioksit, metan ve azot oksit'in sebep olduğu düşünülmektedir (Houghton, 2005).

Tarımsal faaliyetler ve üretimin, küresel ısınmaya olan olumsuz etkilerinin azaltılması için karbon kaynağı olan topraklardan tarımsal üretim sonucu sera gazı salınımını artırıcı yanlış arazi kullanımı ve bilinçsiz gübreleme faaliyetlerinden kaçınılmalıdır (Lal, 2006).

İklim değişikliği; tarım, orman ve bitki örtüsü, temiz su kaynakları, deniz seviyesi, enerji, insan sağlığı ve biyolojik çeşitliliği doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebilmektedir. Ayrıca, iklim değişikliği sosyal ve ekonomik sorunlara da neden olarak tarım üzerinde baskı oluşturabilmekte, toprak ve su rejimleri değişime uğramakta, tarımsal üretim azalarak gıda güvenliğini tehlikeye sokmaktadır. İklim değişikliğinin tarım alanlarında verimsizliğe sebep olması, tarımsal ürünlerinde hastalıkların artması ve deniz seviyesini yükselterek kıyı ekosistemlerine zarar vermesi beklenmektedir (Akalin, 2014).

Küresel ısınmanın etkileri dünyada ve Türkiye'de olumsuz değişikliklere sebep olmaktadır. Avrupa ve Amerika'da oluşan ciddi sıcak ve soğuk hava dalgaları orman yangınlarına yol açmakta, kuvvetli kasırgalara ve rüzgârlara sebep olmaktadır. Türkiye'de de artış göstermekte olan hortumlar ve ani yağışlar ciddi zararlara yol açmaktadır. Küresel ısınmadan dolayı normalde 1 saatte yağması gereken yağmur artık 10 dakikada yağmaktadır (Anonim, 2019c).

Küresel ısınma yağış rejimlerine, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına olumsuz etki etmektedir. Yayınlanan bir raporda ABD'nin güney eyaletlerinin su sıkıntısıyla daha yoğun karşılaşacağı ve bu durumun tarımsal üretimi de düşüreceği ifade edilmektedir. ABD'de ortalama sıcaklığın 1895'den bu yana 1970'lerde belirginleşerek 1,3 ila 1,9 derece arttığı belirtilmektedir (Anonim, 2014).

Küresel ısınma kaynaklı olarak artan aşırı hava olayları; tarım, hayvancılık, balıkçılık ve ekosistemleri etkileyerek gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Bu yüzden az gelişmiş bölgelerde gıda maddelerine erişimin tehlikeye girmesi de olasıdır (Anonim, 2012b).

Bu çalışmada, yapılan projeksiyonlarla küresel ısınmanın aşırı yağış gibi yıkım etkisi nedeniyle özellikle gıda ve tarımsal üretim sistemine vereceği olası zararların ortaya konulması ve gelecekteki açlık problemlerinin önüne geçilmesi için ısınmanın önlenmesine yönelik tedbirlerin alınmasının gerekliliğinin önemine vurgu yapılması amaçlanmıştır

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Türkiye'nin değişik bölgelerinde yer alan bazı iller seçilmiş ve denize kıyısı olan bölgelerde deniz etkisi görülebilen iller tercih edilmiştir. Seçilen bu iller Ankara, Rize, Aydın ve Hakkâri'dir. Söz konusu illerde 48 yıllık yağış ortalamaları kullanılarak geleceğe dönük projeksiyonlar için "Trend Analizleri" yapılmıştır. Bu illerde yağışların farklılıkları üzerine etkilerinin gözlemlenmesi için 10, 15, 20 ve 48 yılı kapsayacak

şekilde yapılan tahminlerle küresel ısınmanın yağışlar üzerindeki etkisi değerlendirilmiş ve elde edilen veriler karşılaştırılmıştır.

