



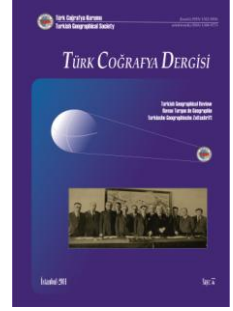
Türk Coğrafya Dergisi

<http://www.tck.org.tr>

Sayı 57: 33-42, İstanbul

Basılı ISSN 1302-5856

Elektronik ISSN 1308-9773



Hakemli Makale  
Reviewed Article

## Acıgöl Havzası'nda Yağışın Trend Analizi ve Haritalanması

### Precipitation Trend Analysis and Mapping in Acıgöl Watershed

Muhammet BAHADIR\* ve Mehmet Ali ÖZDEMİR\*\*

#### ÖZET

Dünya ve atmosferinin 21. yüzyıldaki en önemli sorunlarından biri, iklim olaylarındaki değişimlerin meydana getirdiği olumsuz etkilerdir. Bu nedenle iklim değişimlerini ve etkilerini ele alan çalışmaların önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bu amaçla ülkemizin kurak sahalarından biri olan Acıgöl Havzası'nda çeşitli istatistiksel yöntemler ile yağışın alansal ve zamansal dağılım eğilimleri incelenmiştir. Kullanılan yöntemler günümüz bilim dünyası için önemlidir. Yağışın alansal dağılımı ve değişimi için Contour (Kontur) Plot analizi, sahada yağışın dağılımında etkili olan faktörlerinde etkisini ölçmek için Etkileşimli 3D yüzey analizinden yararlanılmıştır. Geleceğe yönelik eğilimleri belirlemek için Quadratic trend analizinden, elde edilen bulguların haritalanmasında ise, interpolasyon tekniğinden yararlanılmıştır. Sahada yağış ile ilgili yapılan tüm analizlerin kendi içerisinde tutarlı olduğu, havzanın tamamında yağışta azalmanın görüldüğü sonucuna ulaşılmıştır. Yağıştaki azalma miktarı havza tabanında daha yüksek (yaklaşık 40 mm: 1975-2007), dağlık alanlarda daha düşük (yaklaşık 30 mm: 1975-2007) olmuştur. Gelecekteki eğilim ise azalma şeklinde devam etmesi yönünde olmuş, azalma miktarı 2020 yılına kadar 35 mm civarında öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Acıgöl Havzası, Eğilim, Etkileşimli 3D Analizi, interpolasyon, Yağış.

#### ABSTRACT

One of the major problems of the 21st century in the world and the atmosphere is the variability of the climate events and the negative impacts these changes bring about. For this reason, studies dealing with climate changes and their impact have an increasing significance. That is why various statistical methods and the areal and temporal distributional trends of precipitation in Acıgöl Watershed which is one of the arid areas in our country have been studied. The methods which have been used include novelties regarding modern day science. A contour Plot analysis has been used in order to measure the areal distribution and change of precipitation while Interactive 3D surface analysis was used to measure the impact of the factors which contributed to the dispersion of precipitation in the area. Quadratic trend analysis was used to determine future trends while Geographical Information Systems Interpolation analysis was used to map the acquired data. It was determined that all analysis work regarding precipitation in the area was consistent within itself and that a decrease in precipitation was observed throughout the watershed. The decrease in precipitation was observed to be higher on the bed of the watershed (approximately 40 mm: 1975-2007) and less in mountainous areas (approximately 30 mm: 1975-2007). The decreasing trend is expected to continue in the future and the amount is expected to decrease to around 35 mm by 2020.

**Key Words:** Acıgöl Watershed, Trend, Interactive 3D Analysis, Interpolation, Precipitation.

\*Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Fen-Edebiyat Fakültesi  
Coğrafya Bölümü  
Samsun

\*\*Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen-Edebiyat Fakültesi  
Coğrafya Bölümü  
Afyonkarahisar

Geliş/Received : 22.12.2010  
Kabul/Accepted: 24.03.2012

Sorumlu yazar/Corresponding author  
(M. Bahadır)  
[muhammetbahadir@gmail.com](mailto:muhammetbahadir@gmail.com)

## GİRİŞ

Türkiye’de yağışın mekânsal dağılışı, yağışlı devrelerin özellikleri, yıl içindeki dağılışı ve yıllar arasındaki değişim eğilimleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda, yıllık ve aylık ortalama toplam yağış miktarları kullanıldığı gibi günlük yağış miktarlarından da yararlanılmıştır. Bu çalışmaların birkaçında yağışın mevsimlere göre dağılışı oranları ve miktarları üzerinde durulmuş, bazıları ise rejim tipleri belirlenmeye çalışılmıştır (Erlat, 1997; Türkeş, 1996, 1998). Bununla birlikte, günlük maksimum yağışların kullanıldığı yöntemlerden oluşan sınıflandırmalarda bir günde düşen yağış miktarı ve şiddeti dikkate alınarak yağış rejim bölgeleri oluşturulmuştur. Bu çalışmalardan Erlat, (1997), Türkiye’de günlük yağış şiddetini dikkate alarak, 7 yağış rejim bölgesi belirlemiştir. Bu yağış rejimlerinden, Acıgöl Havzası, Akdeniz-İç Anadolu Geçiş Tipi olarak ifade ettiği yağış rejimi sınıfına girmektedir. Bu yağış rejiminde Mayıs ayı Akdeniz yağış rejimine göre biraz daha fazla yağışlı olup, yıllık toplam yağış miktarı 500 mm’nin altında kalmaktadır (Erlat, 1997).

