



Türkiye'de İklim Değişikliğinin İklim Bölgelerine Yansımada Kuzey-Güney Yönlü Sıcaklık ve Yağış Değişim Öngörülleri



Muhammet BAHADIR*

Özet:

Bu çalışma ile Türkiye'nin merkezi kesiminde, kuzey-güney yönlü bir hat boyunca, üç ana iklim tipini karakterize edecek şekilde seçilmiş 6 (altı) istasyona ait sıcaklık ve yağıştaki trend eğilim analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yöntem olarak, durağan olmayan zaman serilerini durağan hale getirerek geleceğe yönelik tahmin yapmaya imkân sağlayan ARIMA (Box-Jenkins) tekniği kullanılmıştır. Yöntem, geleceğe yönelik öngörülerde anlamlı ve isabetli sonuçlar vermektedir. Yapılan analizler neticesinde Karadeniz iklim bölgesinde sıcaklıktaki kısmi artışa (0,3°C) rağmen, Karasal ve Akdeniz İklim bölgelerinde sıcaklıkta aşırı artış (0,5-0,6°C) kendini göstermektedir. Bu değerler dünyada iklim bölgelerine göre öngörülen yüzey sıcaklık artışları ile örtüşmektedir. Yağıştaki değişim ise özellikle Karadeniz iklim bölgesi istasyonlarında artış (25-50 mm civarında), Karasal ve Akdeniz iklim bölgesi istasyonlarında ise azalma şeklinde öngörülmektedir (2-100 mm aralığında). Bu değerler de dünya iklim bölgeleri ve senaryolarında öngörülen değerlerle örtüşmekte, özellikle Akdeniz kıyılarımız ve iç bölgelerimiz kuraklığın etkisinin giderek artacağı sahalarımızı oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler: ARIMA modeli, Türkiye, İklim Değişikliği, Eğilim, İklim Bölgesi.

North-South Directional Temperature and Precipitation Change Forecasts in the Reflection of Climate change in the Climatic Zones of Turkey

Summary:

Temperature and precipitation trends were realized in this study by analyzing selected 6 (six) stations characterizing the three main climate types along a north-south directional line in the central part of Turkey. The method used in the study was the ARIMA (Box-Jenkins) technique, which allows non-stationary time series to be converted into stationary series and enables making forecasts for the future. The method provides meaningful and precise results regarding future forecasts. As a result of the executed analysis, excessive increase in the temperature (0,5-0,6°C) of the Continental and Mediterranean climatic zones became evident in spite of the partial temperature increase in the Black Sea Climatic Zone (0,3°C). These values coincide with the surface temperature increases forecast for global climatic zones. The change in precipitation, particularly in the Black Sea climatic zone stations foresees an increase (around 25-50 mm), while the stations in the Continental and Mediterranean climatic zones foresees a decrease (between 2-100 mm). These values also coincide with values forecast for global climatic zones, particularly our Mediterranean coasts and internal regions will develop areas which will experience increased drought.

Key Words: ARIMA model, Turkey, Climate Change, Trend, Climatic Zone.

* Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, mbahadir@aku.edu.tr



1. GİRİŞ

İklimin ana elemanlarını oluşturan sıcaklık ve yağış bir bölgedeki iklimin değişim eğilimlerinin belirlenmesinde büyük bir öneme sahiptir. Her iki iklim elemanı da hem mekânsal hem de zamansal ölçekte büyük değişimler göstermektedir. Özellikle yağış ve sıcaklıkta zamansal meydana gelen değişimler mekânsal farklılıkları ortaya çıkardığı gibi, aynı zamanda iklimdeki salımları da oluşturmaktadır. Özellikle 1950'ler sonra giderek artan ve 1990'lı yıllarından sonra tüm dünyanın sorunu haline gelen küresel iklim değişimleri birçok çalışmaya doğrudan veya dolaylı olarak konu edinilmiştir. Ülkemizde de bu tür çalışmalar özellikle 1995'lerden sonra hız kazanmıştır. Bu çalışmaların ise temel ekseninde sıcaklık ve yağıştaki değişim eğilimleri, analizleri, dönemsel sapmaları ve gelecekteki olasılıkları incelenmiştir (Türkeş 1996; Türkeş vd. 2002; Kadioğlu 1997; Kitoh 2007; Kazancı vd. 2008; Mengü vd. 2008; Tonge 2009; Şahin 2010; Özdemir ve Bahadır 2010; Bahadır ve Saraçlı 2010).

Dünya da yüzey sıcaklıklarında 1950'lerden sonra başlayan ısınma, her yıl artarak devam etmiş, küresel sıcaklık rekorları kırmıştır. Türkiye'de 1992'de yaşanan soğuk yıldan sonra, yüksek sıcaklıklar 1998 yılında rekor seviyeye ulaşmıştır. Söz konusu bu yılda hem küresel ortalama da hem de kuzey ve güney yarımkürelerin sıcaklık ortalamalarında, 1850'den 2000 yılına kadar olan dönemde en sıcak yıl olmuştur (Türkeş vd. 2000). Ayrıca, Birleşmiş Milletler'in küresel iklim değişikliği konusundaki uzman kuruluşu Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin 3. Değerlendirme Raporu'na göre, küresel ortalama yüzey sıcaklığında 1900'lü yıllarda ortalama olarak 0,6 °C artmıştır. IPCC'nin son raporuna göre küresel ortalama yüzey sıcaklığının 1990-2100 döneminde 1,4-5,8 °C arasında yükseleceği öngörülmektedir (Apak ve Ubay 2007).

Küresel iklim değişimlerinin Türkiye'deki etkileri incelendiğinde değişik araştırmalarda farklı sonuçlara ulaşılmakla birlikte genel eğilim benzer çıkmaktadır. Özellikle 1975'den 1992 yılına kadar ülkemizde yıllık ve mevsimlik ortalama sıcaklıklarda bir azalma eğilimi olmuş, 1992'den sonra ise ortalama sıcaklıklarda artış görülmeye başlanmıştır (Türkeş 1996; Kadioğlu 1997; Öztürk 2002; Demir vd. 2008). IPCC 3. Değerlendirme Raporu'na göre, Türkiye üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıkların 2050 yılına kadar, 1-3 °C arasında artış olacağı öngörülmektedir. Yağışta ise Akdeniz İklim sahasında azalma eğilimi şeklinde kendini göstereceği öngörülmektedir (Apak ve Ubay 2007). Yine, Türkiye'de yağış değişimleri konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, yıllık yağışların azalma eğiliminde olduğu ve kurak dönemlerin 1970 sonrası arttığı ve gittikçe şiddetlendiği görülmektedir (Türkeş 1996). Türkeş vd. göre (2007), yağışlar Kuzey yarımkürenin orta ve yüksek enlemlerinde her on yılda yaklaşık % 0,5 ile % 1 arasında artış gösterirken, Akdeniz Havzası'nın da içinde olduğu subtropikal karaların önemli bir bölümünde her on yılda yaklaşık olarak % 3 azalma göstermiştir (Türkeş vd. 2002; Türkeş vd. 2007).

Ülkemizde bölgelere göre sıcaklık ve yağış değişim eğilimleri incelendiğinde, ortalama sıcaklıklarda genelde Türkiye'nin güney ve güney batısında anlamlı ısınma eğilimleri görülmektedir. Demir vd., tarafından uygulanan, en küçük kareler doğrusal regresyon (EKKDR) çözümlemesine göre, istasyonlardaki anlamlı doğrusal ısınma oranları, her on yılda 0.121°C ile 0.312°C arasında değişmektedir. Kış mevsiminde ortalama sıcaklıklarda genelde zayıf bir azalma eğilimi hâkimdir. Karadeniz kıyı kuşağında anlamlı zayıf bir azalma, Akdeniz kıyı kuşağında ise anlamlı bir artış tespit edilmiştir. Türkiye ortalama sıcaklıkları, küresel ortalama yüzey sıcaklıklarına benzer şekilde artış eğilimindedir.



Ancak, küresel olarak 1980'li yıllardan bu yana devam eden sıcaklık artışı, Türkiye'de 1990'lı yıllardan itibaren gözlenmektedir (Demir vd. 2008).

Yine aynı çalışmada, yıllık standardize yağış dizilerinde çok belirgin bir eğilim belirlenmemiştir. Ancak, Karadeniz ve Doğu Anadolu'nun kuzey kesimlerinde belirlenen artış eğilimleri, bazı istasyonlarda anlamlı çıkarken, bu alanların dışında anlamlı olmayan azalma eğilimleri saptanmıştır. Yağış bölgeleri alansal olarak değerlendirildiğinde, Karadeniz ile Karasal Doğu Anadolu Bölgeleri'nde yağışta artış eğilimi; Akdeniz, Akdeniz Geçiş, Karasal Akdeniz bölgelerinde ise azalma eğilimi bulunmaktadır. Karasal İç Anadolu ve Marmara Bölgeleri'nde ise artış ya da azalış eğilimi yoktur (Demir vd. 2008). Ayrıca ülkemizde, Subtropikal kuşak yağışlarındaki ani azalma, 1970'li yıllarla birlikte Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de de etkili olmaya başlamıştır (Türkeş 1996a ve 1998a). Yağışlardaki önemli azalma eğilimleri ve kuraklık olayları, kış mevsiminde daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. 1970'li yılların başı ile 1990'lı yılların ortası arasındaki yaklaşık 20-25 yıldaki kurak koşullardan en fazla, Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri etkilenmiştir (Türkeş 1996b).