Tahminlerde Linear Trend Modeli kullanılmıştır. İstatistiklerde öngörü hatalarını yüzde olarak ifade eden ve %10'un altında olduğunda yüksek doğruluk oranları yansıtan MAPE (Ortalama ve Mutlak Yüzde Hata) değerleri dikkate alınmıştır. Üstel olarak artan çokluklarda, sürekli büyüyen sayılarla işlem zorluğunu aşmak için sayılar yerine belli bir tabana göre logaritma kullanılması yaygın olduğundan çalışmada büyüyen sayılar yerine bu sayıların 10 tabanına göre logaritması alınarak tahminlerin sağlıklı olarak yapılması sağlanmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Çalışmada küresel ısınmanın etkilerinin ortaya konulması açısından öncelikle İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan ve karasal iklime sahip olan Ankara ilinin, kara iklimi özelliklerini yansıtan Doğu Anadolu Bölgesi ili Hakkâri'nin, Akdeniz ikliminin hakim olduğu Aydın'ın ve iklimin daha soğuk ve yağışlı olduğu Karadeniz kıyılarında yer alan Rize'nin 1971-2018 arası 48 yıllık olmak üzere yıllık yağış ortalamaları verileri kullanılarak yağışların gelecek tahminleri açısından 10, 15, 20 ve 48 yılı kapsayacak şekilde "Trend Analizleri" yapılarak küresel ısınmanın yağışlar üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Sonrasında ise illerin değerleri karşılaştırılmıştır. İllerin tahminleri %90 güven aralığında ve %10 hata payı ile tahmin edilerek alt güvenilirlik sınırı ve üst güvenlik sınırının birbirlerine yakın olmaları sağlanmıştır. Böylelikle yüksek güven sınırı içerisindeki zorlaşan tahmin olanakları biraz daha kolay ve gerçekçi olarak ortaya konulmuştur. Analizlerin MAPE değerlerine de bakılarak doğruluk payları teyit edilmiştir.

### Ankara İli Yağış Tahminleri

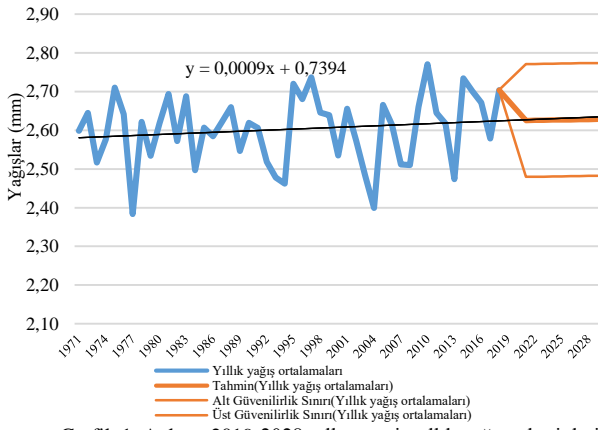
Ankara'nın 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı 408,59 mm (log 2,6026)'dir. Aşağıdaki grafiklerde sırasıyla bu ortalama ile 10, 15, 20 ve 48 yıllık tahminler karşılaştırılmıştır. 10 tabanına göre logaritması alınan verilere göre;

Grafik 1'de görülen 2019-2028 yıllarına ait 10 yıllık ortalama yağış tahmini log 2,6263 mm (412,30) olarak hesaplanmıştır. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise log 0,0237 mm bir yağış farkı görülmektedir. Yani 3,72 mm düzeyinde ortalama bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. Trend analizinde önemli olan MAPE değerinin %2,75 ile %10'un altında kalması ise analizi doğrulamaktadır. Trend denklemi ise;

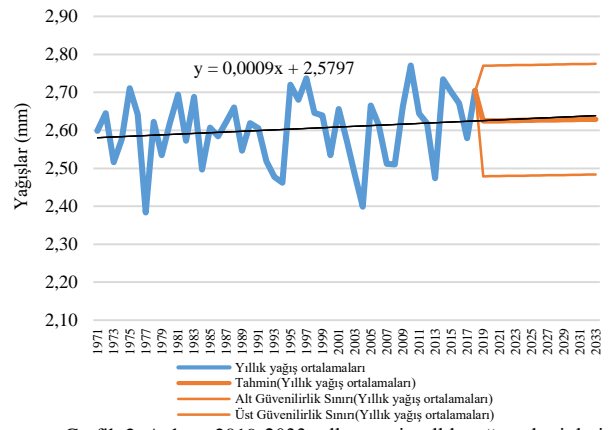
$$y = 0,0009x + 0,7394 \text{ şeklinde olup, eğim } 0,0009 \text{ dur.}$$

Grafik 2'de Ankara'nın 2019-2033 arası 15 yıllık ortalama yağış tahmini log 2,6270 mm (412,42)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise log 0,0244 mm kadar (3,82) bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri ise %2,75'tir. Trend denklemi ise;

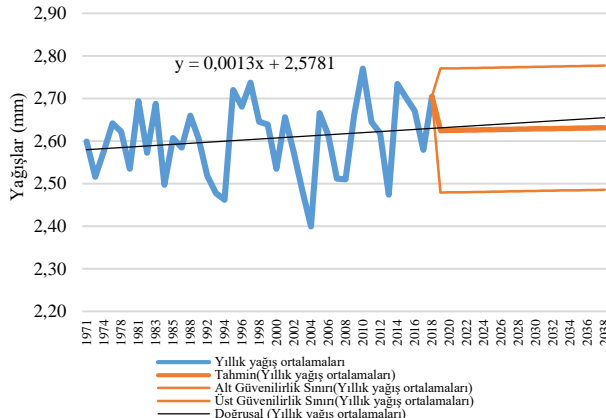
$$y = 0,0009x + 2,5797 \text{ olup, eğim } 0,0009 \text{ dur.}$$