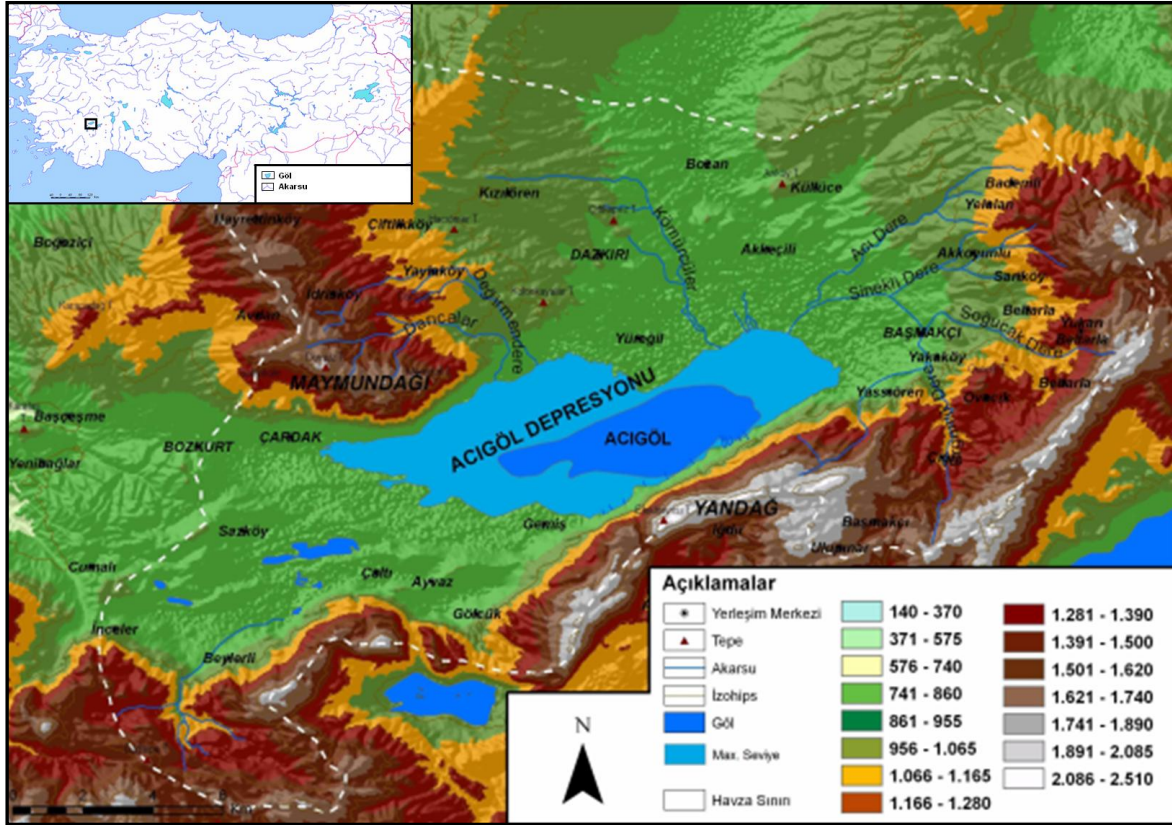
Bu çalışmaların dışında, Türkiye’de iklim değişkenliği ve yıllık toplam yağışların mekânsal dağılışının incelendiği çalışmalarda yapılmıştır. Bu konuda birçok çalışması bulunan Türkeş, değişik yöntem ve analizlerle konuyu farklı boyutlarda ele almıştır. Türkeş (1996), Türkiye’nin yıllık yağış değerlerinde alansal ve zamansal dağılım açısından değişmelerin olduğunu, (1998) yılındaki çalışmasında, Türkiye’deki yıllık ve mevsimlik yağış verilerindeki eğilim ve dalgalanmaları analiz ederek yıllık yağış miktarlarında azalmanın olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca Türkeş (1999, 2003), yıllık ve mevsimlik yağışlar değerleri ile yıllık kuraklık indisine göre yağış dizilerindeki değişimleri incelemiştir. Türkiye’de çölleşmeye eğilimli olabilecek alanları belirlemiştir. Bu çalışmalarda Acıgöl Havzası riskli alanlar içerisinde yer almaktadır. Türkeş vd., (2002), yılındaki çalışmalarında Türkiye’de yıllık ve mevsimlik normalleştirilmiş yağış anomalisi dizilerindeki ısrar ve dönemsellik bileşenlerini incelemiştir, kış yağışlarında istasyonların 1/3’üncü istatistiksel anlamlı dizisel ilişki, 17 istasyonun yıllar arası değişebilirliğinde de pozitif ilişkinin olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer yandan, Türkeş ile birlikte Erlat’ın (2003, 2005, 2006) yapmış olduğu ortak çalışmalarda, atmosferik koşullarda değişim ile yağış değişkenliği arasındaki ilişkilere değinilmiştir. Yine, Türkeş, vd., (2007), Türkiye’deki yağış toplamı ve yoğunluğu dizilerindeki zamansal ve alansal değişim üzerine yaptıkları çalışmada, Türkiye’de özellikle kış yağışlarında anlamlı azalmaların olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Türkiye’deki yağış rejimleri ve eğilimleri üzerine diğer çalışmalardan ise, Koçman’ın (1993), yılında yaptığı çalışmasında Türkiye ikliminin temel öğelerini belirlemiştir. Koç (2001),’de Anadolu’nun kuzeybatısını kapsayacak şekilde yağış verileriyle gerçekleştirdiği analizlerde, yüksekliğin ve denizliliğin arttığı alanlarda, yağış miktarlarının daha fazla

olduğu sonucuna varmıştır. Nişancı (2002), çalışmasında Türkiye ikliminin genel özelliklerini belirlerken, yağışın iklim bölgelerine dağılışına da değinmiştir. Tatlı vd., (2004)’deki çalışmalarında Türkiye’de kıyı bölgelerinin yağış rejiminin geniş ölçekli basınç sistemlerinin ve yüksek atmosfer dolaşımının etkisi altında olduğunu vurgulamıştır. İrdem (2005),’de ise, Türkiye genelinde özellikle kış mevsiminde hafif yağışlarda (0-10 mm) artış eğilimi olduğunu ifade etmiştir.

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 olmadığı ifade edilmektedir (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, 1996: 1998). 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, 1996). Yağışla ilgili öngörülerde sıcaklıkların artmasına paralel olarak okyanuslardan buharlaşan su miktarının ve sıcak hava kütlelerinin daha çok nem taşıma kapasitesine sahip olması, atmosferdeki nem miktarının artacağını öngörmektedir. Bu nedenle yağışta küresel ortalamasının artması beklenmektedir. Ancak atmosfer dolaşımında ve yağış getiren sistemlerin yer değiştirmesi sonucunda yağışların kışın orta enlemlerde yazın ise güney ve doğu Asya’da artışları öngörülmektedir. Alçak enlemlerde ise mevsimsel artış ve azalışlar görülmesi tahmin edilmektedir (Erlat, 2009). Yine güncel çalışmalarda sıcaklık ve yağışın yerel değişimi incelendiğinde, özellikle Akdeniz iklim bölgesinde yer alan istasyonlarda sıcaklıkta artış, yağışta ise azalma şeklinde eğilimler tespit edilmiştir (Bahadır ve Saraçlı, 2010: Özdemir ve Bahadır, 2010). Çalışma alanı ile ilgili çalışmalarında (Özdemir ve Bahadır, 2008: Özdemir ve Bahadır, 2010), 1975’den 2007 yılına kadar kuraklığın etkisini artırdığı, yağış miktarında azalmanın meydana geldiği, buna karşılık ise buharlaşma ve sıcaklık artışının olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bu çalışmada, Acıgöl Havzası’nda yağışın yıllara göre değişimi ve bu değişimin mekânsal dağılımını ortaya koymak amaçlanmıştır. Çalışmada coğrafya çalışmalarında yeni sayılabilecek uygulamada kolaylıklar ve daha doğru bulgulara ulaşmaya imkân sağlayacak yöntemlerden yararlanılmıştır. Acıgöl Havzası, Güneybatı Anadolu’da, Denizli ile Afyonkarahisar il sınırları içerisinde yer alan, kurak bölgelerin playalarına ülkemizdeki en güzel örneklerden biridir (Şekil 1).



Şekil 1. Acıgöl Havzası yer bulduru ve fiziki haritası.

Figure 1. The location and physical map of Acıgöl Watershed.

## Veri ve Yöntem

Bu çalışmada veri olarak Çardak ve Dazkırı meteoroloji istasyonlarına ait günlük toplam yağış verileri ile çevre meteoroloji istasyonlarından Sandıklı, Dinar, Isparta, Burdur ve Denizli'ye ait iklim verileri de kullanılmıştır (1975-2008). Günlük toplam yağış değerleri kullanılarak mevsimlerin toplam yağış miktarları hesaplanmıştır. Bu değerlerden elde edilen yıllık toplam yağış değerlerinin uzun yıllık eğilim analizleri yapılmış, Contour plot analizi ile alansal dağılımı hesaplanmış, Surface plot (Etkileşimli 3D) analizi ile grafiksel modellemesi gerçekleştirilmiştir. Yağışın uzun yıllık eğilimi ise Quadratic trend analizine göre yapılmıştır. Yağış haritaları Interpolasyon tekniğinin en yakın komşuluk analizine göre oluşturulmuştur. Aşağıda her bir yöntemin içeriği hakkında bilgi verilmiştir.

Surface Plot analizi, Minitab programı kullanılarak yükseklikte analize katılarak yağışın dağılımının hesaplanmasında kullanılmıştır. Bu yöntem, "Etkileşimli 3D Yüzey Analizi" olarak ta kullanılabilir. Yöntemde grid noktalarının oluşturulması ve etkileşimleri oranında belirli bir ölçek dâhilinde birbirine bağlanması ile elde edilir.

Kontur alan grafiği ise, 2 boyutlu on dilimlik bir yüzeyde verilerin tümünün dağılışının temsil edildiği bir grafik tekniğidir. Kontur alan grafiğinde şu işlemler yapılır.

Dikey eksen: Bağımsız değişkeni 1

Yatay eksen: Bağımsız değişken 2'ni göstermektedir.