Nişancı (2002) "Türkiye İkliminin Temel Ögeleri" adlı çalışmasında, Türkiye iklim bölgelerini sınıflandırmıştır (Nişancı 2002), Nişancı bu çalışmada, 40. enlemin kuzeyindeki sahalarımızı ılıman kuşak, 40. enlemin güneyinde alanları ise Subtropikal kuşak iklimleri şeklinde iki ana iklim tipi olarak ayırmıştır. Bu iklim tiplerinin ise ülkemizdeki ana türlerini ve değişmiş hallerini de ayrıca sınıflandırmıştır. Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri'mizde 3 iklim şekli belirlemiştir. Bunları kıyı, geçiş (kıyı ardı) ve dağlık alanların iklimi olarak ayırmış, kıyı iklimlerini ise bölgelerin asli iklimi olarak ifade etmiştir. İç ve Doğu Bölgelerimizdeki iklimleri ise bozkır, yarı-kurak, gerçek karasal, ova ve havzaların lokal iklimleri ile dağlık ve plato alanlarının iklimi şeklinde sınıflandırmıştır. Çalışmada, Ergene Havzası'nda görülen iklimi de karasal iklimin diğer bir sınıfı şeklinde ayırmıştır (Nişancı 2002).

Ülkemizde iklimdeki değişim eğilimleri ve gelecekteki değişim olasılıkları ve eğilimleri birçok farklı yöntem ile incelenmiş ve ulaşılan sonuçlar tartışılmıştır. Söz konusu bu çalışma ile Türkiye'nin merkezi kesiminde kuzey-güney doğrultusunda alınmış olan bir hat boyunca iklimdeki değişim eğilimlerinin ve gelecekteki olasılıklarını belirlenmek amaçlanmıştır. Böylece ülkemizde görülen üç büyük asli iklim tipine ait istasyonlar seçilmiş olduğu gibi, her iklim tipindeki değişim eğilimlerinin farklılıklarının da belirlenerek, karşılaştırılmasında yararlı olacağı düşünülmüştür.

Bu çalışmada ise, Türkiye'nin üç ana iklimini kapsayacak şekilde 6 istasyon seçilmiştir. Bu istasyonların hemen her birisi diğerine göre denizellik veya karasallık, orografya ve enlem gibi nedenlerden dolayı farklı iklim özellikleri taşımaktadır. Samsun, (42 m) Orta Karadeniz Bölümü'nde, Karadeniz'in kıyısında Bafra ve Çarşamba deltalarının arasında yer almaktadır. Karadeniz kıyısında yer aldığı için asıl Karadeniz ikliminin etki sahasında yer almaktadır. Kıyı ardı ya da geçiş iklim sahasını yansıtmaları için Amasya (392) seçilmiştir. Amasya ise Kuzey Anadolu Fay zonunun oluşturduğu kesimde Yeşilirmak'ın vadisine sağlı sollu kurulmuştur. Kuzeyinde Karadeniz ile arasında Canik Dağları yer almaktadır. İç Anadolu Karasal iklimini karakterize eden iki ayrı istasyon seçilmiştir. Bu istasyonlardan Yozgat (1301 m) daha batıda, Sivas (1285 m) ise doğuda ve daha karasal özellikler taşımaktadır. İç Anadolu'da bir kule gibi yükselen Erciyes Dağı'nın (3917 m) kuzeyinde yer alan Kayseri (1054 m) ise hem karasal iklim özelliklerini yansıtmaları hem de



Toros Dağları'nın kuzeyindeki istasyonu oluşturması için hat boyunca alınmış 5. istasyonu oluşturmaktadır. En güney istasyonu ise ülkemizin en büyük delta ovaları olan Çukurova'nın üzerinde kurulmuş Adana (23 m) oluşturmaktadır. Adana ise, Türkiye'de Akdeniz İklimi'ni karakterize eden önemli merkezlerden birini oluşturmaktadır (Şekil 1-2 ve 3).

Bu çalışma ile ülkemizde kuzey güney yönünde ve üç ana iklimi karakterize eden merkezlerdeki sıcaklık ve yağıştaki değişim eğilimlerinin belirlenmesi ve gelecekteki olası eğilimlerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Yöntem olarak sentetik iklim verilerinin analizinde iyi sonuçlar veren ARIMA (Box-Jenkins) tekniğinden yararlanılmıştır. Böylelikle, Türkiye'de ana iklim tiplerindeki trendlerin dünya ölçeğinde öngörülen değişim eğilimlerinin neresinde olduğunu tartışmak amaçlanmıştır. Çalışma alanının bir hat boyunca belirlenmesinde, Türkiye'de yerel şartlara bağlı olarak iklimin kısa mesafelerde ani değişimlere uğraması düşüncesi etkili olmuştur. Özellikle, yağış ve sıcaklık üzerinde son derece etkili olan denizellik, karasallık, yükseklik, bakı ve enlem gibi faktörlerin değişim üzerindeki etkilerini vurgulamak ta yararlı olacaktır. Çalışma, yoğun bir tartışmaya konu olan küresel ısınma veya küresel soğuma senaryolarının hız kazandığı günümüzde farklı bir istatistiksel yöntem ile ele alınmış olup, bu tür tartışmalara ve senaryolara destek vermesi bakımından da önem taşımaktadır.

1.1. Materyal ve Metot

Çalışmada veri olarak, Türkiye'nin kuzey-yönünde merkezi kesiminde bir hat boyunca ele alınmış 6 istasyon ait ortalama yıllık sıcaklık ve yıllık toplam yağış miktarları kullanılmıştır. Elde edilen verilerin düzenli olması için günlük verilerin aylığa, aylık verilerin düzenlenmesi ile yıllık verilere dönüştürülmesi sağlanmıştır. Verilerin günlük ölçümlere dayalı olması, aylık değerlerin ve beraberinde yıllık hesaplamaların daha doğru sonuç vermesine imkân sağlamaktadır. Verilerin aralığı 1975-2008 yıllarına kadar olup, 33 yıllık dönemi kapsamaktadır.

Çalışmada daha önce klimatoloji çalışmalarında uygulanan ve başarılı sonuçlar elde edilen ARIMA modeli (Box-Jenkins) kullanılmıştır. Özellikle modelin durağan olmayan zamansal iklim serilerindeki başarısı görülmüş ve daha uzun yıllık dönemlere uygulanabileceği tespit edilmiştir.

Çalışma yöntemi, ARIMA modeli olup uluslararası bilim dünyasında Box- Jenkins tekniği olarak bilinmektedir. Zaman serilerinde analiz ve tahmin yöntemi olan Box-Jenkins tekniği; kesikli, doğrusal ve stokastik süreçlere dayanır. Otoregresif, otoregresif-hareketli ortalama ve birleştirilmiş otoregresif-hareketli ortalama Box-Jenkins tahmin modelleridir (Hamzacebi ve Kutay 2004).

AR (p) modelleri;

$$Y_t = \Phi_1 * Y_{t-1} + \Phi_2 * Y_{t-2} + \dots + \Phi_p * Y_{t-p} + \gamma + a_t$$

şeklinde gösterilmektedir. Formülde;

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ serinin geçmiş gözlem değerleri,

$\Phi_1, \Phi_2, \Phi_p \dots$ geçmiş gözlem değerleri için katsayılar,

γ sabit bir sayı



a_t hata terimidir.

MA (q) modelleri;

$$Y_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Formülde;

$a_t, a_{t-1}, a_{t-2}, \dots, a_{t-q}$ hata terimlerini,

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ hata terimleri katsayılarını,

μ sürece ait serinin ortalamasını ifade etmektedir.

ARMA modelleri, durağan stokastik modellerdir, geçmiş gözlem ve hata terimlerinin doğrusal fonksiyonunu ifade etmektedir.

ARMA (p, q) modelleri genel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$Y_t = \Phi_1 * Y_{t-1} + \Phi_2 * Y_{t-2} + \dots + \Phi_p * Y_{t-p} + \gamma + a_t + \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Zaman serisinin durağan olduğu koşullarda, yani sürecin ortalamasının varyansının ve kovaryansının zamana bağlı değişmediği durumlarda ARMA (p, q), veya ARMA (p, q)'nın özel hali olan AR (p), MA (q) modellerinden uygun olanı kullanılabilir. Ancak, gerçekte zaman serilerinin ortalama ve varyansında zamana bağlı bir değişim olmaktadır. Bu durum, durağan olmayan durum olarak adlandırılır. Bu tip zaman serileri durağan hale dönüştürüldüğünde ARMA (p, q), modelleri tahmin için kullanılabilir. Bu yüzden, durağan olmayan seriler durağan hale getirilir, böylece bu tip serilerin kullanılması daha doğru sonuçlara ulaşmayı mümkün kılar (Hamzaçebi ve Kutay 2004; Topçuoğlu 2005; Bahadır ve Saraçlı, 2010).

ARIMA modeli dört temel aşamayı içermektedir. Birinci aşamada genel model sınıfı belirlenmektedir. Genel modelin seçimi için otokorelasyon fonksiyonları dikkate alınarak ARIMA modellerine ait teorik fonksiyonların özelliklerinden yararlanılmaktadır. İkinci aşamada, verilerin yapısına uygun bir model belirlenir. Bu amaçla korelasyon ve otokorelasyon fonksiyonlarından yararlanılmaktadır. Üçüncü aşamada geçici modelin parametreleri istatistiksel yöntemlerle belirlenir ve anlamlılıkları ortaya konur. Son aşamada ise modelin uygunluk kontrolü yapılmaktadır (Dobre ve Alexandru, 2008; Özdemir ve Bahadır 2010).

ARIMA yöntemine göre yapılan eğilim analizlerinde birden çok değişken kullanılması ve durağan olmayan değişkenlerin zamansal serisinin tahmin edilmesi açısından daha güvenilir sonuçlara ulaşılacağı düşünülmüştür. ARIMA tekniği durağan zaman serisinin otoregressif - hareketli ortalama formunun belirlenmesine dayanmaktadır. Bu amaçla öncelikle zaman serisi durağan hale dönüştürülmekte (logaritmik birinci farkları alınarak) ve aşağıda genel formu verilen ARIMA (p,d,q) modelinden yeterli olanı araştırılmaktadır (Box ve Jenkins 1976).