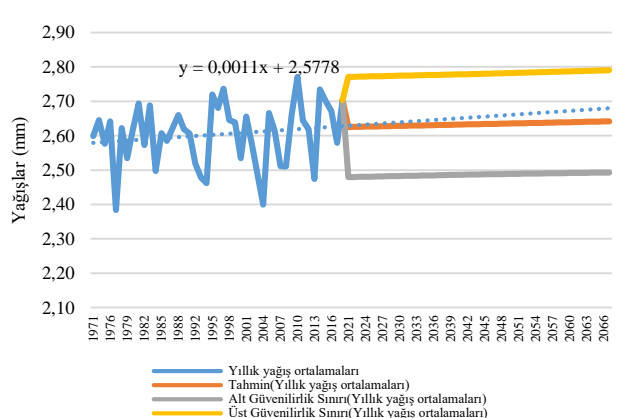
Grafik 1. Ankara 2019-2028 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 1. Annual precipitation forecasts for Ankara 2019-2028



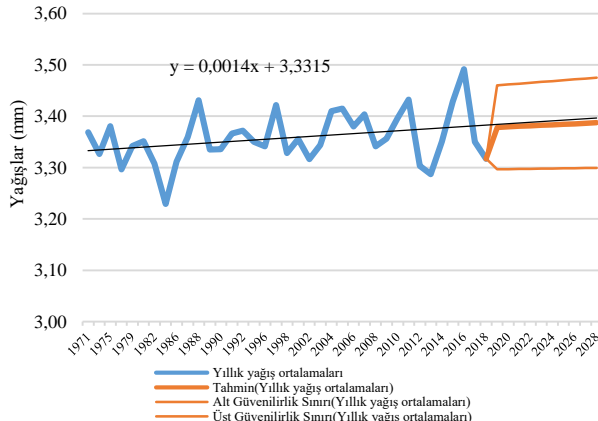
Grafik 2. Ankara 2019-2033 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 2. Annual precipitation forecasts for Ankara 2019-2033



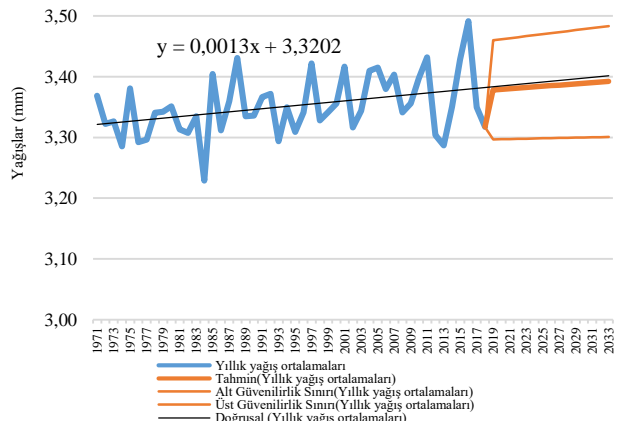
Grafik 3. Ankara 2019-2038 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 3. Annual precipitation forecasts for Ankara 2019-2038



Grafik 4. Ankara 2019-2066 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 4. Annual precipitation forecasts for Ankara 2019-2066



Grafik 5. Rize 2019-2028 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 5. Annual precipitation forecasts for Rize 2019-2028



Grafik 6. Rize 2019-2033 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 6. Annual precipitation forecasts for Rize 2019-2033

Grafik 3'de Ankara'nın 2019-2038 arası 20 yıllık ortalama yağış tahmini  $\log 2,6281$  mm (412,58)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise  $\log 0,0255$  mm kadar (3,99) bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri ise %2,75'tir. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0013x + 2,5781 \text{ olup, eğim } 0,0013 \text{ 'dür.}$$

Grafik 4'de Ankara'nın 2019-2066 arası 48 yıllık ortalama yağış tahmini  $\log 2,6329$  mm (413,34)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise  $\log 0,0303$  mm kadar yani 4,75

mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri %2,75'tir. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0011x + 2,5778 \text{ olup, eğim } 0,0011 \text{ 'dir.}$$

### Rize İli Yağış Tahminleri

Rize'nin 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı  $2\ 262,76$  mm ( $\log 3,3519$ )'dir. Aşağıdaki grafiklerde sırasıyla bu ortalama ile 10, 15, 20 ve 48 yıllık tahminler karşılaştırılmıştır. 10 tabanına göre logaritması alınan verilere göre;

Grafik 5'de Rize'nin 2019-2028 arası 10 yıllık ortalama yağış tahmini  $\log 3,3833$  mm (2 283,96)'dir.

