



EGE BÖLGESİ'NDE YAĞIŞIN YÜZEYSEL DAĞILIM MODELLEMESİ

*Muhammet BAHADIR**

ÖZET

Bu çalışmada Anadolu'nun ve ülkemizin batı kesimini kapsayan Ege Bölgesi'nde yağışın yüzeysel dağılım modellemesi gerçekleştirilmiştir. Yağışa 10'ar yıllık dönemler halinde Etkileşimli 3D Analizi, Coğrafi Ağırlıklı Regresyon, Radial Basis Function ve Quadratic Trend Analizleri uygulanmış ve yağış dağılışı haritaları oluşturulmuştur. Bölgede yağışın dağılışı ve değişimi üzerinde plenater faktörlerin birinci derecede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yağışın lokal değişimleri üzerinde ise topoğrafik özellikler belirleyici olmuş, özellikle dağların kuzey kesimleri bakıya bağlı olarak daha fazla yağış aldığı tespit edilmiştir. Bölgede yağışın zamansal değişiminde, 1975'den 2010 yılına kadar genel anlamda azalma eğilimi gerçekleşmiştir. Azalma miktarı kıyı kesimlerde daha belirgin olmasına karşın iç kesimlerde yağışın az olmasına bağlı olarak daha kritik bir hal almıştır. Geleceğe yönelik trend analizlerine göre bölgede yağışta azalma eğiliminin devam edeceği bulgusuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ege Bölgesi, Eğilim, Modelleme, Interpolasyon, Yağış.

SURFACE DISTRIBUTION MODELLING FOR PRECIPITATION IN THE EGE REGION

ABSTRACT

The scope of this study was the surface distribution modeling of precipitation in Anatolia and the Aegean Region which covers the western part of our country. The precipitation was handled in terms of 10 year segments and applied with Interactive 3D Analysis, Geographically Intensive Regression, Radial Basis Function and Quadratic Trend Analysis after which a precipitation dispersion map was established. It was concluded that planetary factors had a primary impact on the dispersion and change of precipitation in the region. On the other hand, topographical characteristics were determining for local precipitation changes, it was particularly evident that the northern parts of the mountains subject to exposure received more precipitation. The temporal changes in the precipitation of the region has shown a general declining trend from 1975 up to 2010. Although the declined amount is more pronounced on the coastal parts, the situation is more critical in the inland parts with less precipitation. According to trend analysis results targeting the future, indications pertaining to the continuation of the declining precipitation trend have been observed.

Key Words: Ege Region, Trend, Modelling, Interpolation, Precipitation.

* Arş. Gör., Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü. El-mek: muhammetbahadr@gmail.com

Giriş

İklim elemanlarının yeryüzünde dağılışı bölgeler arasında büyük farklılıklar gösterdiği gibi zamansal olarak da büyük değişimlere uğramaktadır. Özellikle iklim elemanlarından sıcaklık ve yağış bir bölgenin iklimindeki değişim veya farklılığın en önemli göstergelerindedir. Bu nedenledir ki sıcaklık ve yağış üzerine yapılan çalışmalar her dönemde önem kazanmıştır. Türkiye’de yağışın mekânsal dağılışı, yağışlı devrelerin özellikleri, yıl içindeki dağılışı ve yıllar arasındaki değişim eğilimleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır ve yapılmaya da devam etmektedir. Bu çalışmalarda, günlük, aylık ve yıllık yağış verilerine göre analizler gerçekleştirilmiş, bu çalışmaların birkaçında yağışın mevsimlere dağılışı oranları ve miktarları üzerinde durulmuş, bazıları ise yağış rejim tipleri belirlenmeye çalışılmıştır (Türkeş, 1996, 1998; Çiçek, 2000a, 2000b). Bununla birlikte, günlük ve aylık yağışlar kullanılarak düşen yağış miktarı ve şiddeti dikkate alınarak yağış rejim bölgeleri oluşturulmuştur (Erlat, 1997; Temuçin, 1990). Bu çalışmalardan Erlat, (1997), Türkiye’de günlük yağış şiddetini dikkate alarak, 7 yağış rejim bölgesi belirlemiştir (Erlat, 1997). Türkiye’de aylık değişim oranlarına göre yağış rejim tiplerini belirlemeye yönelik çalışmada Temuçin, ülkemizde 10 farklı yağış rejimi bölgesi sınıflandırmıştır (Temuçin, 1990). Türkiye’de iklim elemanları üzerine diğer çalışmalardan biride, Koçman (1993), tarafından yapılmış, çalışmada Türkiye ikliminin temel öğeleri üzerine durmuştur. Bir diğer çalışmada Ege Bölgesi Ovalarının iklimi üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır (Koçman, 1993a; 1993b).