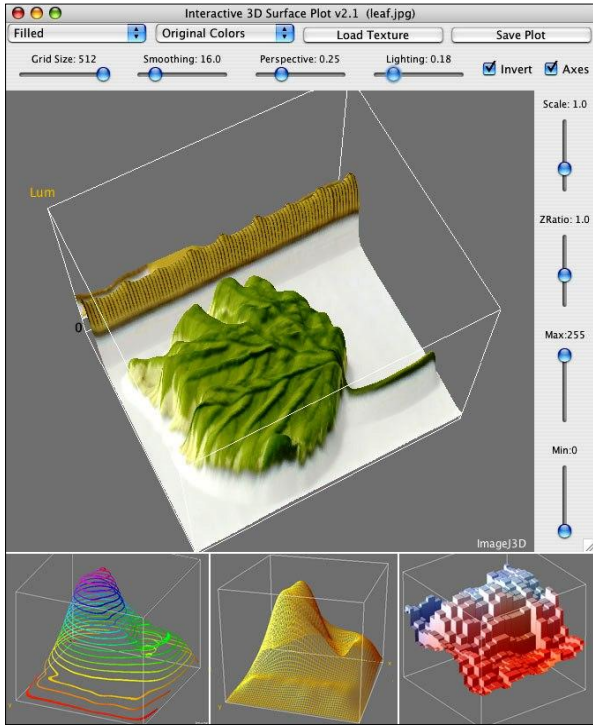
Bu çalışmada dikey eksen bağımsız değişken olarak yağış, yatay eksen bağımsız değişken olarak yıllar alınmıştır. Böylece on dilimlik bu alanda yağışın alansal dağılışı hem yıllara göre değişimini verirken hem de alansal değişimi ortaya koymaktadır (<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/contour.htm>).

Quadratic trend analizi ise doğrusal olmayan geleceğe yönelik istatistiksel bir tahmin tekniğidir. Yöntem ortogonal polinomların katsayılarını ve gelecekteki olası rakamı belirlemek için ikinci dereceden trend testleri için kullanılmaktadır. Böylece verinin gidiş eğilimine göre devamlılığının aşağıya veya yukarı doğru seyrini belirler. Quadratic trend analizi lineer regresyon denklemi şeklinde kullanılmaktadır. Bu nedenle regresyon sayılarını elde edebilmek için çoklu çoklu regresyon programları kullanılmaktadır. Yöntem aşağıdaki formül ile bu işlemleri gerçekleştirilmektedir.

$$Y_j = b_0 + b_1 X_j + b_2 X_j^2$$

Yağış haritalarının oluşturulmasında Interpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yönteme göre farklı lokasyondaki ölçüm noktalarının değerleri kullanılarak Interpolasyon tekniği ile sürekli bir yüzey oluşturulmasını sağlar. Ölçüm

noktalarındaki veriler birer meteorolojik istasyondaki yağış, nem, sıcaklık, toprak veya su yüzeylerinden alınan numunelerin dağılımı olabileceği gibi bir radyasyon sızıntısının yoğunluk dağılımını da haritalamayı sağlayabiliriz. Bu yöntemi daha ayrıntılı ve daha doğru sonuçlara ulaştıracak şekilde Natural Neighbor Interpolation (En Yakın Komşuluk Analizi) tekniği de kullanılabilir. Bu yöntemde ise, girdi noktalarına Delaunay triangulasyonu uygulanarak TIN oluşturulmaktadır. Böylece üçgenleme yerine, Voronoi poligonları dediğimiz yapı oluşturulur. Böylece herhangi bir konuda bilinmeyen bir değeri tahmin etmek için yeni oluşturulan poligon onu çevreleyen poligonlar içerisinde oluşmuş olur. Bu çevreleyen poligonlara ait girdi noktaları tahmin edilecek noktaların doğal komşularıdır ve tahmin bu duruma göre yapılarak haritalanır (Kol ve Küpcü, 2008). Poligonların birbirine bağlanması ve yeni alanları tamamlaması ile haritalanacak sahanın yüzeyine dağıtılmış olur.



Şekil 2. Etkileşimli 3D Yüzey Analizi  
Figure 2. Surface Plot Analysis.

Kaynak: <http://rsbweb.nih.gov/ij/plugins/surface-plot-3d.html>

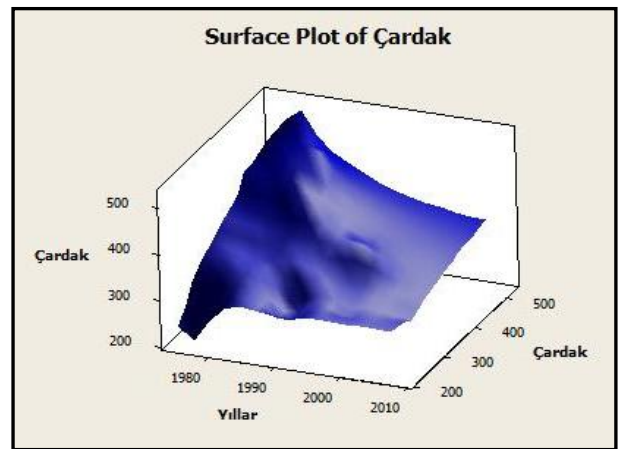
## BULGULAR

Çalışma alanında yıllık toplam yağışların, gerek alansal gerekse dönemsel olarak değişeceği bir gerçektir. Özellikle iklimdeki salınımlar veya bir başka deyişle değişkenlikler ülkemizin kuraklık açısından riskli bir sahası olan Acıgöl Havzası'nda da kendini hissettirmiştir. Bu nedenle havzadaki yağışın eğilimi, dağılışı ve etkileşimini ortaya koymak için birçok yöntem eşliğinde yapılmış olan analizlerin bulgularını yorumlamak yerinde olacaktır.

Havzanın yağış rejimi daha öncede ifade edildiği üzere Akdeniz-İç Anadolu Geçiş Tipi yağış rejimi olarak adlandırılan rejim sınıfına girmektedir. Sarış vd, (2010) yapmış oldukları çalışma da inceleme alanını geçiş tipi yağış rejimi Türk Coğrafya Dergisi

sınıfı içerisinde değerlendirmişlerdir. Öyle ki araştırma sahası Akdeniz kıyı kesimi kadar yüksek yağış almazken, Antalya (1030,5 mm), Fethiye ( 989,1 mm) ve Alanya (1041,8 mm), İç Anadolu bölgesi kadar da düşük yağış değerleri yoktur [(Konya (315,1 mm), Ankara (359,3 mm) ve Eskişehir (368,2 mm)]. Acıgöl Havzası'nda yer alan Dazkırı'da (392,5 mm) ve Çardak'ta (344,2 mm) yağış düşmektedir.

Acıgöl Havzası'nda yağışın Etkileşimli 3D analizine göre dağılışı modellemesinde, Çardak'ta yağıştaki değişim incelendiğinde, yağışın 1975'li yıllarda yüksek olduğu ve 500 mm civarında yağışların görüldüğü sonucuna ulaşılmıştır. Buna karşılık 2000'li yıllara gelindiğinde yağıştaki azalmanın belirginleştiği ve grid noktalarının aşağıya doğru eğimlendiği görülmektedir (Şekil 3).



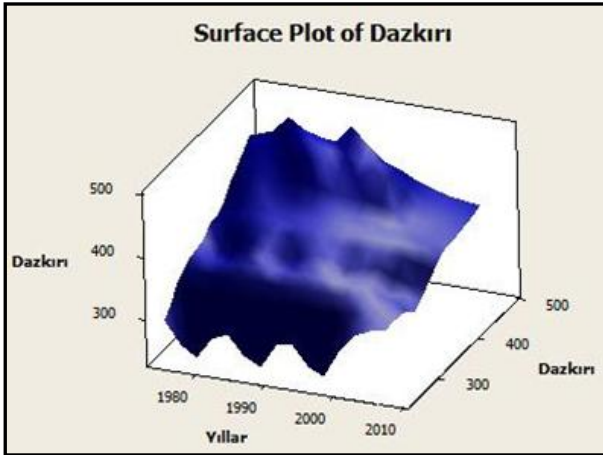
Şekil 3. Çardak'ta Etkileşimli 3D analizine göre yağışın yıllara göre değişimi.