1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise log 0,0314 mm kadar yani 21,20 mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri ise %1,69 ile %10'un altında kalarak analizi doğrulamaktadır. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0014x + 3,3315 \text{ olup, eğim } 0,0014 \text{ 'tür.}$$

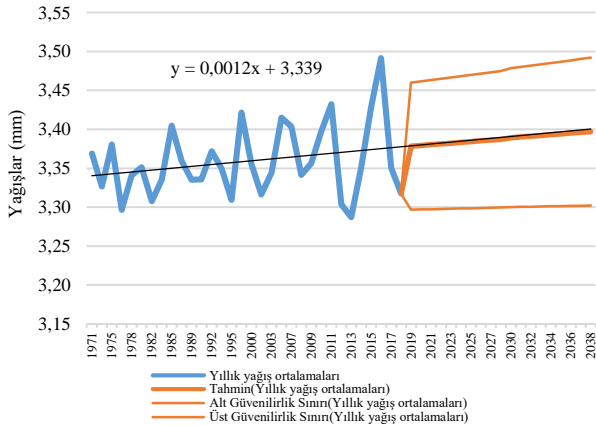
Grafik 6'da Rize'nin 2019-2033 arası 15 yıllık ortalama yağış tahmini log 3,3853 mm (2 285,29)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise log 0,0334 mm kadar yani 22,54 mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri ise %1,69'dur. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0013x + 3,3202 \text{ olup, eğim } 0,0013 \text{ 'tür.}$$

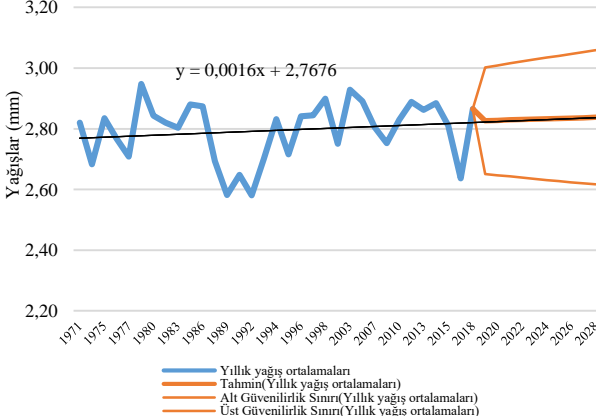
Grafik 7'de Rize'nin 20 yıllık ortalama yağış tahmini log 3,3882 mm (2.287,28)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise log 0,0363 mm kadar yani 24,52 mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri ise %1,69'dur. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0012x + 3,339 \text{ olup, eğim } 0,0012 \text{ 'dir.}$$

Grafik 8'de Rize ilinin 2019-2066 yıllarına ait 48 yıllık ortalama yağış tahmini log 3,4025 mm (2.296,91)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise log 0,0506 mm kadar yani 34,15 mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin



Grafik 7. Rize 2019-2038 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 7. Annual precipitation forecasts for Rize 2019-2038



Grafik 9. Aydın 2019-2028 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 9. Annual precipitation forecasts for Aydın 2019-2028

edilmektedir. MAPE değeri ise %1,69'dur. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0002x + 3,2909 \text{ olup, eğim } 0,0002 \text{ 'dir.}$$

#### Aydın İli Yağış Tahminleri

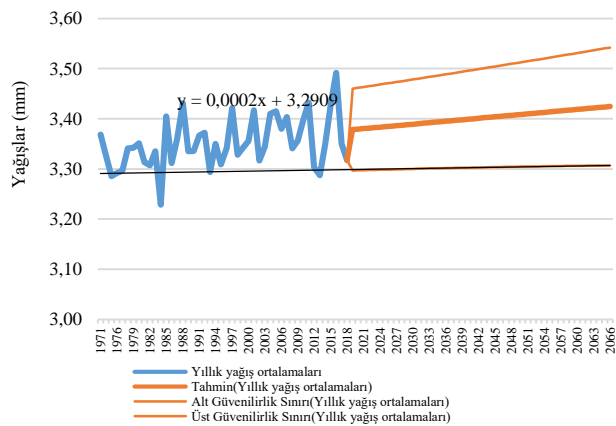
Aydın'ın 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı 634,33 mm (log 2,7902)'dir. Aşağıdaki grafiklerde sırasıyla bu ortalama ile 10, 15, 20 ve 48 yıllık tahminler karşılaştırılmıştır. 10 tabanına göre logaritması alınan verilere göre;

Grafik 9'da Aydın'ın 2019-2028 arası 10 yıllık ortalama yağış tahmini log 2,8238 mm (644,01)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise log 0,0426 mm kadar yani 9,67 mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri ise %2,73 ile %10'un altında kalarak analizi doğrulamaktadır. Trend denklemi ise;