Durağan olmayıp fark alma işlemi sonucunda durağanlaştırılan serilere uygulanan modellere Birleştirilmiş otoregressif hareketli ortalama (ARIMA- Auto Regressive Integrated Moving Average) modeli adı verilir. Box-Jenkins modellerinde amaç; zaman serisine en iyi



uyan, en az parametre içeren doğrusal modelin belirlenmesidir (Dobre ve Alexandru 2008; Özdemir ve Bahadır 2010) (Şekil 4).

2. ANALİZLER VE BULGULAR

Yapılan analizler sonucunda her bir istasyona ait sıcaklık ve yağış verilerinin güvenilirliğini tespit etmek için otokorelasyon ve parçalı otokorelasyon değerlerinin alt ve üst limitleri incelenmiştir. Autocorrelasyon ve partial autocorrelasyon değerlerinin üst ve alt sınır değerlerini geçmediği tespit edilmiştir. Böylece yapılan analizlerin güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca modele göre sıcaklık ve yağış serilerinin durağan hale getirilmesi sağlanmıştır. Bundan sonra ise her bir istasyona ait sıcaklık ve yağış trend analizleri yapılmıştır. Bu kısımda da ulaşılan bulgular yorumlanmıştır.

Karadeniz İklim Bölgesi'nde yer alan Samsun'a yönelik sıcaklık analizlerine göre, sıcaklığın 1975'ten 1985'e kadar ortalama sıcaklıkların üzerinde olduğu, 1985'te ölçüm dönemi için en düşük ortalamaların yaşandığı ve soğuk yıl olarak ifade edilen 1992 yılına kadar ise sıcaklıklarda azalma eğilimi ortaya çıkmıştır. Bu soğuk yıldan sonra ise devamlı olarak ortalama sıcaklıklarda artış eğilimi ortaya çıkmıştır. Özellikle 2000'li yıllardan sonra artış miktarı 1 °C'yi bulmuştur. ARIMA modeline yönelik uygulanan trend analizi sonucuna göre ise, 2009 yılından 2025 yılına kadar olan 15 yıllık tahmin döneminde yüzey sıcaklıkları, yaklaşık olarak ortalama 0,5 °C, artarak 2001 ve 2007 yılındaki en yüksek ölçüm değeri olan 15,5-15,4 °C'ye yaklaşacak ve 15,3 °C olması öngörülmektedir. Bu durum Türkiye'nin kuzey enlemlerinde ve Karadeniz iklim bölgelerinde de küresel ısınma eğiliminin devam edeceğini ortaya koymaktadır (Şekil 5-11). İklim bölgelerindeki lokal şartlara bağlı değişimi yansıtması ve küresel değişimlere olan tepkisinin karşılaştırılması amacıyla Karadeniz kıyı ardı yörelerinin iklim karakterini yansıtan Amasya ele alınmıştır. Amasya'da uzun dönemde ortalama sıcaklıklardaki değişim eğilimleri incelendiğinde büyük oynamaların olmadığı görülmektedir. Amasya'da özellikle 1980'li yıllarda başlayan azalma eğilimi, 1992 soğuk yılında en uç noktaya ulaşmış, bu yıldan sonra düzenli olarak artış eğilimine girmiştir. En yüksek ölçüm yılı 2001 olup, ortama sıcaklıklar ortalamadan bir hayli sapma ile 15,1 °C olmuştur. Trend analizlerine göre artış eğiliminin devam edeceği ve 2009 ölçüm yılından sonra 15 yıllık tahmin döneminde (2010-2025), 13,8 °C'den 14,1 °C'ye ulaşacağı öngörülmektedir (Şekli 6-11). Amasya'da asıl Karadeniz iklim sahasında yer alan Samsun kadar bir artış olmayacağı, ancak eğilim artış şeklinde gerçekleşeceği sonucuna ulaşılmıştır.

Karadeniz bölgesinin biraz daha güneyine İç Anadolu Bölgesine gelindiğinde hem batıda hem de doğu kesiminde iki ayrı istasyon seçilmiştir. Hattın batı istasyonu olan Yozgat'a ait analizler incelendiğinde, diğer istasyonlara benzer bir özellik göstermektedir. Yozgat'ta ortalama sıcaklık 1978'den sonra azalış eğilimine girerek en düşük dönemi 1992 (7,0 °C) yılı olmuştur. Bu yıldan sonra sıcaklık ortalamalarında hızlı bir artış olmuş, 2000'li yıllarda ortalama 9,5 °C civarında seyretmiştir (2001: 10,6 °C). Tahmin dönemi olan 2010 ile 2025 yılları arasındaki eğilim incelendiğinde ise, ortalama sıcaklıklardaki artışın süreceği ve artış miktarının yaklaşık olarak 0,6 °C olacağı öngörülmektedir (Şekil 7-11). İç Anadolu Bölgesi'nde karasal iklim özelliklerinin belirgin olarak görüldüğü diğer bir istasyon olan Sivas daha doğuyu yansıtması için seçilmiştir. Sivas'ta sıcaklığın uzun yıllık gidişi incelendiğinde Yozgat'la paralellik gösterdiği, ancak ortalama sıcaklıkların Yozgat'a oranla biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle yaz devresinde sıcaklıkların Yozgat'a oranla daha yüksek olması, ortalamadaki farkı beraberinde getirmektedir. Sivas'ta ortalama sıcaklık 1978 yılından sonra azalış eğilimi göstererek, 1992 yılında en düşük noktaya ulaşmış,



1992 yılından sonra ise kararlı bir şekilde artarak en yüksek seviyeye 2001 yılında ulaşmıştır. Bu noktada dikkati çeken özellik hemen bütün istasyonlarda 1992 en soğuk yılı, 2001 ise en sıcak yılı oluşturmaktadır. Sivas'ta tahmin döneminde ortalama sıcaklıklarda artış eğilimi olacağı, artış miktarının ise, 0,5 °C civarında görüleceği öngörüsüne ulaşılmıştır (Şekil 8-11).

Çalışma alanına ait bir diğer istasyon olan Kayseri, Erciyes volkan konisinin kuzeyinde yer almaktadır. Gerek yükselti, gerekse karasallığın etkili olduğu bu sahada karasal iklim özellikleri görülmektedir. Kayseri'de, Yozgat ve Sivas'a göre daha güneyde yer almasına yani enlemin etkisine bağlı olarak yıllık ortalama sıcaklık daha yüksektir. Sıcaklıktaki eğilim bu üç istasyonda dereceler değişse de aynı kararlılığı göstermektedir. Öyle ki Kayseri'de de, 1978'den 1992'ye kadar sıcaklıklarda azalma eğilimi, 1992'den 2005 yılına kadar düzenli artış eğilimi gözlenmiştir. Tıpkı diğer karasal iklim istasyonları gibi Kayseri'de de 1992 yılı en soğuk yılı (8,4 °C), 2001 yılı ise en sıcak yılı (10,6 °C) oluşturmuştur. Tahmin dönemi olan 2010 ile 2023 yılları arasındaki eğilim ise artış şeklinde olacağı, artış miktarının, 11,4 °C'den 12,0 °C'ye yükselerek 0,6 °C olması öngörülmektedir (Şekil 9-11). Çalışma alanının en güney ucunda yer alan ve Akdeniz İklimi'nin etki sahasında kalan Adana'nın ortalama sıcaklık eğilimi incelendiğinde, denizelliğe bağlı olarak yıllar arasında kararlı bir gidişin olduğu ortaya çıkmıştır. Buna rağmen 1992 ve 1997 yıllarında yıllık ortalama sıcaklıkların en düşük seviyeye indiği (18,0 °C), 2001 yılında ise en yüksek seviyeye ulaştığı (19,7 °C) görülmüştür. Tahmin dönemi kapsayan 15 yıllık dönemde ise sıcaklığın eğilimi incelendiğinde, ortalama sıcaklıklarda yaklaşık olarak 0,5 °C bir artış olacağı, bu artışında ülkemiz ve Akdeniz Havzaları ile örtüşen küresel ısınma eğiliminin devam edeceği öngörüsünü ortaya çıkarmıştır (Şekil 10-11).

Yağış ile ilgili analizler incelendiğinde ise oldukça çarpıcı sonuçlara ulaşılmıştır. En belirgin özellik Karadeniz İklim sahasında yer alan istasyonlarda yağışta artış eğilimi ortaya çıkarken, karasal iklim sahasında yer alan istasyonlarda hafif bir azalma eğilimi ortaya çıkmıştır. Buna karşılık Akdeniz İklim sahasında ve etki alanında yağışta kuvvetli azalma eğilimi öngörüsü ortaya çıkmıştır. Bu öngörüler ve eğilimler dünya ve Türkiye için yapılan tahminlerle örtüşmektedir.

Karadeniz iklim sahasında yer alan Samsun'da uzun yıllık toplam yağış miktarının gidişi incelendiğinde aşırı farklanmaların olmadığı, standart sapmasının yüksek olmadığı görülmektedir. Samsun'da uzun yıllık ortama toplam yağış miktarı 691,5 mm hesaplanmıştır. En düşük yağış miktarı 496,7 mm ile 1981 yılında olmuş, bu yıldan sonra yağış miktarı ortalamadan çok fazla sapmamıştır. Ancak genel eğilim hep artış şeklinde olmuştur. Özellikle artış eğilimi 1996 yılına kadar düzenli olmuştur. Bu yıldan sonra 1999'a kadar kısmi bir azalma, 1999'dan sonra ise tekrar artışa geçerek 2004 yılında 866 mm ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu yıldan sonra yağış miktarında bir azalma olmakla birlikte hep ortalamasının üzerinde kalarak devam etmiştir. Tahmin döneminde ise artış eğiliminin devam edeceği, ortalama 750 mm'den 804 mm'ye ulaşacağı artış miktarının 54 mm civarında olacağı öngörülmektedir (Şekil 12-18).