Figure 3. According to surface plot analysis, the change of precipitation in Çardak in respect of years.

Buna karşılık Dazkırı'da yağışların yüksek değerler gösterdiği yıllar tıpkı Kontur plot analizinde olduğu gibi 1980'lerin sonuna kadar devam etmiş, 1990'dan sonra ise azalma eğilimine girmiştir. Aynı zamanda azalma eğilimi Çardak'a oranla daha az olmuştur (Şekil 4). Yağışta yıllar arasındaki gidiş daha kararlı bir seyir izlerken, yağışın yoğunlaştığı aralık 300 ile 400 mm arasında olmuştur. Grid noktalarının yüzeydeki dağılımında en yüksek değerlerin olduğu yıllar 1980 yılı olmuş, en düşük noktalar ise 2005 yılının devamında meydana gelmiştir.

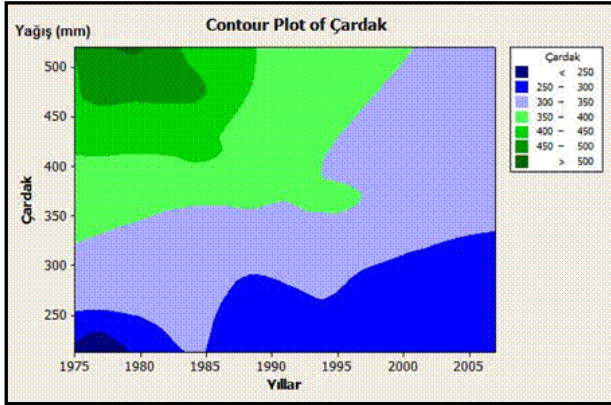
Acıgöl Havzası'nda Contour (Kontur) plot analizine göre yağışın dağılışı ve yıllık değişimle etkileşimi incelendiğinde, Çardak ile Dazkırı'nın benzer özellikler taşıdığı net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Çardak'ın Kontur plot analizi incelendiğinde, 1975 yılında çok az bir alanda 250 mm'nin altında yağış düşerken, en fazla yağış değeri 500 mm'nin üzerinde çok sınırlı bir alanda ortaya çıkmaktadır. Buna karşılık yağışın 300 ile 400 mm arasında yoğunluk kazandığı ve havzanın büyük bir çoğunluğu bu değerler arasında yağış aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak, en dikkat çekici özellik Çardak'ta 2005 yılına gelindiğinde yağış değerleri azalarak sadece iki sınıfa düşmüş ve yağış değerleri 250 ile

300 mm ve 300 ile 350 mm aralığında gerçekleşmiştir (Şekil 5).



Şekil 4. Dazkırı'da Etkileşimli 3D analizine göre yağışın yıllara göre değişimi.

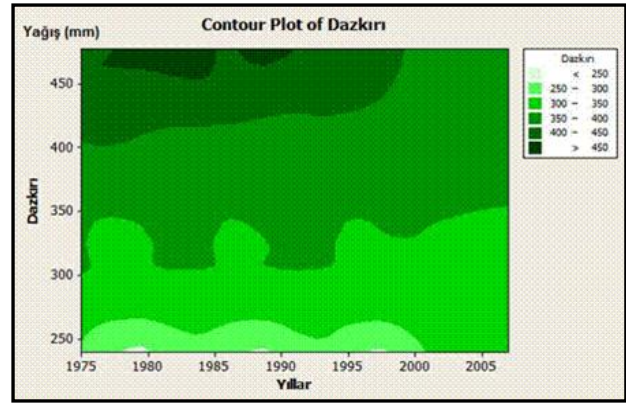
Figure 4. According to surface plot analysis, the change of precipitation in Dazkırı in respect of years.



Şekil 5. Çardak'ta yağışın kontur plot analizine göre dağılışı.

Figure 5. According to Contour plot analysis, the precipitation in Çardak.

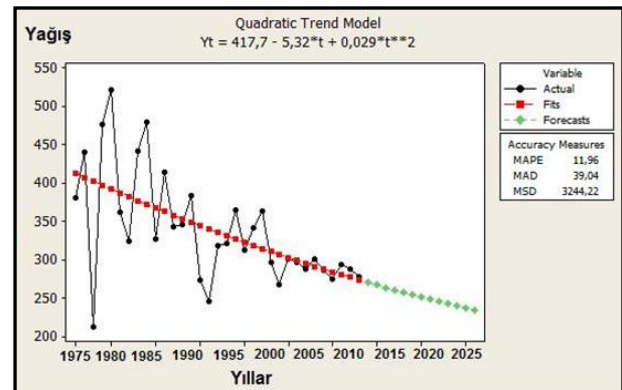
Dazkırı'nın Kontur plot analizi incelendiğinde, daha dengeli bir dağılım ortaya çıkmıştır. Özellikle en düşük yağış aralığı 250 ile 300 mm arasında gerçekleşmiştir. En yüksek yağış değerlerine ise 1980 ile 1990 yılları arasında ulaşılmış ve yağış değerleri 450 mm'nin üzerinde gerçekleşmiştir. Dazkırı'da Çardak'a benzer şekilde yağış değerleri günümüze yaklaştıkça iki sınıfta toplanmış, uç değerler ortalama değerlere dönüşmüştür. Özellikle Dazkırı'da 2000'li yıllardan sonra sadece 300 ile 350 mm ve 350 ile 400 mm arasında yağış alan alanlar ön plana çıkmıştır. Böylece, Dazkırı ve çevresinde yağış 1975'den 2000'e kadar olan dönemde 400 ile 450 mm'nin üzerindeki değerlerin yaklaşık olarak 100 mm altında kalmıştır ki, bu durum havzada yüksek miktarda yağışların miktarında azalma olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Dazkırı'da yağışın kontur plot analizine göre dağılışı.

Figure 6. According to Contour plot analysis, the precipitation in Dazkırı.

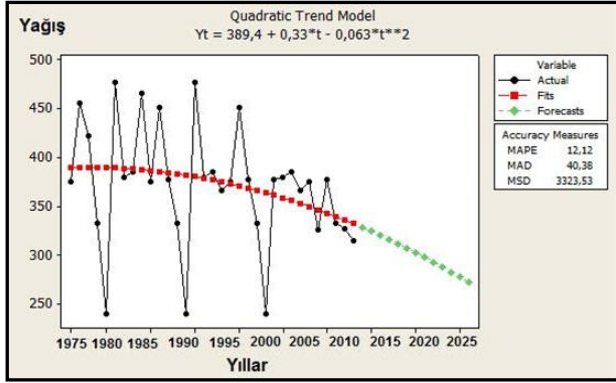
Yağışın eğilimini ortaya koymak için doğrusal olmayan istatistiksel yöntemlerden biri olan Quadratic trend analizi kullanılmıştır. Böylece havzada yağışın eğilimi ve gelecekteki olası değişimlerinin belirlenmesi mümkün olmuştur. Çardak için uygulanan Quadratic trend analizine göre 2007 yılında 270.3 mm olan yağış miktarı, 2020 yılında 234.3 mm civarında olması öngörülmektedir (Şekil 7). Dazkırı'da 2007 yılında 328.2 mm olan yağış miktarı 2020 yılında 272.1 mm'ye gerileyeceği öngörüsüne ulaşılmıştır (Şekil 8). Bu duruma göre havzada etkili olan kuraklık daha ciddi boyutlara ulaşacak ve yarıkurak iklim şartları altında şekillenen saha kurak iklim şartları altında varlığını devam ettirecektir. Öyleki yağışın uzun yıllık dönemsel eğilimi incelendiğinde her iki istasyonda da 1975 yılından günümüze kadar az çok kararlı bir şekilde devamlı olarak azalma eğilimi görülmektedir. Azalma şeklindeki kararlılık Çardak'ta daha belirgin olurken, Dazkırı'da daha düzensiz bir seyir izlemiştir.