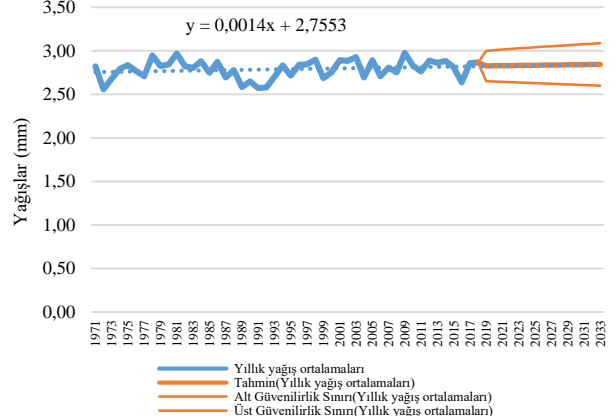
$$y = 0,0016x + 2,7676 \text{ olup, eğim } 0,0016 \text{ 'dır.}$$

Grafik 10'da Aydın'ın 2019-2033 arası 15 yıllık ortalama yağış tahmini log 2,8352 mm (644,56)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise log 0,0450 mm kadar yani 10,23 mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri ise %2,73 ile %10'un altında kalarak analizi doğrulamaktadır. Trend denklemi ise;

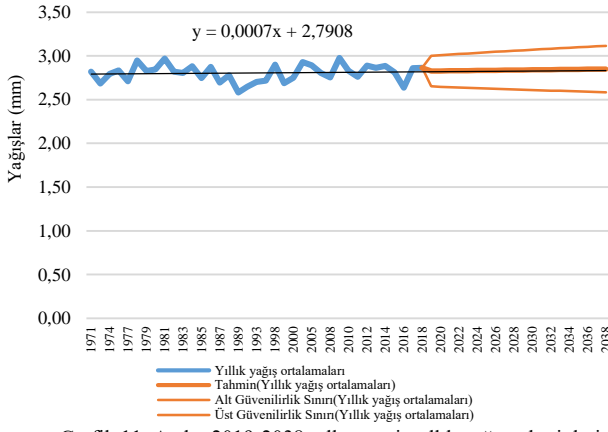
$$y = 0,0014x + 2,7553 \text{ olup, eğim } 0,0014 \text{ 'tür.}$$



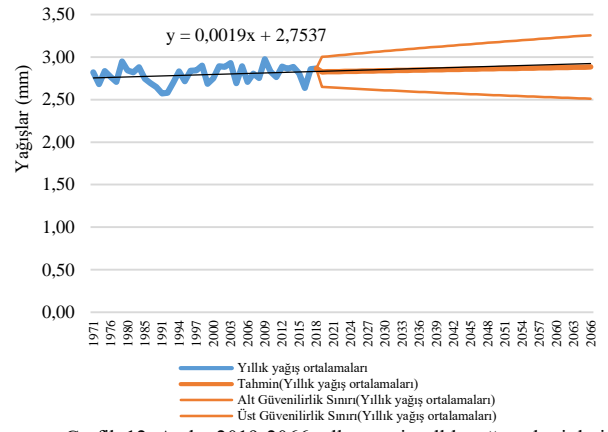
Grafik 8. Rize 2019-2066 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 8. Annual precipitation forecasts for Rize 2019-2066



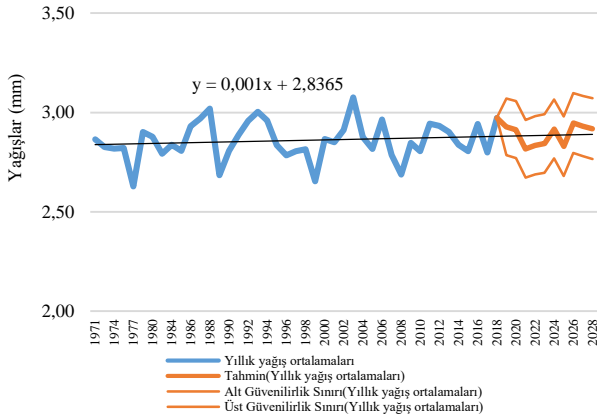
Grafik 10. Aydın 2019-2033 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 10. Annual precipitation forecasts for Aydın 2019-2033



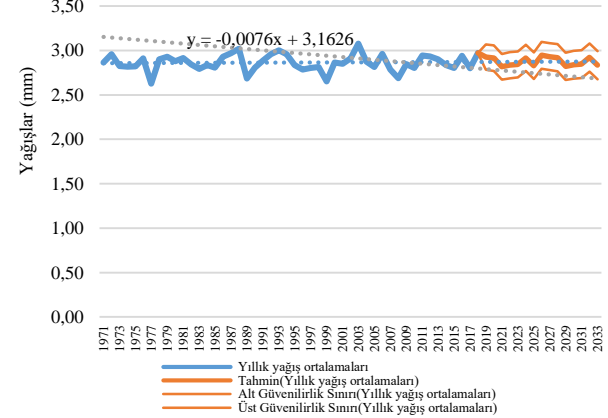
Grafik 11. Aydın 2019-2038 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 11. Annual precipitation forecasts for Aydın 2019-2038