Bu çalışmaların dışında, özellikle ülkemizde iklimdeki değişimleri ve mekânsal dağılışının incelendiği çalışmalar da yapılmıştır. Bu konuda Türkeş, değişik yöntem ve analizlerle konuyu farklı boyutlarda ele almıştır. Türkeş (1996), Türkiye’nin yıllık yağış değerlerinde alansal ve zamansal dağılım açısından değişmelerin olduğunu belirtmiştir (Türkeş, 1996). Türkeş, (1998) yılındaki çalışmasında, Türkiye’deki yıllık ve mevsimlik yağış verilerindeki eğilim ve dalgalanmaları analiz etmiş, özellikle güney kıyılarımız başta olmak üzere yıllık yağış miktarlarında azalmanın olduğunu vurgulamıştır (Türkeş, 1998). Türkeş (1999, 2003), tarihli çalışmalarında yıllık ve mevsimlik yağışları, yıllık kuraklık indisine göre incelemiş, Türkiye’de çölleşmeye eğilimli olabilecek alanları belirlemiştir (Türkeş, 1999, 2003). Bu çalışmalarda özellikle ülkemizin merkezi kesimlerinde yağışlardaki azalmanın etki derecesinin daha yüksek olacağı sonuca ulaşmıştır. Türkeş vd., (2002), yılındaki çalışmalarında Türkiye’de yıllık ve mevsimlik normalleştirilmiş yağış anomalisi dizilerindeki ısrar ve dönemsellik bileşenlerini incelemiş, kış yağışlarında anlamlı dizisel ilişki tespit etmiştir (Türkeş vd., 2002). Türkeş ile birlikte Erlat’ın (2003; 2005; 2006) yapmış oldukları ortak çalışmalar incelendiğinde, atmosferik koşullarda değişim ile yağış değişimleri arasındaki ilişkilere dikkat çekilmiştir (Türkeş ve Erlat, 2003; 2005; 2006). 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 (Türkeş vd., 2007).

Koç (2001),’de Anadolu’nun kuzeybatısını kapsayacak şekilde yağış verileriyle gerçekleştirdiği analizlerde, yüksekliğin ve denizelliğin arttığı alanlarda, yağış miktarlarının daha fazla olduğuna dikkat çekmiştir (Koç, 2001). Nişancı (2002), çalışmasında Türkiye ikliminin genel özelliklerini belirlerken, yağışın iklim bölgelerine dağılışına da değinmiştir (Nişancı, 2002). Sarış vd., (2010) tarafından Türkiye’nin yağış rejimi bölgeleri belirlemeye yönelik çalışmalarında, hiyerarşik ve logaritmik klastır analizlerini kullanmış, 5 yağış rejimi bölgesi sınıfı ayırmışlardır. Genel olarak üç yağış rejiminin ortaya çıktığı çalışmada, kıyı, geçiş ve karasal yağış rejimlerinin alt türleri olarak 5 yağış rejim tipinden söz edilmektedir (Sarış vd., 2010).

Yağışın bölgelere ve rejim alanlarına göre dağılışı incelendiğinde, Karadeniz ile Karasal Doğu Anadolu Bölgeleri’nde yağışta artış eğilimi; Akdeniz, Akdeniz Geçiş, Karasal Akdeniz

Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 6/2 Spring 2011

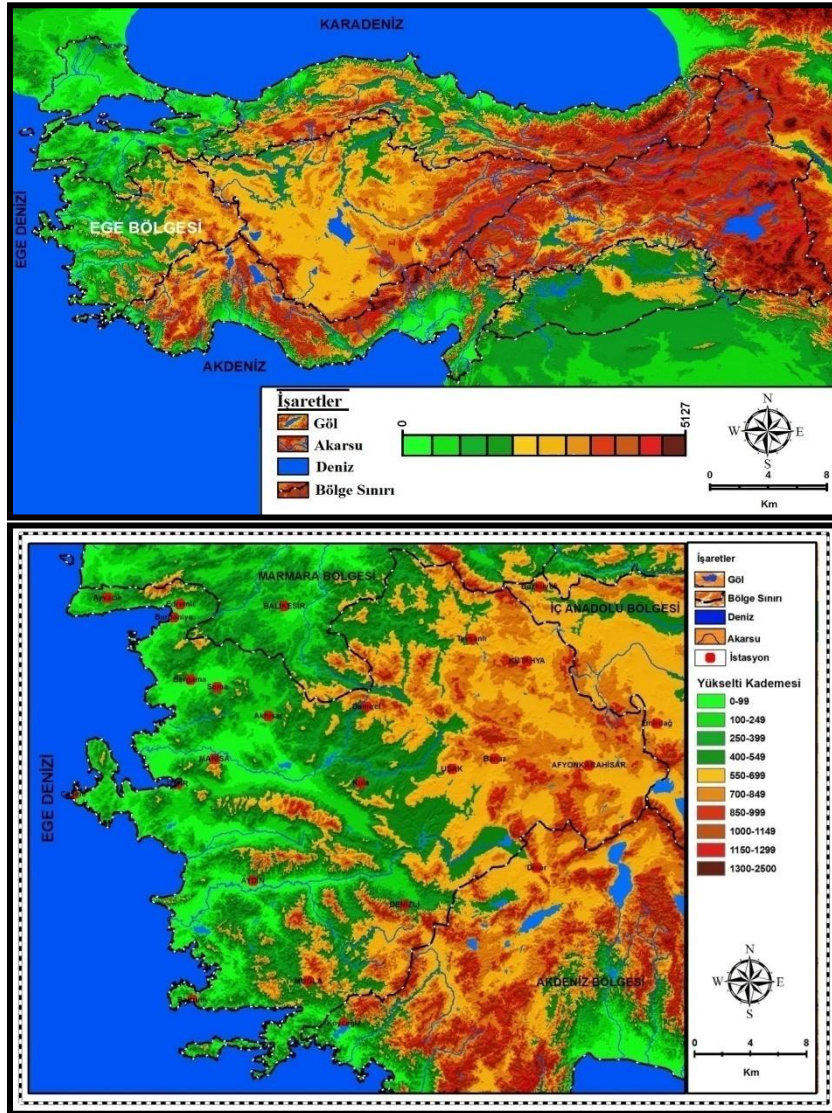
bölgelerinde ise azalma eğilimi bulunmaktadır. Karasal İç Anadolu ve Marmara Bölgeleri'nde ise artış ya da azalış eğilimi olmadığı ifade edilmektedir (Demir vd., 2008).

Yağışla ilgili öngörülerde sıcaklıkların artmasına paralel olarak okyanuslardan buharlaşan su miktarının ve sıcak hava kütlelerinin daha çok nem taşıma kapasitesine sahip olacağı ve atmosferdeki nem miktarının artacağı öngörülmektedir. 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 (Erlat, 2009). Ayrıca ülkemizde lokal alanlarda, sıcaklık ve yağışın yerel değişimi incelendiğinde, özellikle Akdeniz iklim bölgesinde yer alan istasyonlarda sıcaklıkta artış, yağışta ise azalma şeklinde eğilimler tespit edilmiştir (Özdemir ve Bahadır, 2008; Özdemir ve Bahadır, 2009; Bahadır ve Saraçlı, 2010; Özdemir ve Bahadır, 2010)

Yağışı ile ilgili Ege Bölgesi'ni ele alan çalışmalardan Koçman (1988), İzmir ve yakın çevresinde yağışın aylık ve günlük değişimi üzerine yapmış olduğu çalışmada, yağışın aylara ve yıllara göre tutarlılığını incelemiştir. Özellikle yağışta yıllara göre artış ve azalışların birbirini izlediğini, belirgin bir değişimin olmadığını, ancak 1990'dan sonra düzenli bir azalma eğiliminin olduğunu ifade etmiştir. Aylık değişimlerde ise yağışta önemli sapmaların olduğunu, kurak ve nemli ayların şiddetli olarak yaşandığını, yağışın ise yıl içinde Akdeniz Yağış Rejimine uygun olarak kış devresinde toplandığını belirtmiştir (Koçman, 1988).