Şekil 7. Quadratic trend analizine göre Çardak'ta yağışın eğilim analizi.

Figure 7. According to Quadratic trend analysis, trend analysis of precipitation in Çardak.

Yağışın havzadaki dağılışı ve alansal değişimini haritalamak için Interpolasyon tekniği kullanılmıştır. Yöntemde özellikle yağışın değişim katsayısını sisteme girerek (ortalama her yüz metrede 54 mm artış) analize kadarken, bakıya göre de farklanmalar olacağı düşüncesi ile kuzey-güney yönlü artış hesaplamalarında katsayıyı farklı tutarak daha doğru sonuç elde etme yoluna gidilmiştir.



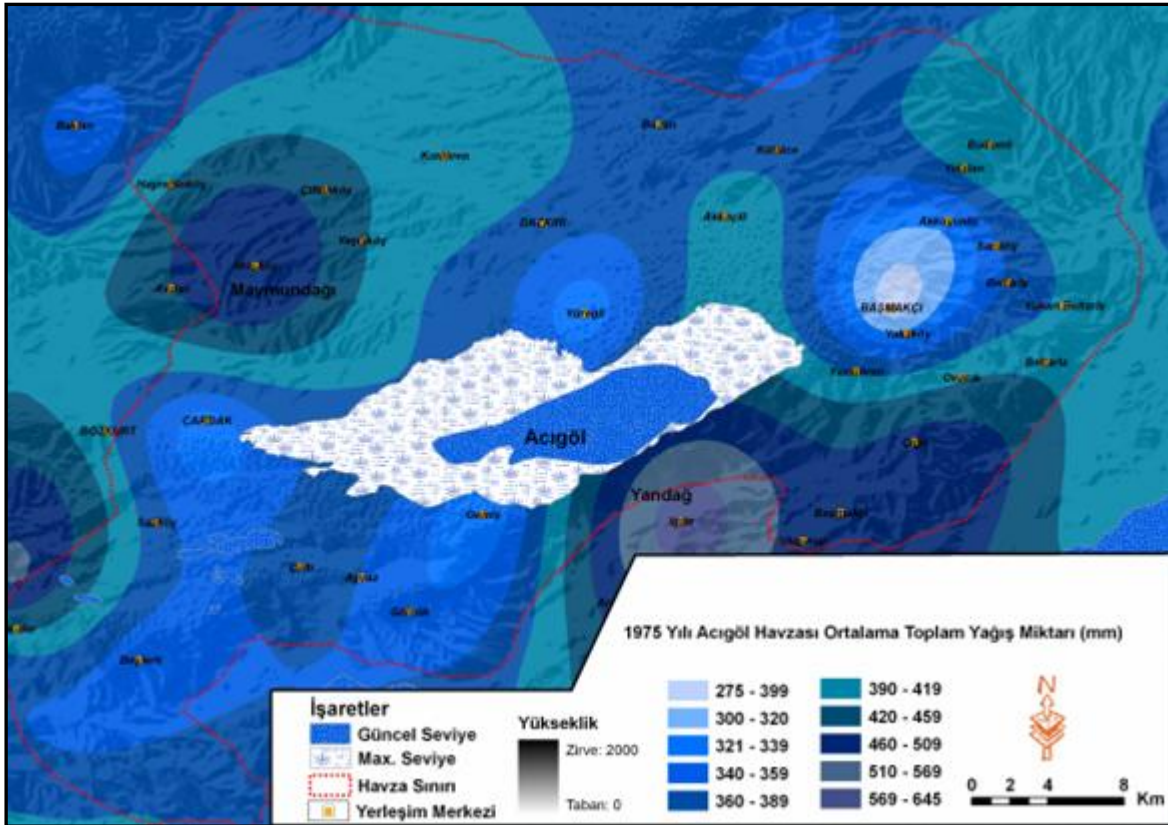
**Şekil 8.** Quadratic trend analizine göre Dazkırı'da yağışın eğilim analizi.

**Figure 8.** According to Quadratic trend analysis, trend analysis of precipitation in Dazkırı.

Acıgöl Havzası'nda yağışın alansal dağılımı ve değişimine yönelik 10'ar yıllık arayla 4 dönemlik harita üretilmiştir. Birinci dönem olarak 1975'yılı ele alınmış ve haritalanmıştır. Bu dönemde havza bazında yağışların 350 mm'nin üzerinde olduğu, özellikle havzanın kuzeyinde ve güneyinde yükselen dağların yamaçları boyunca artan yüksekliğe

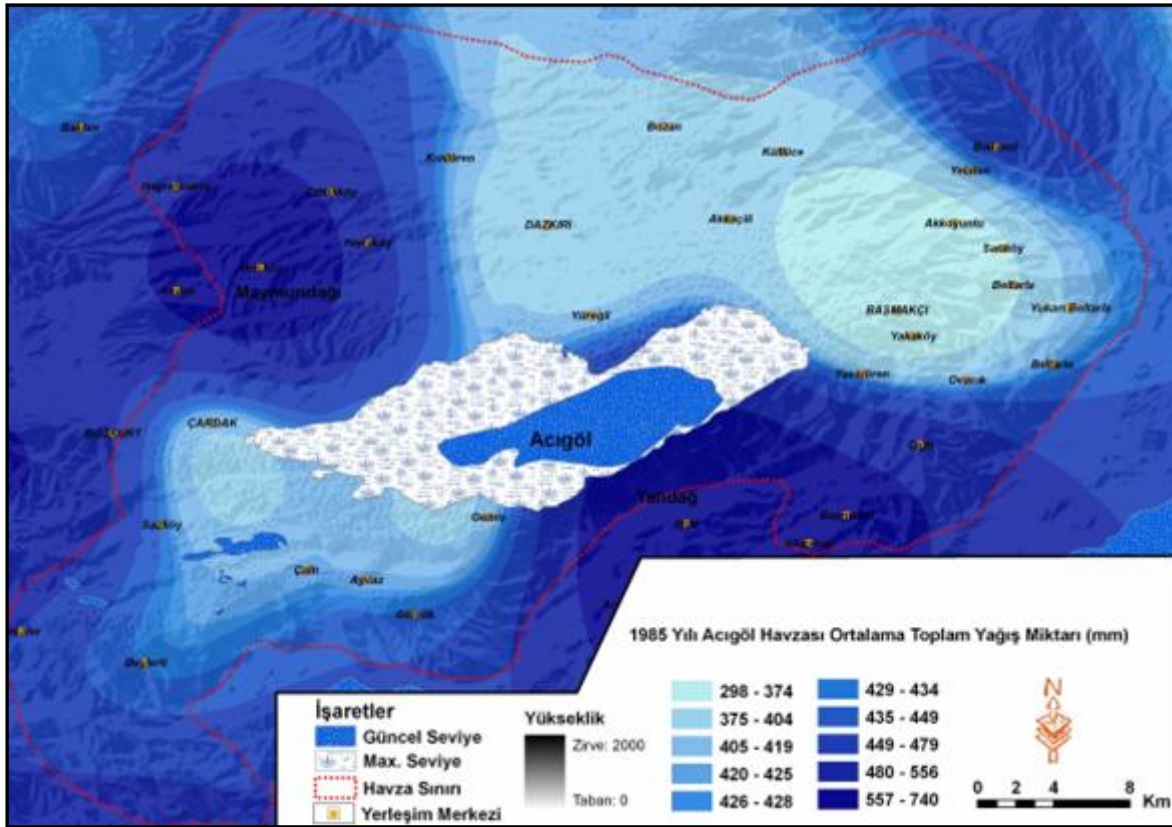
bağlı olarak yağışın arttığı ve Yandağ'ın zirve kesimlerinde en yüksek yağış değerlerine ulaşıldığı görülmektedir (600 mm civarında). Buna karşılık havza tabanında yağış değerleri daha düşük olup, yağış değerleri 320 mm ile 420 mm arasındaki değerlerde dağılışı göstermektedir (Şekil 9).