Grafik 12. Aydın 2019-2066 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 12. Aydın annual precipitation forecasts for 2019-2066



Grafik 13. Hakkâri 2019-2028 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 13. Annual precipitation forecasts for Hakkari 2019-2028



Grafik 14. Hakkâri 2019-2033 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 14. Annual precipitation forecasts for Hakkari 2019-2033

Grafik 11'de Aydın ilinin 2019-2038 yıllarına ait 20 yıllık ortalama yağış tahmi  $\log 2,8288$  mm (645,39)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise  $\log 0,0487$  mm kadar yani 11,06 mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri ise %2,73'tür. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0007x + 2,7908 \text{ olup, eğim } 0,0007 \text{ 'dir.}$$

Grafik 12'de Aydın ilinin 2019-2066 yıllarına ait 48 yıllık ortalama yağış tahmi  $\log 2,8565$  mm (649,40)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise  $\log 0,0663$  mm kadar yani 15,07 mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri ise %2,73'tür. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0019x + 2,7537 \text{ olup, eğim } 0,0019 \text{ 'dur}$$

### Hakkâri İli Yağış Tahminleri

Hakkâri'nin 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı 746,93 mm ( $\log 2,8639$ )'dir. Aşağıdaki grafiklerde sırasıyla bu ortalama ile 10, 15, 20 ve 48 yıllık tahminler karşılaştırılmıştır. 10 tabanına göre logaritması alınan verilere göre;

Grafik 13'de Hakkâri'nin 2019-2028 arası 10 yıllık ortalama yağış tahmini  $\log 2,8819$  mm (751,64)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise  $\log 0,0181$  mm kadar yani 4,70 mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değerinin %2,51 ile %10'un altında kalması Trend

analizini doğrulamaktadır. Trend denklemi ise  $y = 0,0001x + 2,8365$  olup, eğim 0,0001'dir.

Grafik 14'de Hakkâri'nin 2019-2033'e ait 15 yıllık ortalama yağış tahmini  $\log 2,8763$  mm (749,97)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise  $\log 0,0117$  mm kadar yani 3,04 mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri ise %2,51'dir. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0076x + 3,1626 \text{ olup, eğim } 0,0076 \text{ 'dir.}$$

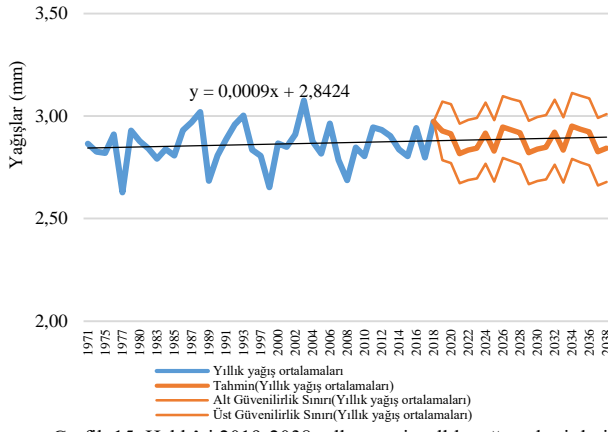
Grafik 15'de Hakkâri'nin 2019-2038'e ait 20 yıllık ortalama yağış tahmini  $\log 2,8789$  mm (751,10)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise  $\log 0,0160$  mm kadar yani 4,17 mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri ise %2,51'dir. Trend denklemi ise;

$$y = 0,0009x + 2,8424 \text{ olup, eğim } 0,0009 \text{ 'dur.}$$

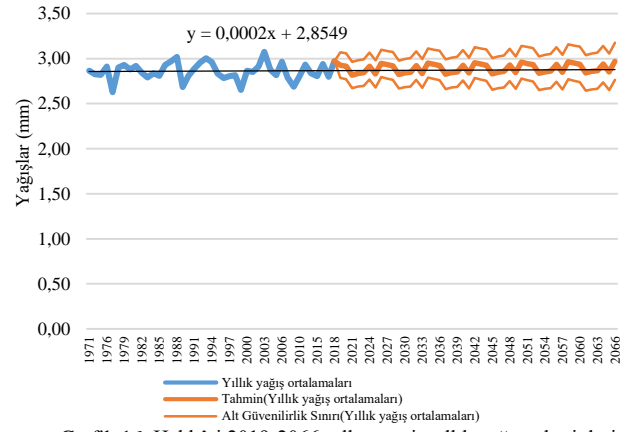
Grafik 16'da Hakkâri ilinin 2019-2066 yıllarına ait 48 yıllık ortalama yağış tahmini  $\log 2,8925$  mm (754,39)'dir. 1971-2018 tarihleri arasında gerçekleşen ortalama yağış miktarı ile karşılaştırıldığında ise  $\log 0,0286$  mm kadar yani 7,46 mm bir yağış artış farkı oluşacağı tahmin edilmektedir. MAPE değeri ise %2,51'dir.