Amasya ise Canik Dağları'nın güneye dönük kesiminde ve Kuzey Anadolu Fay zonuunun çukur depresyon kesimine yerleşmiş olmasından dolayı yağmur duldasında kalmaktadır. Bu nedenle Karadeniz kıyı kuşağı kadar yağış almamaktadır. Amasya'da uzun yıllık ortalama toplam yağış miktarı, 453,2 mm olup, bu değer kıyı kuşağının (700 mm civarında) yağış değerlerinden daha düşüktür. Amasya'da yağışın uzun yıllık eğilimi incelendiğinde, özellikle 1977 ile 1989 yılları arasında ortalamasının üzerinde olduğu, 1989'dan sonra ise azalma eğilimine girerek 2004 yılına kadar birkaç yıl haricinde hep



ortalamanın altında yağış almıştır. Ancak 2004 yılından sonra yağışta tekrar bir azalma eğilimi başlamış, yağış değerleri ise ortalamanın üzerinde kalmıştır. Bu durum 2009 yılına kadar devam etmiştir. Tahmin döneminin eğilimi incelendiğinde ise, yağış miktarında önemli değişme olmamakla birlikte artış eğiliminin devam edeceği, 482 mm'den 508 mm'ye yükseleceği öngörülmektedir. Artış miktarı ise asıl Karadeniz iklim kuşağındaki kadar olmasa da (Samsun'da 54 mm) 26 mm olacağı ve Karadeniz İklim sahaları için öngörülen değerlerle örtüşmesi açısından önem taşımaktadır (Şekil 13-18).

Karasal İklim Bölgesi'nde yer alan istasyonların yağış analizleri incelendiğinde, Yozgat'ta ortalama yağış, 596,8 mm, Sivas'ta 447,6 ve Kayseri'de 394,3 mm'dir. Yozgat'ta yağışın uzun yıllık değişimi incelendiğinde, ortalamadan önemli sapmalar olduğu görülmektedir. Özellikle, 1975 ile 1978 yılları arasında yağış değerleri ortalamadan oldukça düşüktür (1976: 550, 1977: 481, 1978:482 mm). Bu yıldan sonra yağışta artış ve azalışlar birbirini izlemiş, ortalamadan olan standart sapmanın genliği önemli oranda artmıştır. Uzun yıllık yağış döneminde en düşük yağış miktarı 2004 yılında olup, toplam yağış miktarı 460,5 mm olmuştur. Ancak dikkati çeken özellik yağışın ölçüm döneminde eğiliminin azalma yönünde olmasıdır. Özellikle 2000'li yıllardan sonra hemen her yıl yağış değerleri ortalamanın altında kalmıştır. Tahmin dönemi incelendiğinde, yağıştaki azalma eğiliminin sürmesi olasılığı ön plana çıkmaktadır. Tahmin dönemindeki azalma miktarı ise yaklaşık olarak 33 mm öngörülmektedir (Şekil 14-17).

Yozgat'a göre daha doğuda yer alan Sivas'ın yağış eğilimi incelendiğinde, ortalamadan olan sapmaların bazı yıllar hariç çok fazla olmadığı, ortalamaya yakın değerler gösterdiği ortaya çıkmıştır. Sivas'ın ortalama yağış miktarı 447 mm olup, en düşük değer 1984 yılında 290 mm'li ölçülmüştür. En yüksek yağış miktarı ise 1998 yılında 580 mm olmuştur. Yağışın genel eğilimi kararlı gibi görünse de eğilimin azalma şeklinde olduğu ortaya çıkmıştır. Tahmin döneminde ise azalma eğiliminin çok küçük değerlerde olacağı ve 2010 yılından 2025 yılına kadar 2 mm civarında bir azalma öngörülmektedir (Şekil 15-18).

İç Anadolu Bölgesi'nin güney illerinden biri olan Kayseri ise ülkemizin önemli volkanlarından biri olan Erciyes'in kuzeyinde kurulmuştur. Kayseri ayrıca Akdeniz üzerinden gelen hava kütlelerinin duldasında kalması nedeni ile diğer istasyonlara göre daha az yağış almakta ve ortalama yağış 394 mm'dir. Yağıştaki eğilim incelendiğinde, 1975'ten 1986 yılına kadar azalma eğilimi, 1990'a kadar olan 4 yıllık dönemde ise hızlı bir artış eğilimi göstermiştir. Bu dönemden sonra artış ve azalışlar birbirini izlemişlerse de eğilim azalış yönünde gerçekleşmiştir. Tahmin döneminde ise azalışın devam edeceği ve azalma miktarının 20 mm civarında olacağı öngörülmektedir (Şekil 16-18).

Akdeniz İklimi'nin özelliklerini yansıtmaya için seçilen Adana'nın yağış değişim eğilimleri incelendiğinde, dikkati çeken en belirgin özellik, artış ve azalışların olmasına rağmen azalışların standart sapmasının ortalamadan giderek artarak azalmasıdır. Böylelikle her azalma dönemi bir önceki yıldan daha fazla olmuş, eğilim net olarak azalma gerçekleşmiştir. Tahmin döneminde yağıştaki azalma eğiliminin süreceği, azalma miktarının ise diğer istasyonlara göre oldukça yüksek olup 100 mm'ye yaklaşacağı öngörüsü ortaya çıkmıştır (Şekil 17-18). Adana'da yağıştaki bu hızlı azalmanın meydana gelebilir olasılığının istatistiksel analizi ise anlamlı düzeyde gerçekleşmiştir.



3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma ile Türkiye'nin merkezi kesiminde kuzey güney yönlü bir hat boyunca iklim bölgelerine göre sıcaklık ve yağışın değişim eğilimi analiz edilmiştir. Böylece hangi iklim bölgesinde hangi eğilimin ortaya çıkacağı ve yansımalarının nasıl gerçekleşeceğine yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Yöntem olarak klimatoloji çalışmalarında özellikle durağan olmayan sentetik iklim verilerinin durağan hale getirilerek eğilim analizlerinin gerçekleştirilmesinde doğru sonuçlar veren ARIMA (Box-Jenkins) yönteminden yararlanılmıştır. Ülkemiz için yapılmış birçok iklim analizleri sonucuna göre özellikle Akdeniz kıyıları ve Akdeniz İklimi'nin etkili olduğu sahalarımızda küresel ısınmanın etkilerinin hissedileceği, sıcaklık değerlerinde artış olacağı ifade edilirken, yağış miktarlarında ise azalma olacağı belirtilmektedir. Bunu yanı sıra hemen bütün bölgelerimizde sıcaklıkta anlamlı artışların olacağı, buna karşılık Karadeniz İklim sahasında yer alan illerimizde ise yağış miktarında artışların meydana geleceği sonuçlarına varılmaktadır.

Dünya yüzey sıcaklığında ve yağış miktarındaki değişimleri konu alan çalışmalar incelendiğinde, SRES senaryoları yapılmıştır. Buna göre dünyada yüzey sıcaklıklarında son 150 (yüzeli) yılda yaklaşık olarak 0,8°C'lik bir artış meydana gelmiştir. Aynı senaryolara göre 2100 yılına kadar yapılan senaryolar incelendiğinde en iyimser sonuç 1°C'lik artış olacağı, fosil yakıtların bu oranda devam etmesi halinde artış miktarının 5,5°C olacaktır. Enlemsel ve bölgesel dağılım incelendiğine ülkemizde içerisinde yer aldığı Doğu Akdeniz küresel ısınmadan en fazla etkilenecek bölgelerin başında gelmektedir (IPCC 2007). Yağıştaki değişimler incelendiğinde ise benzer şekilde azalma eğilimi ortaya çıkmaktadır.

Bununla birlikte Türkiye ve yakın çevresinde iklimle ilgili eğilim çalışmalarında uzun yıllık ölçüm dönemlerine göre analizler de yapılmıştır. Brazdil vd. tarafından Avrupa'nın 500 yıllık klimatolojisini ve değişimlerini kapsayan çalışmalarında özellikle sıcaklıktaki değişim incelenmiştir. Sözkonusu bu çalışmada dikkati çeken en belirgin özellik, yüksek enlemlerdeki sıcaklık artışının alçak enlemlere göre daha yüksek olduğudur. Akdeniz Havzası'nda 0,5 °C, Merkezi Avrupa'da 0,7°C ve kuzey Avrupa'da 0,9°C olarak analiz edilmiştir. Aynı çalışmada Akdeniz Havzası uzantısı incelendiğinde, Türkiye'de sıcaklıkta ortalama 0,5°C'lik bir artış ortaya çıkmaktadır. Ayrıca uzun yıllık analizler incelendiğinde, sıcaklıkta 1970'ler sonra 2000'leri kapsayacak şekilde ortalamalardan artış yönünde olan sapmalar oldukça belirgindir (Brazdil vd. 2010). Yağışla ilgili öngörüler incelendiğinde, ülkemizde yer aldığı Doğu Akdeniz Bölgesi içerisinde kuzeyden güneye doğru yıllık miktarı hızla azalan bir yağış rejimi ortaya çıkmaktadır. Nemli kuzey kıyılarımızda 1000 mm'nin üzerinde olan yağışlar Fırat Nehri'nin güneyinde 250 mm civarına gerilemektedir. Sıcaklık ve yağıştaki değişim eğilimlerinde güney enlemlerdeki sıcaklık artışını, yağıştaki azalma 1950 sonrasında belirginleşerek izlemektedir (Black 2006).