İzleyen yıllarda Acıgöl Havzası'nda yağış azalmış ve alansal dağılımda da bu azalmanın etkileri ortaya çıkmıştır. Acıgöl Havzası'nda 1985 yılında yağışın en fazla azaldığı alanlar havza tabanı ve yakın çevresi olmuştur. Buna karşılık yağıştaki azalma yüksek dağlık alanlarda da etkili olmuş, ancak yağışın en yüksek olduğu yerler yine dağlık sahalar olmuştur. Havza tabanında yağış değerleri özellikle göl ve yakın çevresinde 300 mm'nin altına düşmüş, havza tabanında 300-350 mm arasında yağış aldığı görülmektedir. Özellikle 1975 yılında 600 mm ve üzerinde yağış alan dağların yüksek kesimlerinde 1985 yılında 570 mm seviyelerine kadar bir azalma olmuştur. Böylece 10 yıllık dönemde yağıştaki azalma havzanın tüm yükseklik kademelerini etkilemiştir. Bu duruma göre kuraklıktan veya yağış azlığından sadece havza tabanı değil, havzanın tamamı etkilenmiştir (Şekil 10).



**Şekil 9.** Acıgöl Havzası'nda 1975 yılında yağışın dağılışı.

**Figure 9.** The precipitation distribution in Acıgöl watershed in 1975.



Şekil 10. Acıgöl Havzası'nda 1985 yılında yağışın dağılışı.

Figure 10. The precipitation distribution in Acıgöl watershed in 1985.

Bir sonraki dönemde de yağışta azalma eğilimi devam etmiştir. Özellikle havza tabanında yağış değeri daha da azalmış 270 mm civarına kadar düşmüştür. Acıgöl'ün yakın çevresinde yağış azlığı oldukça belirginleşmiştir. Buna karşılık dağlık alanlardaki yağış miktarında artış meydana gelmiştir. Özellikle otak noktaları halinde dağların (Yandağ ve Maymundağı) zirve kesimlerinde yağış miktarı 700 mm'ye kadar ulaşmıştır. Bu dönemde 5 merkezde yağış azlığı oldukça dikkat çekicidir. Başmakçı, Gemiş, Çardak, Yüreğil ve Beylerli çevrelerinde yağış 300 mm'nin altında kalmış, adeta adacıklar halinde yağışın en az düştüğü sahaları oluşturmuşlardır (Şekil 11).

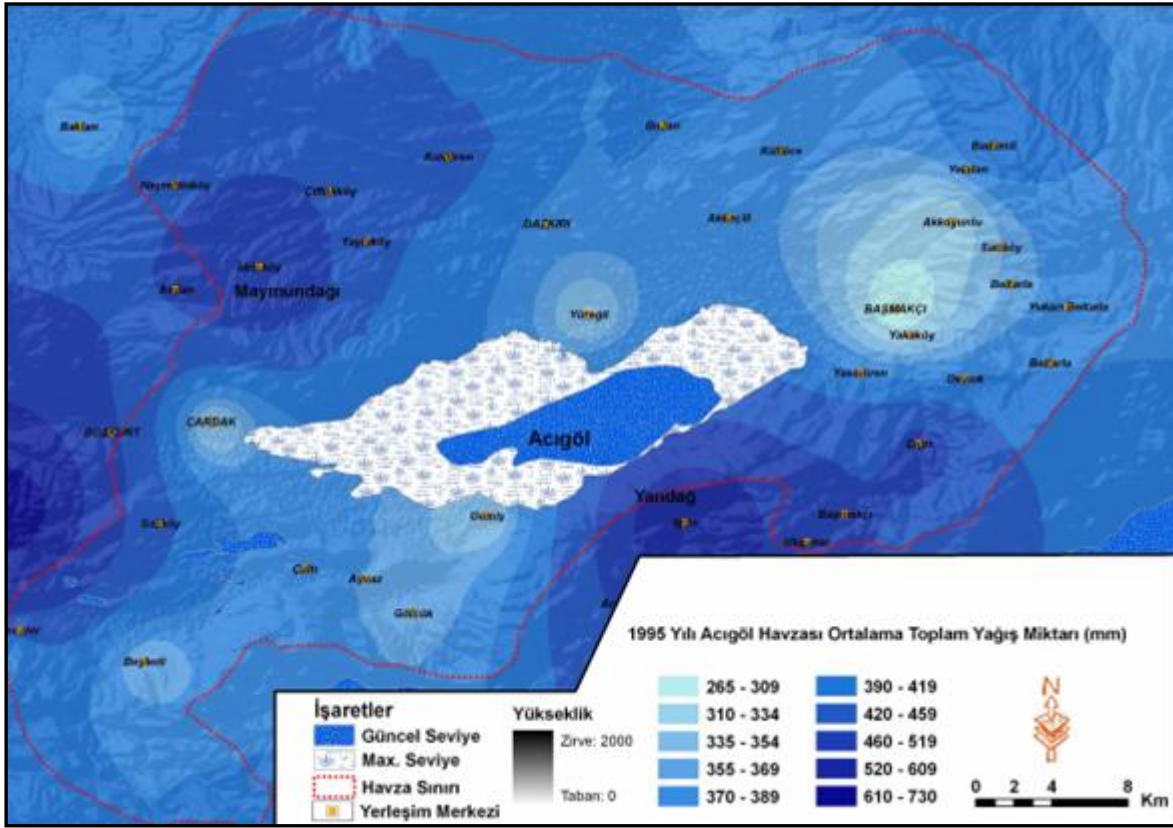
Haritalaması yapılan son dönem ise 2005 yılı olup bu dönemde yağış azlığı 1995 yılına göre hem havza tabanında hem de dağlık alanların zirvelerinde şiddetli olarak cereyan etmiştir. Özellikle havza tabanında az olan yağış değerleri daha da azalmış, yer yer 275 mm civarına gerilemiştir. Ortalama olarak havza tabanında yağış değerleri 275 ile 340 mm arasındaki değerlerde kalmıştır. Bu değerler küresel ısınmanın etkileri ile birlikte düşünüldüğünde havzada ciddi bir su sorunu olduğunu ortaya koymaktadır. Dağlık alanların zirvelerinde 700 mm'yi bulan yağış değerleri (1995), bu dönemde 640 mm civarlarına kadar düşmüştür. Böylece havzanın her kesiminde yağışta azalma olmuştur (Şekil 12). Yapılan sorgulamalar ile haritaların karşılaştırması yapıldığında, yağıştaki azalma eğilimini havzanın hemen her kesiminde alansal olarak ta izlemek mümkün olmuştur.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