Trend denklemi ise;

$$y = 0,0002x + 2,8549 \text{ olup, eğim } 0,0002 \text{ 'dir.}$$



Grafik 15. Hakkâri 2019-2038 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 15. Annual precipitation forecasts for Hakkari 2019-2038



Grafik 16. Hakkâri 2019-2066 yıllarına ait yıllık yağış tahminleri  
Graphic 16. Annual precipitation forecasts for Hakkari 2019-2066

### Çizelge 1. İller bazında çeşitli yıllara göre yapılan projeksiyonlara ilişkin bilgiler

Table 1. Information on projections made for various years on the basis of provinces

Yıllar	Ankara		Rize		Aydın		Hakkâri	
	Yağışlar (mm)	Farklar (mm)	Yağışlar (mm)	Farklar (mm)	Yağışlar (mm)	Farklar (mm)	Yağışlar (mm)	Farklar (mm)
1971-2018 Yağış Ort.	408,59		2262,76		634,33		746,93	
2019-2028 Tahmin (10 yıl)	412,30	3,72	2 283,96	21,20	644,01	9,67	751,64	4,70
2019-2033 Tahmin (15 yıl)	412,42	3,82	2 285,29	22,54	644,56	10,23	749,97	3,04
2019-2038 Tahmin (20 yıl)	412,58	3,99	2 287,28	24,52	645,39	11,06	751,10	4,17
2019-2066 Tahmin (48 yıl)	413,34	4,75	2 296,91	34,15	649,40	15,07	754,39	7,46

#### İllere Göre Yıllık Yağış Projeksiyonları

1971 ile 2018 yılları arasında Ankara ilinde 408,59 mm, Rize’de 2 262,76 mm, Aydın’da 634,33 mm ve Hakkâri ilinde 746,93 mm olarak gerçekleşen ortalama yıllık yağış miktarları ile 10, 15, 20, ve 48 yıllık olarak yapılan tahminlere göre oluşacak yağış artış farkları iller bazında Çizelge 1’de gösterilmektedir.

2019-2066 yılları arası için yapılan projeksiyonlar (10, 15, 20 ve 48 yıllık), gerçekleşen verilerle karşılaştırıldığında küresel ısınmaya paralel olarak yıllık ortalama yağışlarda değişiklikler olacağı tahmin edilmektedir. Genel olarak tahmin yılı arttıkça yağış artış farkları da artmaktadır.

Buna göre en fazla olarak Karadeniz illerinden birisi olan ve çok yağış alması ile bilinen Rize’de diğer illere göre 48 yıllık ortalamada 34,15 mm ile daha fazla yağış artışı farkı olacağı ve diğer yıllar bazında da yine en yüksek farkların bu ilde oluşacağı tahmin edilmektedir. Ankara’da en yüksek 4,75 mm gibi bir artış söz konusu iken, nispeten sıcak bir il olan Aydın’da en fazla 15,07 mm yağış artış farkı öngörülmektedir. En az yağış artışı farkı ise 15 yıllık projeksiyonda 3,04 mm olarak Hakkari ilinde olacağı tahmin edilmektedir. Ancak bu değişiklikler yağış miktarlarında aşırı değişiklikler anlamına gelmemektedir.

#### Sonuç ve Öneriler

Küresel ısınma bugün dünyaca kabul görmekte olduğu gibi bazı bölgelerde seller, taşkınlar ve kasırgalara ve şiddetli kuraklıklara neden olurken, bu durumun tarımı ve su kaynaklarını etkileyerek çok sayıda insanı açlık ve susuzluk tehlikesiyle karşı karşıya bırakacağı düşünülmektedir. Küresel ısınmanın etkisinin sadece yağış miktarlarındaki aşırı artışlar olarak değil, yağışların düzensiz ve baskın şeklinde gerçekleşmesiyle daha fazla

belirginleşmesi beklenmektedir. Nitekim Tipik Karadeniz ili olan Rize’de son zamanlardaki heyelana yol açan yağış şekilleri buna işaret etmektedir. Öte yandan, yağış artış farkı 48 yıllık tahminde 15,07 gibi bir miktar olan diğer illere göre daha sıcak Aydın gibi illerde tarımsal üretime birazda olsa fayda bile sağlayabilecektir.