Bu çalışmalara göre daha öncede belirtildiği üzere, bölgeler arasında bariz farklılıklar olmakla birlikte, 1990'lı yıllardan sonra özellikle de 1992 yılında yaşanan soğuk yıldan sonra süre gelen genel bir ısınma eğilimi kendini göstermektedir (Demir vd. 2008). Çalışma alanındaki istasyonların ölçüm aralığındaki dönem incelendiğinde 1992 yılı en soğuk yıl olmuş, bu yıldan sonra düzenli olarak sıcaklıklarda artış eğilimi ortaya çıkmıştır. Özellikle sıcaklıktaki artış eğilimi 2000'li yılların başında (2001) en yüksek seviyeye ulaşmış daha sonra bir azalma ile artışa devam etmiştir. IPCC 3. Değerlendirme Raporu'nda da kullanılan çeşitli iklim modellerine göre, Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklıkların 2050 yılına kadar, sadece sera gazlarındaki artışları dikkate alındığında, 1-3 °C arasında; sera gazlarındaki ve



sülfat parçacıklarındaki değişimler ile birlikte dikkate alındığında ise 1-2 °C arasında bir artış olacağı öngörülmektedir. Mevsimsel değişimler incelendiğinde aynı senaryolara göre Türkiye'nin güneybatı kıyılarında ve güney kıyılarında yaz aylarında sıcaklıkta 6-7°C olacağı, batıdan doğuya doğru gidildikçe bu miktarın azalacağı ve batıda 6°C, doğuda ise 4 °C olacağı öngörülmektedir. Kış döneminde ise artış 2-3 °C civarında gerçekleşebileceği tahmin edilmektedir (Goa vd. 2008).

Sıcaklıktaki değişim eğiliminin belirlenmesine yönelik öngörülere göre yağıştaki öngörüler daha kararsız ve istikrarsız olmakla birlikte, Türkiye'nin kuzey bölgelerinde özellikle kış mevsiminde %10 ile %25 oranında artarken, güneyde ise %20 ile %60 oranında azalma görülmektedir (Gao vd. 2008). Özellikle yıllık toplam yağış miktarları incelendiğinde Karadeniz kıyılarında yağışta artış, diğer bölgelerin tamamında güneye gidildikçe yağışın azalma miktarı artmaktadır (Evans 2009; Apak ve Ubay 2007). Buna göre yağış ile sıcaklık analiz sonuçları karşılaştırıldığında 2050 yılına kadar öngörülen en iyimser senaryo ile 1-3 °C'lik artış gerçekleşmesi halinde bütün istasyonların eğilim sonuçlarının aynı olduğu ve tutarlı olduğu ortaya çıkmaktadır. Öyle ki önümüzdeki 40 yıllık süreçte sıcaklığın 1,5 °C artması halinde 15 yıllık dönemde 0,5°C oranında artması gerekmektedir. Bu hesaplama göre yapılan 15 yıllık tahmin aralığında sıcaklık değerleri 0,3 ile 0,6 °C arasında öngörülmektedir ki bu değerler ile IPCC'nin raporunda öngörülen değerler örtüşmektedir (Tablo 1 ve 2).

Yine Türkeş'e göre, Türkiye'de yağış değişimleri konusunda yaptığı çalışması incelendiğinde, yıllık yağışların azalma eğiliminde olduğu ve kurak dönemlerin 1970 sonrası arttığı ve gittikçe şiddetlendiği ifade edilmektedir (Türkeş 1996). Ayrıca, yağışlar kuzey yarımkürenin orta ve yüksek enlemlerinde her on yılda yaklaşık % 0,5 ile % 1 arasında artış gösterirken, Akdeniz Havzası'nın da içinde olduğu subtropikal karaların önemli bir bölümünde her on yılda yaklaşık olarak % 3 azalma göstermiştir (Türkeş 2007).

Çalışma alanına yönelik sıcaklık analizleri sonucuna göre bütün istasyonlarda sıcaklıkta artış eğilimi ortaya çıkmıştır. Karadeniz İklim sahasında yer alan Samsun ve Amasya'da sıcaklıktaki artış eğilimi diğer istasyonlara göre 0,2 °C daha az olması öngörülmektedir. Ancak, iç bölgelerde (karasallığa ve enleme göre) sıcaklıktaki artış eğilimi yüksek, Akdeniz İklim sahasında ise en yüksek artış öngörüsü değerlerine ulaşılmıştır. Karasal İklim bölgesinde yer alan Sivas'ta 0,5 °C, Yozgat'ta 0,6 °C artış öngörülmektedir. Yine enlem olarak daha güneyde yer alan Kayseri'de sıcaklıkta öngörülen artış 0,6°C civarında olmuştur. Buna karşılık Akdeniz İklim sahasında yer alan Adana'da sıcaklıktaki artış öngörüsü 0,5 °C olmuştur. Bu değerler göz önüne alındığında kuzeyden güneye gidildikçe sıcaklıktaki artışın hızlandığı ve 90 yıllık dönemde yaklaşık olarak öngörülen 3°C'lik artışın 15 yıllık dönemki karşılığı olan 0,5 °C'lik artış ile uyduğu görülmektedir. Yine batıda yer alan istasyonların ısınmadan daha fazla etkileneceği gerçeğini Yozgat'ın Sivas'a oranla 0,1 °C daha fazla ısınması öngörüsünü destekler niteliktedir (Tablo 1).

Yağış ile ilgili eğilim analizleri incelendiğinde, dünya ve Türkiye için öngörülen azalma ve artış eğilim değerleri ile tamamen örtüştüğü ortaya çıkmaktadır. Özellikle, Karadeniz İklim sahasında yer alan Samsun'daki artış 50 mm'yi aşarken, yağmur duldasında kalmasına rağmen Amasya'da da yağış artış eğilimi göstermiştir. Artış miktarı Samsun'daki kadar olmasa da artış miktarı yaklaşık 25 mm civarında öngörülmektedir. Karasal iklim sahasında yer alan Yozgat'ta azalma eğilimi daha belirgin olup yaklaşık olarak 31 mm civarında olması tahmin edilmiştir. Hemen doğuda yer Sivas'ta ise azalma eğilimi çok sınırlı



olmak ta ve miktarı 2 mm civarında öngörülmektedir. Bu durum doğu bölgelerinde azalmanın daha az olması tahminleri ile örtüşmektedir. Enlem olarak Akdeniz İklim sahasına yakınlık gösteren Kayseri’de de benzer şekilde azalma eğilimi kendini hissettirmektedir. Kayseri’de ise azalma miktarının 21 mm civarında olması tahmin edilmiştir. Akdeniz İklim sahasında yer alan Adana ise sıcaklıktaki artış eğilimin yanı sıra yağıştaki önemli azalış birbirini izlemekte ve kuraklık boyutunun ne denli önem kazandığını ortaya koymaktadır. Adana’da yağıştaki hızlı azalma eğilimi Akdeniz İklim sahası ile örtüşmekte ve azalma miktarı 100 mm civarında öngörülmektedir (Tablo 2).

Yapılan analizler göstermiştir ki Türkiye iklim değişimlerinin yaşanabileceği riskli ülkelerden birisini oluşturmaktadır. Özellikle de ülkemizin güney kesimi iklim değişikliklerine çok duyarlı bölgelerimizi oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra ülkemiz için karakterize edilen üç ana iklim bölgesinde de iklimde değişim eğilimi ortaya çıkmıştır. Özellikle kararlı bir iklim sahasının olmaması, 1970’lerden sonra dünya da etkili olan küresel ısınmanın etkilerinin ülkemizde devam ettiğini ve gelecekte de devam edeceğini ortaya koymaktadır.

Bu duruma göre ülkemizde kuraklığın etkilerinin en çok hissedileceği iklim bölgesi Akdeniz İklim sahası olurken iç bölgelerin Karasal İklim’i de benzer etkilere maruz kalacaktır. Ancak, Karadeniz İklim sahasındaki sıcaklıktaki az miktardaki artışı, yağış miktarındaki artışın dengelemesi ve hatta artı yönde desteklemesi ile daha nemli şartların yaşanması olasılık dâhilindedir. Ancak bu noktada özellikle yağışların ani ve aşırı düşme olmasına bağlı olarak sel ve taşkın olaylarının yanı sıra heyelan olaylarının da daha fazla görülme riskinin ortaya çıkması önemli riskleri oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

- Apak, Günay ve Ubay, Bahar (2007). "Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi", www.meteor.gov.tr.
- Bahadır, Muhammet ve Saraçlı, Sinan, 2010, Isparta’da Arıma Modeline Göre Sentetik İklim Verilerinin Analizi, *E-Journal Of New World Sciences Academy*, Volume: 5, Number: 3, Article Number: 4a0027.
- Black, E., (2006). The Impact of North Atlantic Oscillation on Middle East Rainfall, International Conference on Climate Change and the Middle East Past, Present and Future, 20-23 November, İstanbul., Proceedings 39-45.
- Box, E. P. George ve Jenkins, M. Gwilym (1976). *Time Series Analysis Forecasting and Control*, Holden Day.
- Demir, İsmail Kılıç Gönül Coşkun, Mustafa ve Sümer M. Utku (2008). "Türkiye’de Maksimum, Minimum ve Ortalama Hava Sıcaklıkları İle Yağış Dizilerinde Gözlenen Değişiklikler ve Eğilimler ", *TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s. 69-84.
- Dobre, Ion ve Alexandru, A. AnaMaria (2008). "Modelling Unemployment Rate Using Box-Jenkins Procedure", *Journal Of Applied Quantitative Methods*, S. 3. s. 156-166.
- Evans, J. P., 2009. 21st Century Climate Change in the Middle East, *Climatic Change*, 92, 417-432.