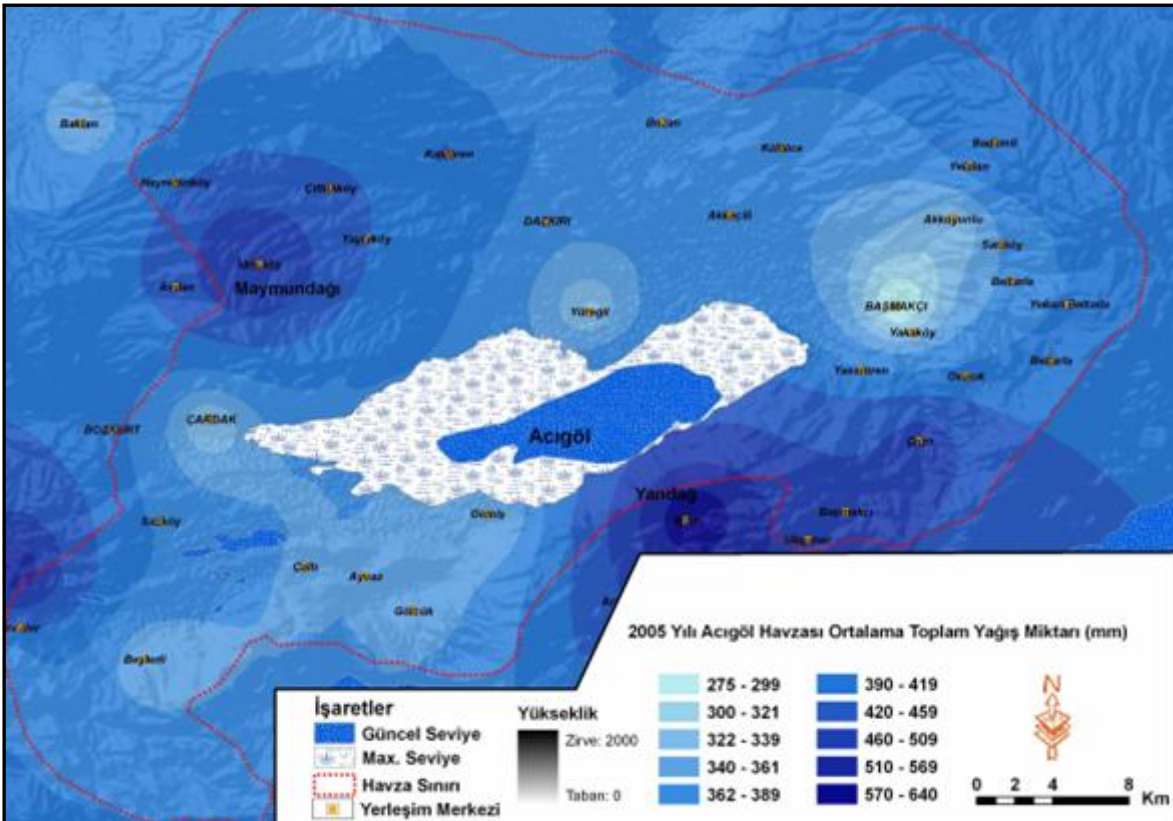
Türkiye'de yağışın mekânsal dağılışı ve zamana bağlı değişimi topoğrafyanın çok çeşitli olması ve küresel ölçekteki hava sirkülasyonuna bağlı olarak oldukça çeşitlilik göstermektedir. Yağış miktarlarındaki değişim sadece ülkemizin değil küresel dünyanın en büyük sorunlarından biri haline gelmiştir. Bu nedenle yağışın hem zamansal değişimi hem de mekânsal değişimi konusundaki çalışmalar önem kazanmıştır. Bu çalışmalardan ülkemiz için hazırlanmış olanlarına giriş kısmında ayrıntılı olarak değinilmiştir. Bu kısımda özellikle çalışma sahasını yakından ilgilendiren çalışmalara kısaca değinilip ulaşılan sonuçlar karşılaştırılacaktır.

Araştırma sahasının yağış rejimi Akdeniz-İç Anadolu Geçiş Tipi olarak adlandırılan, kışları yağışlı, yazın şiddetli kuraklığın yaşandığı rejim tipidir (Erlat, 1997). Yağışın değişimi ve dağılışı ile ilgili çalışmalarda iklim bölgelerine göre büyük farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Buna göre çalışma alanının etki sahasında kaldığı Akdeniz iklim sahasında bir çok çalışmanın ortak sonucu olarak yağış miktarlarında azalma eğilimi tespit edilmiştir. Bunlardan biri olan çalışmada Demir vd., (2008), Karadeniz ile Karasal Doğu Anadolu Bölgeleri'nde yağışta artış eğilimi; Akdeniz, Akdeniz Geçiş, Karasal Akdeniz bölgelerinde ise azalmanın olduğunu belirtmektedir. Karasal İç Anadolu ve Marmara Bölgeleri'nde ise artış ya da azalış eğilimi olmadığını ifade edilmektedir. Yine ülkemizde yağışlarda ve özellikle de kış yağışlarında azalmanın olduğunu, kurak koşullardan en

fazla, Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu | bölgeleri etkilendiğini belirtmiştir (Türkeş, 1996).



Şekil 11. Acıgöl Havzası'nda 1995 yılında yağışın dağılışı.  
Figure 11. The precipitation distribution in Acıgöl watershed in 1995.



Şekil 12. Acıgöl Havzası'nda 2005 yılında yağışın dağılışı.  
Figure 12. The precipitation distribution in Acıgöl watershed in 2005.



Bununla birlikte, Acıgöl Havzası ve yakın çevresinde iklim değişkenliği ile ilgili yapılan çalışmalardan, Özdemir ve Bahadır (2010), Denizli'de durağan olmayan iklim verilerine Box-Jenkins tekniğini uygulamışlar, sıcaklıkta ve buharlaşmada artış, yağışta ise gelecek 5 yılda azalma eğilimi belirlemişlerdir. Yine saha ve yakın çevresine yönelik diğer bir çalışmada Bahadır ve Saraçlı (2010), Isparta'da sentetik iklim verilerinin ARIMA modeline göre analizini yapmışlar, yağışta ise artış eğilimi tespit etmişlerdir. Bu duruma göre çok kısa mesafelerde dahi yağışta artış ve azalış eğilimlerinin olabileceği gerçeği ortaya çıkmaktadır. Çalışma sahası ile ilgili bir diğer çalışmada, Özdemir ve Bahadır (2008), Acıgöl Havzası'nda hidro-klimatik özellikleri istatistiksel olarak değerlendirmişlerdir. Göl seviye değişimleri ile iklim parametreleri arasındaki ilişkiyi ele aldıkları çalışmada küresel ısınmanın varlığına bağlı olarak göl seviyesinde hızlı düşüşlerin olduğunu vurgulamışlardır. İklimdeki değişkenlik ile göl seviye değişimleri arasında ise istatistiksel olarak kuvvetli anlamlı ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir. Bir diğer çalışmalarında Acıgöl havzası ve yakın çevresinde gelecek 10 yılda sıcaklık ve buharlaşma miktarlarında artış olacağı, buna karşılık ise yağışta azalmanın olduğu ve azalma eğiliminin devam edeceği öngörüsünde bulunmuşlardır (Özdemir ve Bahadır, 2010).

Bu çalışmada, Acıgöl Havzası'na yönelik uygulanan analizlerden, Etkileşimli 3D yüzey analizine göre, Çardak'ta yağışın 1975'li yıllarda yüksek olduğu ve 500 mm civarında yağışların görüldüğü sonucuna ulaşılmıştır. Buna karşılık 2000'li yıllara gelindiğinde yağıştaki azalmanın belirginleştiği ve grid noktaların aşağıya doğru eğimlendiği görülmektedir. Dazkırı'da ise yağışlar hemen hemen yüksek değerlerde 1980'lerin sonuna kadar devam etmiş, 1990'dan sonra ise azalma eğilimine girmiştir.

Acıgöl Havzası'nda Contour (Kontur) plot analizine göre, Çardak ile Dazkırı'nın benzer özellikler taşıdığı, Çardak'ta

1975 yılında çok az bir alan 250 mm'nin altında yağış alırken, en fazla yağış değeri 500 mm'nin üzerinde çok küçük bir alanda görülmekteydi. Çardak'ta 2005 yılına gelindiğinde yağış değerleri azalarak sadece iki sınıfa düşmüş ve yağış değerleri 250 ile 300 mm ve 300 ile 350 mm aralığında gerçekleşmiştir. Dazkırı'nın Kontur plot analizi incelendiğinde, en düşük yağış aralığı 250 ile 300 mm arasında gerçekleşmiş, en yüksek yağış değerlerine ise 1980 ile 1990 yılları arasında ulaşılmıştır.