Bölgedeki yağış değişkenliği ve ortaya çıkardığı kuraklık sorununu ele aldıkları çalışmalarında (Koçman vd., 1996), Ege Bölgesi Ovalarında yağışın yıldan yıla önemli değişimler gösterdiğini, bazı yıllar bu farklanmaların %25'i bulduğunu ifade etmişlerdir (Koçman vd., 1996). Bölgede yağışta en fazla sapmanın Muğla'da (292 mm), en az ise Aydın'da (127 mm) olduğunu belirlemişlerdir (Koçman vd., 1996).

Bu çalışmada, yüzeysel dağılım modelleri kullanılarak Ege Bölgesi'nde yağışın mekânsal dağılışı ve dönemselsel değişim eğilimleri incelenmiştir. Bölge 79 bin km² ile alan bakımından ülkemizin % 11'ini kaplamaktadır. Bölge gerek orojenez gerekse blok tektonizmanın sonucunda gelişmiş olan dağlar ve bu dağların arasındaki depresyonların art arda yer aldığı bir yapıya sahiptir. İç Batı Anadolu Bölümü'nde ise daha yüksek olan dağlık ve plato alanlarına geçilmektedir. Ege Bölümü'nde özellikle kuzeyden güneye doğru Kaz Dağı, Yunt Dağı, Bozdağlar, Aydın ve Menteşe Dağları ile Bakırçay, Gediz, K. Menderes ve B. Menderes grabenleri yer almaktadır. Sözkonusu dağlık kütleler ile grabenler arasında 1000 m'yi bulan seviye farkları bulunmaktadır. Ayrıca bu grabenlere yerleşmiş ve aynı adı taşıyan akarsularda sularını Ege Denizi'ne boşaltmaktadır (Şekil 1). Bölgede jeomorfolojik birimlerin kısa mesafelerde büyük yükselti farkları oluşturması, iklim elemanlarının dağılışı üzerinde önemli etkilerde bulunmaktadır. Bu nedenle bölgede dağlık alanların bakıya bağlı olarak kuzey yamaçları daha fazla yağış almaktadır.



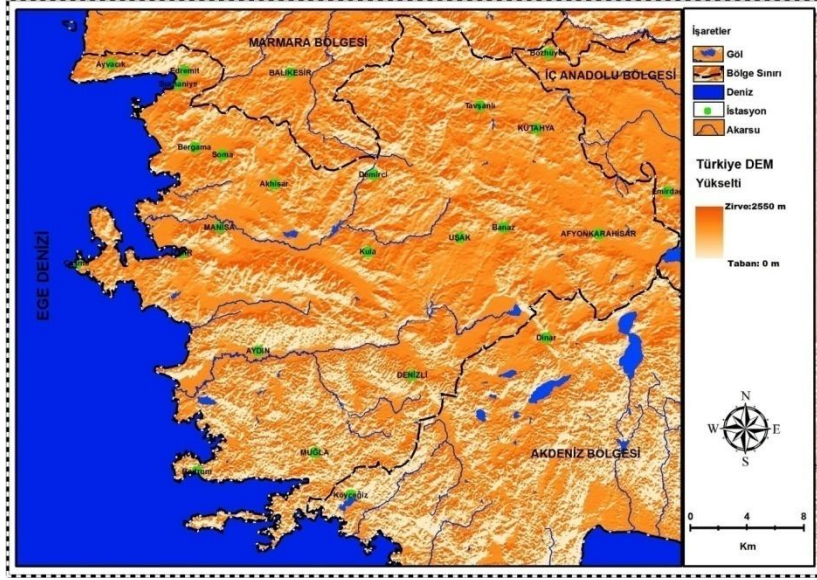
Şekil 1: Ege Bölgesi'nin lokasyonu ve fiziki haritası.