- Gao, X., ve Giorgi, F., (2008). Increased Aridity in the Mediterranean Region under Dreenhouse Gas Forcing Estimated from High Resolution simulations with Regional Climate Model. *Global and Planetary Change*, 62. 195-209.
- Hamzaçebi, Coşkun ve Kutay, Fevzi (2004). "Yapay Sınır Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini ", *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, S. 19(3) s. 227-233.
- IPCC, (2007). Fourth Assessment Report Intergovernment Panel on Climate Change.
- Kadıoğlu, Mithat ve Şen, Zekai (1994). "Keban Barajı Öncesi ve Sonrasında Çevre İkliminin Frektal Analizi", *D.S.İ. 40. Kuruluş Yılı Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı*, Ankara, Cilt III, 1145-1155.
- Kadıoğlu, Mithat (1997). "Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey", *International Journal of Climatology*, S. 17 s. 511-520.
- Kazancı, Nilgün, Girgin, Sönmez ve Dügel, Muzaffer, (2008), Climate Change Impacts on Lake Bafa in Mediterranean Climate Region in Turkey, BALWOIS 2008 - Ohrid, Republic of Macedonia.
- Kitoh, Akio 2007,, Future Climate Projections around Turkey by Global Climate Models, <http://www.chikyu.ac.jp/iccap>.
- Mengü, Gülay, Pamuk, Sensoy, Serhat, Akkuzu, Erhan, Effects of Global Climate Change on Agriculture and Water Resources, BALWOIS 2008 – Ohrid, Republic of Macedonia.
- Nişancı, Ahmet. (2002). Türkiye ikliminin temel öğeleri. *Klimatoloji Çalıştay- 2002*. 11-13 Nisan 2002 Ege Üniv. Edebiyat Fakültesi yay. no: 121. (1-8). İzmir.
- Rudolf Brázdil, Petr Dobrovolný, Jürg Luterbacher, Anders Moberg, Christian Pfister, Dennis Wheeler, Eduardo Zorita, (2010). European climate of the past 500 years: new challenges for historical Climatology, *Climatic Change*, 101:7–40.
- Özdemir, M. Ali ve Bahadır, Muhammet (2010). "Denizli’de Box – Jenkins Tekniği ile Küresel İklim Değişikliği Öngörülleri" *The Journal of International Social Research*, Vol:3, Issue 12, 2010.
- Öztürk, Kemal (2002). "Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri", *Gazi Üni. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 22, S. I, s. 47-65.
- Şahin, Kemalettin (2010). "Türkiye’de Etkili Olan Hava Durumu Modelleri İle Samsun’da Bazı Meteorolojik Değişkenler Arasındaki İlişkiler: 2008 Yılı Örneği ", *The Journal of International Social Research*, Volume 3 / 10 Winter, 537-557.
- Tonbul, Saadetin, (1986). "Elazığ ve Çevresinin İklim Özellikleri ve Keban Barajının Yöre İklimi Üzerine Olan Etkileri", *F.Ü. Coğrafya Sempozyumu*, Elazığ, 275-293.
- Tonge, David, 2009, Climate change and water in Turkey, The Propeller Club of the U.S.
- Topçuoğlu, Kıvanç Pamuk, Gülay ve Özgürel, Mustafa (2005). "Gediz Havzası Yağışlarının Stokastik Modellemesi ", *Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg.*, S. 42 s. 89-97.
- Türkeş, Murat (1996a). "Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey", *International Journal of Climatology*, S. 16 s. 1057-1076.



Türkeş, Murat, (1996b). 'Meteorological drought in Turkey: A historical perspective, 1930-1993', Drought Network News, University of Nebraska, 8, 17-21.

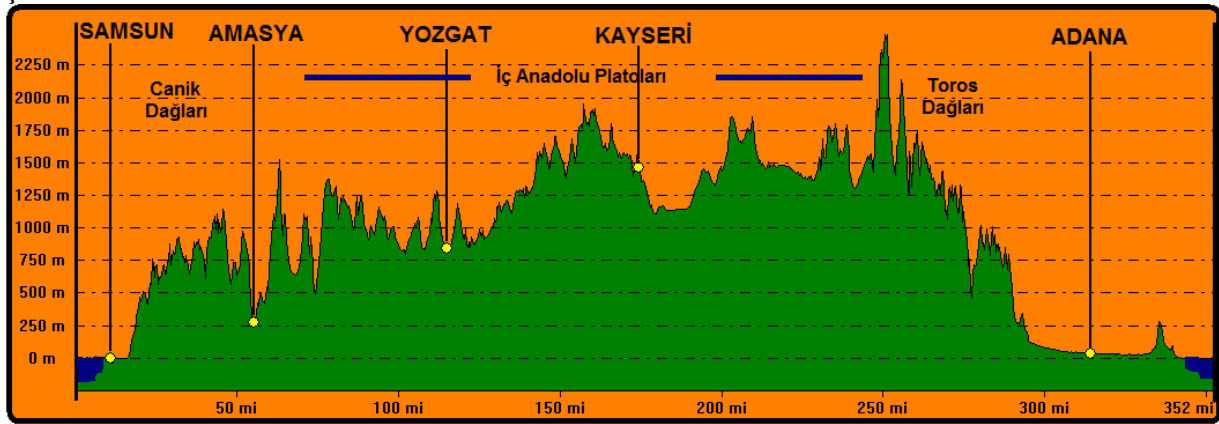
Türkeş, Murat, (1998). 'Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey', Int. J. Climatol., 18, 649-680.

Türkeş, Murat Sümer, M. Utku Çetiner, Gönül (2000). "Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri", Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, s. 7-24.

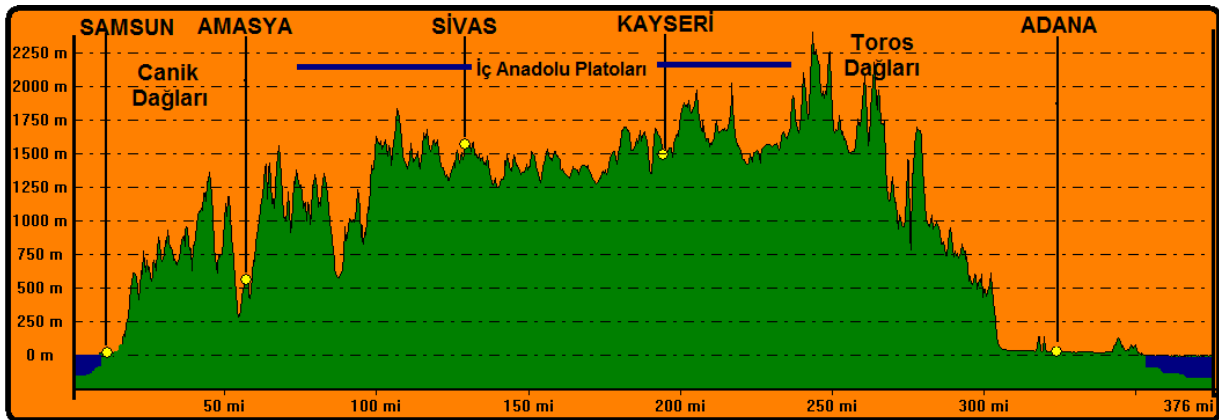
Türkeş, Murat (2002). *İklim Değişikliği: Türkiye - İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi İlişkileri ve İklim Değişikliği Politikaları Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi*, Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli Vizyon ve Öngörü Raporu.

Türkeş, Murat, KOÇ, Telat ve SARIŞ, Faize. (2007) "Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözülmesi", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 3, 57-73.