Yağışın eğilimi incelendiğinde, Çardak'ta 2007 yılında 270.3 mm olan yağış miktarı 2020 yılında 234.3 mm civarında, Dazkırı'da 2007 yılında 328.2 mm olan yağış miktarı 2020 yılında 272.1 mm gerileyeceği öngörüsüne ulaşılmıştır. Bu duruma göre daha önceki çalışmalar ile havzada yağışın eğilimi örtüşmekte ve yağışta azalma eğilimi ortaya çıkmaktadır.

Yağışın havzadaki dağılışı ve alansal değişim haritalarında özellikle 1975'den 2005 yılına kadar olan dönemde havza tabanında daha fazla olmak üzere, günlük alanların zirve kesimlerinde de yağışın azalma eğilimi ortaya çıkmıştır.

Sonuçta, Acıgöl Havzası'nda yağışın mekânsal dağılışı ve zamansal değişim eğilimlerine yönelik 4 analiz uygulanmıştır. Bu analizlerin her birinin sonucu diğerini destekler nitelikte çıkmıştır. Yağışta hem mekânsal hem de zamansal değişim eğilimlerinin olduğu, havzanın tamamında yağıştaki azalmanın hissedildiği sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra yıllar arasında az ya da çok düzenli olarak azalma meydana gelmiş azalma miktarı yaklaşık olarak gelecek 10 yılda bu hızla devam ettiği varsayıldığında 35 mm'yi bulacağı öngörüsü ortaya çıkmaktadır. Bu durum küresel anlamda ülkemizde etkisini her geçen gün artıran küresel ısınma senaryoları ile örtüşmekte ve hassas bir ekosistem niteliğinde olan Acıgöl Havzası'nda yarı kurak iklim şartlarının yerini, kurak iklim şartlarının alması kaçınılmaz olacaktır.

## KAYNAKÇA

- BAHADIR, M. ve SARAÇLI, S. (2010). "Isparta'da Arıma Modeline Göre Sentetik İklim Verilerinin Analizi", *E-Journal Of New World Sciences Academy* 5 (3): 165-177.
- DEMİR, İ., KILIÇ G. C., ve SÜMER M. U. (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.
- ERLAT, E. (1997). "Türkiye'de Günlük Yağışların Şiddeti Üzerine Bir İnceleme", *Ege Coğrafya Dergisi* 9: 159-184.
- ERLAT, E. (2009). *İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri*. İzmir: Ege Üniversitesi Yayını.
- İRDEM, C. (2005). Türkiye'de Yağışların Şiddet Bakımından Alansal ve Zamansal Değişkenliği, *Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale*.
- KOÇ, T. (2001). *Kuzeybatı Anadolu'da İklim ve Ortam, Sinoptik, İstatistik ve Uygulama Boyutlarıyla*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- KOÇMAN, A. (1993). *Türkiye İklimi*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- KOL, Ç. ve Küpcü, S. (2008). *ArcGIS 3D Analiz*, Ankara: İşlem Şirketler Grubu Eğitim Dokümanları.
- KUTİEL, H., HIRSCH-ESHKOL, T.R. ve TÜRKEŞ, M. (2001). "Sea Level Pressure Patterns Associated with Dry or Wet Monthly Rainfall Conditions in Turkey", *Theoretical and Applied Climatology*, 69: 39-67.
- NİŞANCI, A. (2002). "Türkiye İkliminin Temel Öğeleri", *Klimatoloji Çalıştay- 2002. 11-13 Nisan 2002* : 1-8. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını.
- ÖZDEMİR, M. A. ve BAHADIR, M. (2008). "Acıgöl'ün (Denizli) SPSS ile Hidro-klimatik Analizi", *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, 20-23 Ekim 2008*: 346-354, Çanakkale.

- ÖZDEMİR, M. A. ve BAHADIR, M. (2010). "Çölleşme Sürecinde Acıgöl (1975-2007)", *İstanbul Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi* 10: 1-20.
- ÖZDEMİR, M. A. ve BAHADIR, M. (2010). "Denizli'de Box – Jenkins Tekniği ile Küresel İklim Değişikliği Öngörülleri" *The Journal of International Social Research* 3 (12): 352-362.
- SARIŞ, F., HANNAHA, D. M. ve EASTWOODA, W. J. (2010). "Spatial variability of precipitation regimes over Turkey", *Hydrological Sciences Journal* 55 (2): 234-249.
- TATLI, H., DALFES, N. ve MENTEŞ, S. (2004). "A Statistical Downscaling Method for Monthly Total Precipitation over Turkey", *International Journal of Climatology* 54: 161-188.
- TÜRKEŞ, M. (1996). "Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey", *International Journal of Climatology* 16: 1057-1076.
- TÜRKEŞ, M. (1998). "Influence of Geopotential Heights, Cyclone Frequency and Southern Oscillation on Rainfall Variations in Turkey", *International Journal Of Climatology* 18: 649-680.
- TÜRKEŞ, M. (1999). "Vulnerability of Turkey to Desertification with Respect to Precipitation and Aridity Conditions", *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences* 23: 363-380.
- TÜRKEŞ, M., SÜMER, U. M. ve KILIÇ, G. (2002). "Persistence and Periodicity in the Precipitation Series of Turkey and Associations with 500 hPa Geopotential Heights", *Climate Research* 21: 59-81.
- TÜRKEŞ, M. (2003). "Spatial and Temporal Variations in Precipitation and Aridity Index Series of Turkey In Mediterranean Climate – Variability and Trends", *Regional Climate Studies* (Ed. Hans-Jürgen Bolle): 181-213. Heidelberg: Springer Verlag.
- TÜRKEŞ, M. ve ERLAT, E. (2003). "Precipitation Changes and Variability in Turkey Linked to the North Atlantic Oscillation During the Period 1930-2000", *International Journal of Climatology* 23: 1771-1796.
- TÜRKEŞ, M. ve ERLAT, E. (2005). "Climatological Responses of Winter Precipitation in Turkey to Variability of the North Atlantic Oscillation During the Period 1930-2001", *Theoretical and Applied Climatology* 81: 45-69.
- TÜRKEŞ, M. ve ERLAT, E. (2006). "Influences of the North Atlantic Oscillation on Precipitation Variability and Changes in Turkey", *Nuovo Cimento* 29: 117-135.
- TÜRKEŞ, M., KOÇ, T. ve SARIŞ, F. (2007). "Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5 (1): 57-73.
- <http://rsbweb.nih.gov/ij/plugins/surface-plot-3d.html>; son erişim; 15-12-2010.
- [http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/c\\_ontour.htm](http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/c_ontour.htm). Son erişim; 01-29-2012.

### Yazarlar hakkında

**Yrd. Doç. Dr.  
Muhammet BAHADIR**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Fen-Edebiyat Fakültesi  
Coğrafya Bölümü  
Samsun

Araştırmacı, Türkiye Coğrafyası alanında iklimik değişimler, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama, coğrafyada yeni istatistiksel yöntemler, sürdürülebilir arazi kullanımı ve yönetimi, su kaynakları yönetimi ve uygulamalı jeomorfoloji konularında çalışmalar yapmaktadır.

**Prof. Dr.  
Mehmet Ali ÖZDEMİR**

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen-Edebiyat Fakültesi  
Coğrafya Bölümü  
Afyonkarahisar

Özdemir, Fiziki Coğrafya alanında birçok çalışmaya imza atmış olup, çalıştığı konular arasında jeomorfoloji yoğunluk kazanmaktadır. Jeomorfoloji alanında, tektonik ile ilgili çalışmalarının yanı sıra uygulamalı jeomorfoloji konuları ön plana çıkmaktadır. Bunların yanı sıra; klimatoloji, vejetasyon ve arazi kullanımı çalışmaları da önemli yer tutmaktadır.