Dünya ve Türkiye’nin bu tür olumsuzlukları yaşaması olasıdır. Bazı bölgelerdeki yağış artışlarının kurak bazı alanları tarımsal alanlara dönüştürmesi ise ihtimal dahilindedir. Yine de küresel ısınmanın yararından daha fazla zararının olacağı ön plana çıkmaktadır.

Bu sebeple dünyanın ısınmasına yol açan etkinliklerin önlenmesi gerekmektedir. Ayrıca küresel ısınma olumsuzluklarına karşı tüm dünya ülkeleri özellikle tarımsal ürün yetiştirme ve su kaynaklarını korumayla ilgili olarak uyum tedbirleri almak zorundadır.

#### Kaynaklar

- Akalın M. 2014. İklim Değişikliğinin Tarım Üzerindeki Etkileri: Bu Etkileri Gidermeye Yönelik Uyum ve Azaltım Stratejileri, Hitit Üniv.SBE Dergisi Cilt 7, Sayı 2, 351-378
- Altınsoy H. 2009. Boğaziçi Üniversitesi İklim Değişikliği Çalışma Grubu, İst. Anonim, 1997. Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi- BMÇMS, Çevre Bakanlığı Yayınları. Ankara.
- Anonim, 2011. <https://www.yesilist.com/kuresel-ismama-asiri-yagmur-ve-sele-nasil-sebep-olabilir/> (Erişim 01.09. 2019).
- Anonim, 2012a: Summary forpolicymaker In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 3-21.
- Anonim, 2012b. 4-[https://www.ntv.com.tr/turkiye/karadenizin-iklimi-degisti,Zg8HPupQ0yxuTELk\\_njdw](https://www.ntv.com.tr/turkiye/karadenizin-iklimi-degisti,Zg8HPupQ0yxuTELk_njdw) (Erişim 11.09.2019).

- Anonim, 2014. <https://www.dunyabulteni.net/genel/kuresel-isinma-yagis-rejimi-ve-sulari-etkiliyor-h297415.html>. (Erişim 20.09.2019).
- Anonim, 2018. <http://www.hurriyet.com.tr/yagislar-kuresel-isinma>. (Erişim 01.10.2019).
- Anonim, 2019a, <https://www.sondakika.com/haber/haber-collesme-ve-kuraklik-uyarisi-arazilerin-yuzde-47-12152024>. (Erişim 24.09.2019).
- Anonim, 2019b. <https://yesilgazete.org/blog/2019/09/27/iklim-degisiyor-ormanlar-goc-ediyor/Erişim> 21.09.2019)
- Anonim, 2019c. <https://www.milligazete.com.tr/haber/2668760/kuresel-isinma-ciddi-tehlikelere-sebeplolacak>. (Erişim 24.09.2019)
- Arıkan, Y., ve Özsoy, G., 2008. A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi, Orta ve Doğu Avrupa için Çok Geç Olmadan Harekete Geçmek İsteyenler İçin. REC Bölgesel Çevre Merkezi Ankara.
- Başoğlu A, Teletar OM. 2013. İklim Değişikliği'nin Etkileri: Tarım Sektörü Üzerine Ekonometrik Bir Uygulama. KTÜ-Sosyal Bilimler Dergisi, 6, s.7-25.
- Houghton J. 2005. Global Warming Reports on Progress in Physics, 68 1343-1403.
- Kanber R, Baştuğ R, Büyükaş D, Ünlü M, Kapur B. 2010, Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynakları ve Tarımsal Sulamaya Etkileri, TMMOB ZMO, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 11-15 Ocak, s.83-118, Ankara
- Küçükılavuz E. 2009, 8-Küresel Isınmanın Su Kaynakları Üzerine Etkileri: Türkiye Örneği (Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniv., SBE İktisat ABD. 29 s. Şanlıurfa
- Lal R. 2006. Enhancing Crop Yields in The Developing Countries Through Restoration of The Soil Organic Carbon Pool in Agricultural Lands. Land Degradation and Development, v.17, p.197-209.
- Türkeş M. 1997. Hava ve İklim Kavramları Üzerine, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 355,36-37, Ankara.
- Türkeş M. 2007, Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler, I. Türkiye İklim Değişikliği Kong.İst.
- Yamanoğlu GÇ. 2006. Türkiye'de Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış ile Mücadelede İktisadi Araçların Rolü (Y.Lisans Tezi) Sayfa 13, A.Ü., SBE, Ankara
- Yönten A. 2007. Küresel Isınmanın Azaltılması Politikaları ve Stratejileri- Türkiye için bir Yaklaşım (Y. Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniv. SBE, Kamu Yönetimi ABD, İzmir, 45 s.