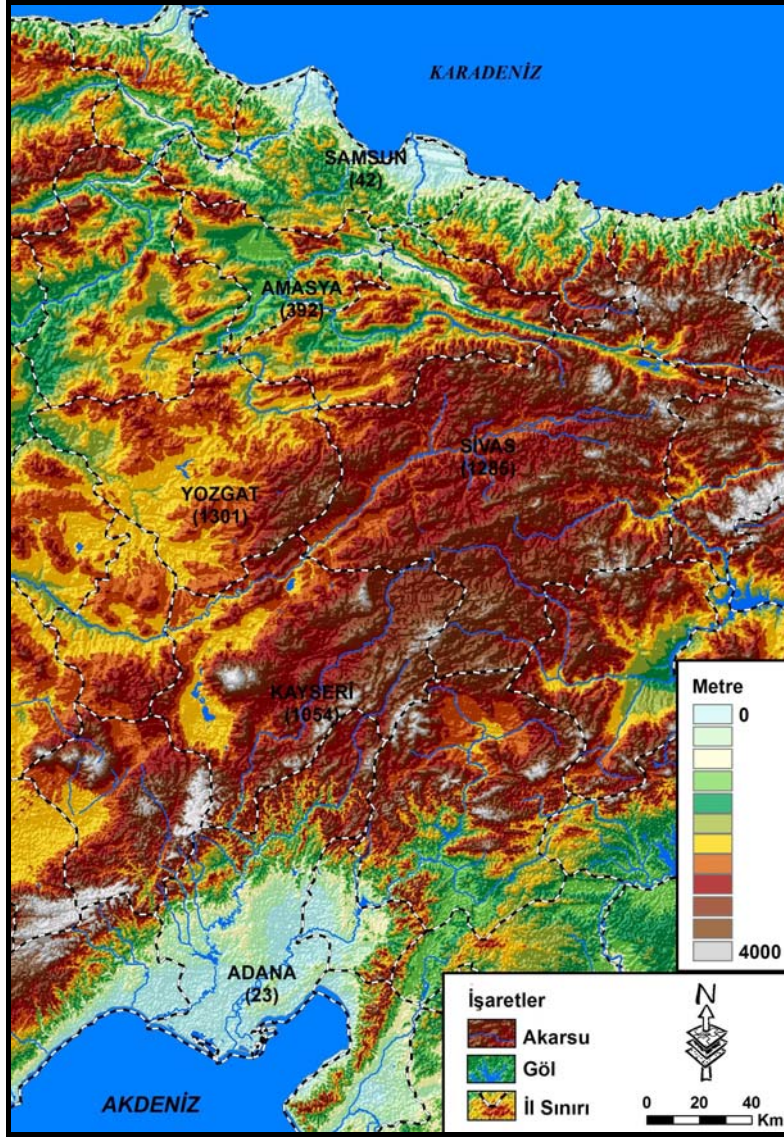
SEKİLLER VE TABLOLAR



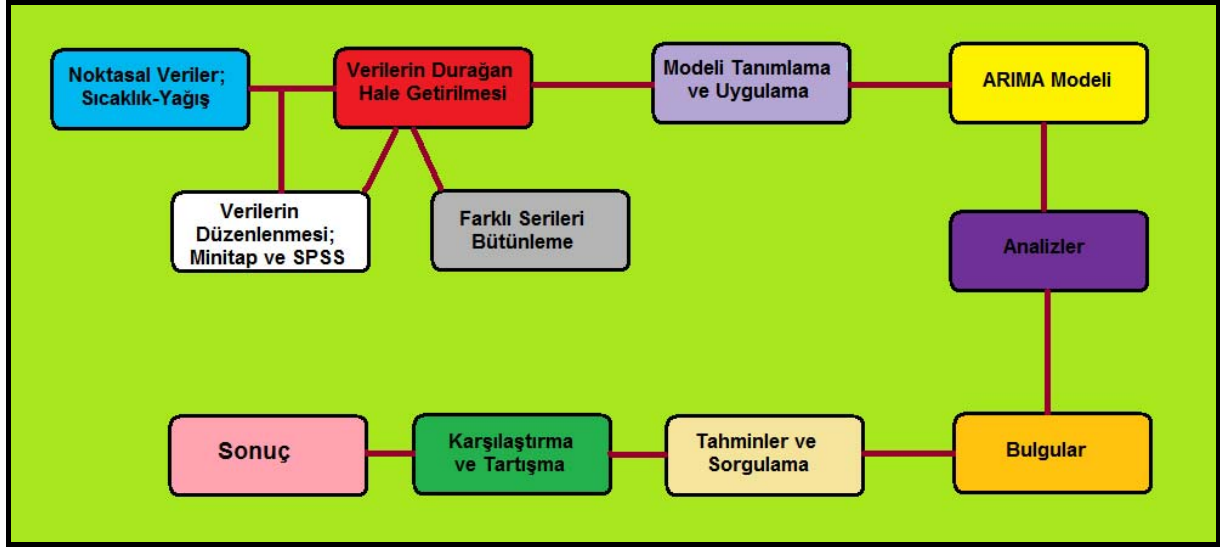
Şekil 1. Digital Evaluation Model görüntüsünden alınmış topoğrafik kesit (Yozgat Hattı).



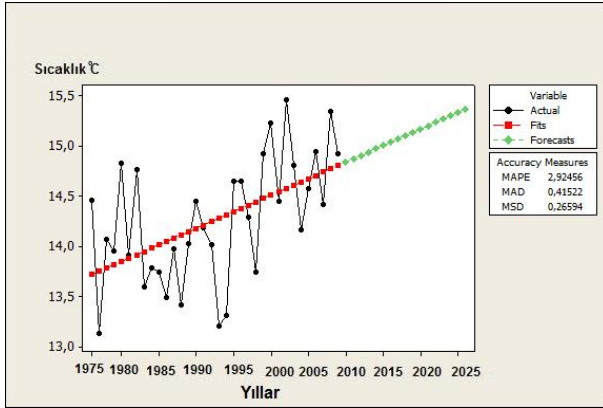
Şekil 2. Digital Evaluation Model görüntüsünden alınmış topoğrafik kesit (Sivas Hattı).



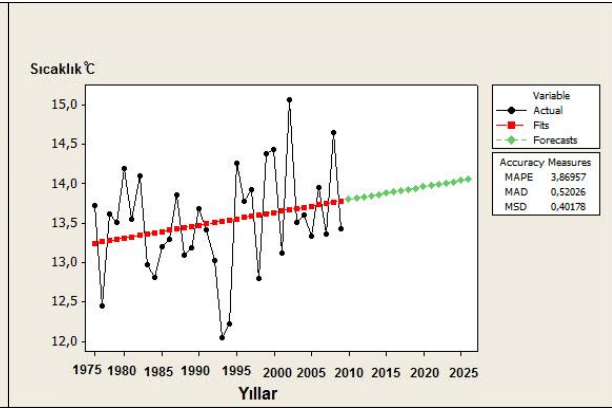
Şekil 3. Çalışma alanının fiziki haritası ve seçilmiş istasyonlar.



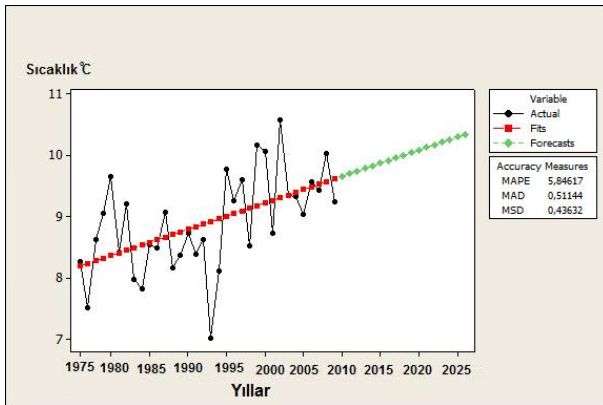
Şekil 4. Çalışma yönteminin akış şeması.



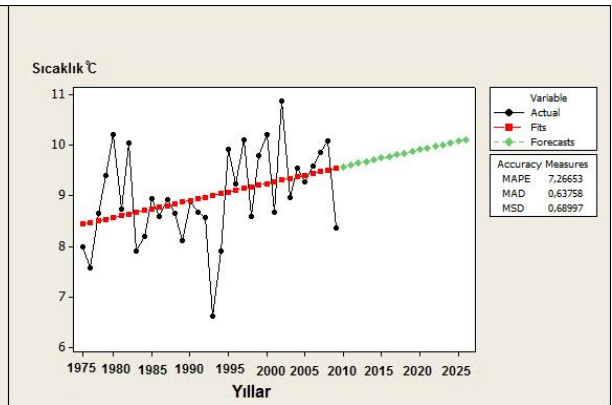
Şekil 5. Samsun'un sıcaklık trend analizi.



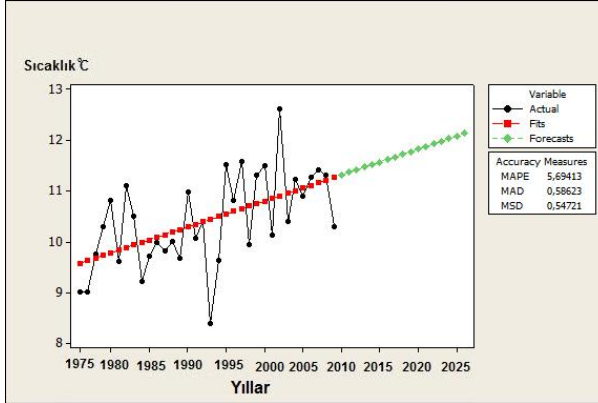
Şekil 6. Amasya'nın sıcaklık trend analizi.



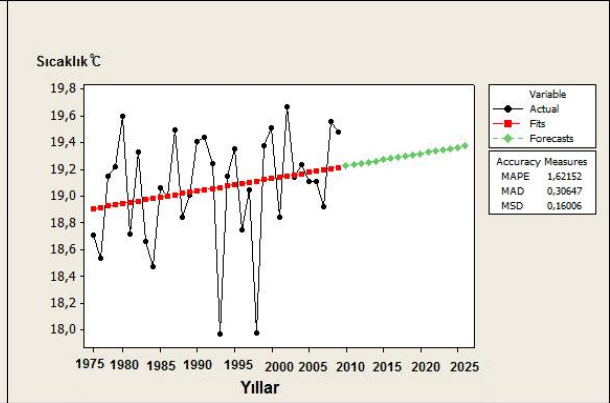
Şekil 7. Yozgat'ın sıcaklık trend analizi.



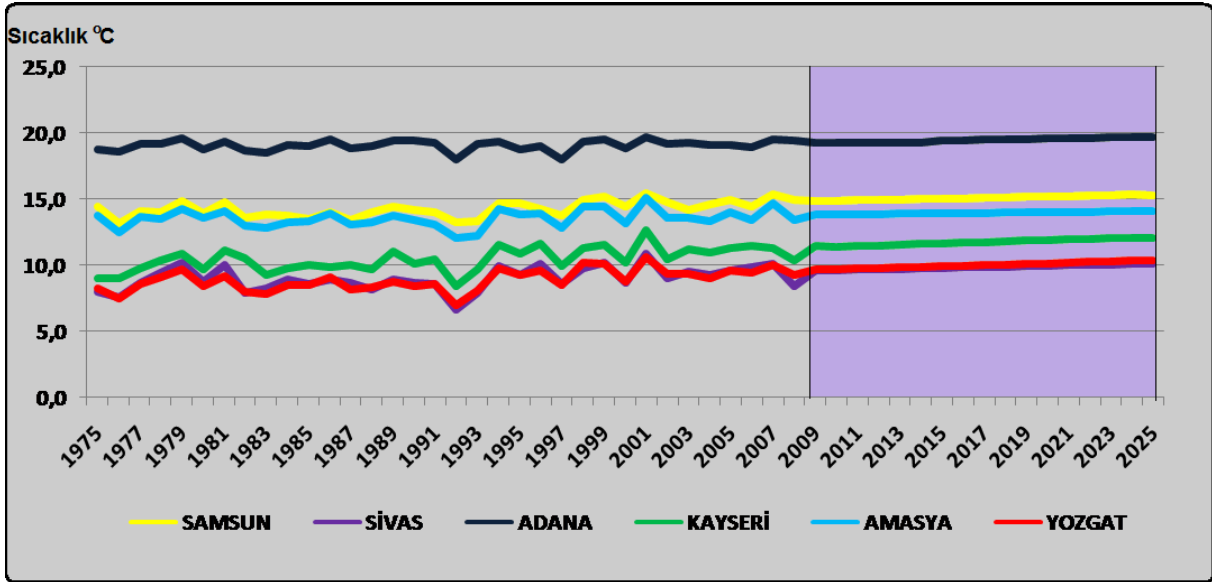
Şekil 8. Sivas'ın sıcaklık trend analizi.



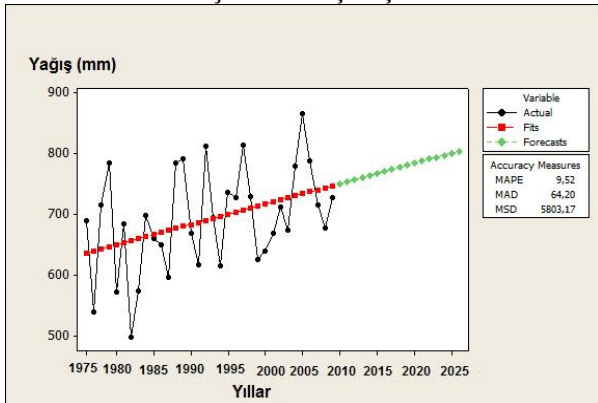
Şekil 9. Kayseri'nin sıcaklık trend analizi.



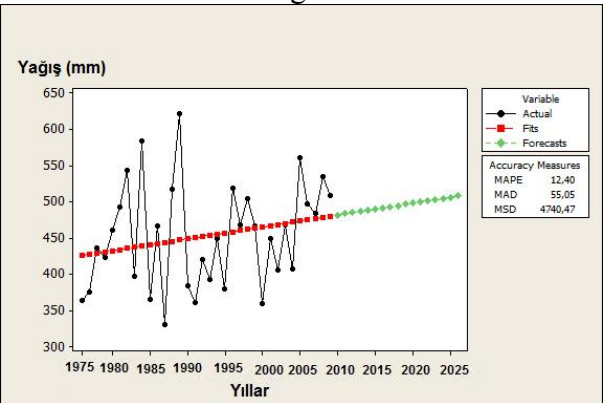
Şekil 10. Adana'nın sıcaklık trend analizi.



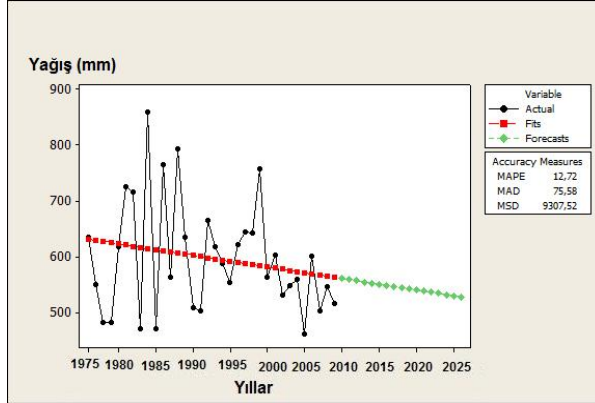
Şekil 11. Çalışma ananında sıcaklık trend analizi ve eğilimleri.



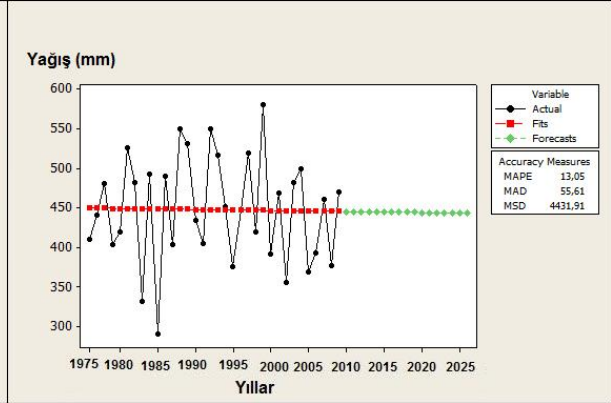
Şekil 12. Samsun yağış trend analizi.



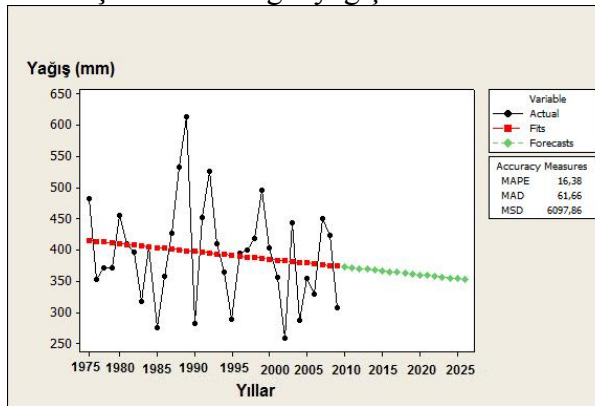
Şekil 13. Amasya yağış trend analizi.



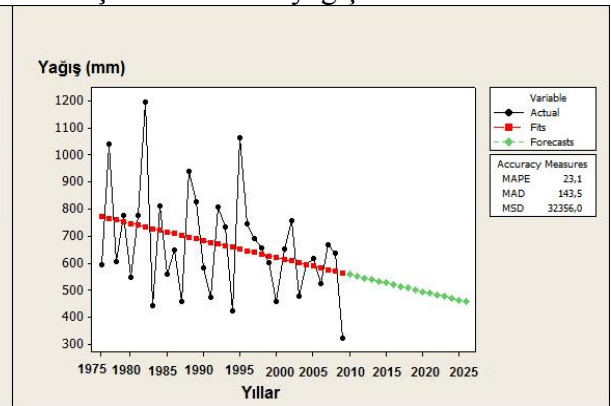
Şekil 14. Yozgat yağış trend analizi.



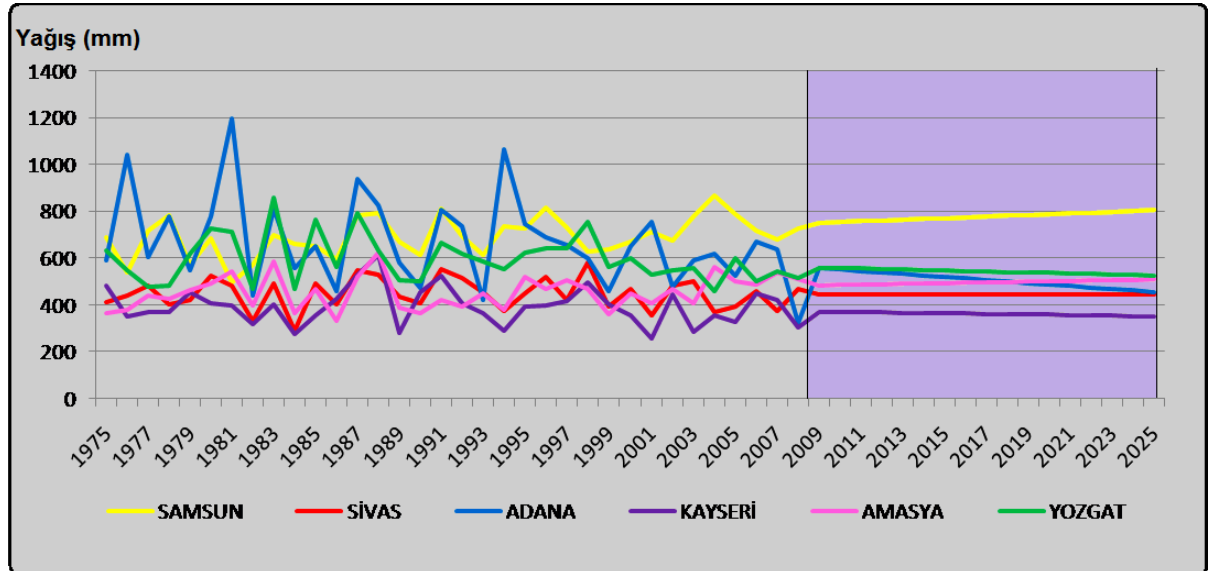
Şekil 15. Sivas yağış trend analizi.



Şekil 16. Kayseri yağış trend analizi.



Şekil 17. Adana yağış trend analizi.



Şekil 18. Çalışma ananında yağış trend analizi ve eğilimleri.



Tablo 1: Çalışma Alanına Yönelik Sıcaklık Trend Analizleri ve Sonuçları.

Yıllar	Samsun	Sivas	Adana	Kayseri	Amasya	Yozgat
2010	14,9	9,6	19,2	11,4	13,8	9,7
2011	14,9	9,6	19,2	11,4	13,8	9,7
2012	14,9	9,7	19,3	11,5	13,8	9,8
2013	15,0	9,7	19,3	11,5	13,9	9,8
2014	15,0	9,7	19,3	11,6	13,9	9,9
2015	15,0	9,8	19,4	11,6	13,9	9,9
2016	15,1	9,8	19,4	11,7	13,9	10,0
2017	15,1	9,9	19,5	11,7	13,9	10,0
2018	15,1	9,9	19,5	11,8	13,9	10,0
2019	15,2	9,9	19,5	11,8	14,0	10,1
2020	15,2	10,0	19,6	11,9	14,0	10,1
2021	15,2	10,0	19,6	11,9	14,0	10,2
2022	15,3	10,0	19,6	12,0	14,0	10,2
2023	15,3	10,1	19,7	12,0	14,0	10,3
2024	15,3	10,1	19,7	12,0	14,0	10,3
2025	15,3	10,1	19,7	12,0	14,1	10,3

Tablo 2: Çalışma Alanına Yönelik Yağış Trend Analizleri ve Sonuçları.

Yıllar	Samsun	Sivas	Adana	Kayseri	Amasya	Yozgat
2010	753,7	445,2	551,4	371,2	483,8	558,6
2011	757,0	445,1	545,1	370,0	485,4	556,5
2012	760,4	444,9	538,8	368,7	487,1	554,5
2013	763,7	444,8	532,5	367,5	488,7	552,4
2014	767,1	444,7	526,2	366,2	490,4	550,3
2015	770,5	444,5	519,8	365,0	492,0	548,3
2016	773,8	444,4	513,5	363,7	493,7	546,2
2017	777,2	444,3	507,2	362,5	495,3	544,1
2018	780,5	444,2	500,9	361,2	497,0	542,1
2019	783,9	444,0	494,6	360,0	498,6	540,0
2020	787,3	443,9	488,2	358,7	500,3	537,9
2021	790,6	443,8	481,9	357,5	501,9	535,9
2022	794,0	443,6	475,6	356,3	503,6	533,8
2023	797,3	443,5	469,3	355,0	505,2	531,8
2024	800,7	443,4	463,0	353,8	506,9	529,7
2025	804,0	443,2	456,7	352,5	508,5	527,6