Bu çalışmada Ege Bölgesi'nin çalışma alanı olarak seçilmesinde, kıyı ile iç kesimler arasında coğrafi özelliklerin diğer kıyı bölgelerimize göre farklı bir yapıda olması etkili olmuştur. Kıyıda iç kesimlere doğru kademeli bir değişimin varlığı, doğal ve beşeri ortamı şekillendirmiştir. Özellikle iklim elemanlarında yerel şartlara bağlı olan değişimin mikro düzeyde haritalanması ve incelenmesi daha sağlıklı planlamaların yapılmasında önemli katkılar sağlayacaktır. Ülkemizde yağışın dağılışı ve miktarı, kıyı ile iç kesimler, ovalık alanlar ile dağlık alanlar, vadi ile yamaçlar arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle her alanda genel bir yargıyla yola çıkmak, planlamaya gitmek, araziye geliş güzel kullanmak yerine, bütün unsurlarını dikkate alarak değerlendirme daha sağlıklı olacaktır. Bu düşüncelerle yağışın Ege Bölgesi ölçeğinde, lokal değişimlere bir model oluşturması amacıyla bu çalışma ele alınmıştır. Ege Bölgesi'nde kıyı kesimde görülen Akdeniz iklimi yerini, iç kesimlere doğru İç Batı Anadolu'da geçiş iklimine ve hatta karasal iklime bırakmaktadır. Kıyıda yüksek olan yağış değerleri iç kesimlere doğru azalmakta ve yarıkurak ortam şartlarını ortaya çıkarmaktadır. Bu farklılıkların ortaya konulması, gelecekteki olası değişimlerin tespit edilmesi ve haritalanması önem kazanmaktadır. Bu

Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 6/2 Spring 2011

nedenlerden dolayı bölgede yağışın uzun yıllık değişimleri ve yöresel farklanmalara yansımalarının tespit edilmesi, ayrıca gelecekteki olası değişimleri analizi ve küresel iklim salınımları ile ilişkilerinin irdelenmesi amaçlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2: Çalışma alanı ve veri istasyonları.

Veri ve Yöntem

Bu çalışmada veri olarak Ege Bölgesi sınırları içerisinde yer alan 21 meteoroloji istasyonu ile çevresindeki sınırları belirlemek amacıyla 4 istasyonun uzun yıllık aylık yağış değerleri ile uzun yıllık, yıllık toplam yağış değerleri kullanılmıştır. Çalışmada istatistiksel programlar ile coğrafi bilgi sistemleri programlarından yararlanılmıştır. Yağışın uzun yıllık eğilimi ise Quadratic trend analizine göre incelenmiştir. Yağış haritaları Interpolasyon tekniğinin en yakın komşuluk analizine göre oluşturulmuştur. Aşağıda her bir yöntemin içeriği hakkında bilgi verilmiştir.

a) Surface Plot analizi, herhangi mekânsal bir verinin yüzeye dağıtılması işlemidir. Bu amaçla noktasal bir verinin yüzeye belirli oranlarda ve düzende dağıtılmasında kullanılmaktadır. Özellikle coğrafya biliminde birçok veri noktasal bazda olup, sorgulamaların yapılabilmesi için alana dağıtılması gerekmektedir. Bu yöntem, "Etkileşimli 3D Yüzey Analizi" de denilmektedir. Yöntem, grid noktalarının oluşturulması ve etkileşimleri oranında belirli bir ölçek dâhilinde birbirine bağlanması sistematiğine dayanmaktadır. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır;

Çizim Şekli ve İşlemleri:

- Noktalar: Tüm pikseller birer küçük nokta olarak çizilir.
- Hatları: Tüm piksel x-yönünde bağlanır. Bu şekilde etkileşimin x tarafı belirlenmiş olur.
- Mesh: Tüm piksel x ve y yönünde bağlanır. Bu aşamada verilerin koordinat düzlemi üzerinde karşılıklı etkileşim değerleri hesaplanır ve kesişme noktaları elde edilir.
- Dolu: Tüm pikseller delik bırakmadan bağlanır ve yüzey oluşturulur.
- Renk orijinal renk, gri tonlama, farklı LUT ve portakal seçilebilir. Bu aşamada şekil üzerinde değişiklikler yapılabilir.

Turkish Studies

- Eksen: Eğer seçilirse, baltalar ve metin gösterilir. Böylece şekil görsel olarak daha anlaşılır ve konuya uygun hale getirilir.
- Invert: Eğer seçilirse, arsa verileri (Lum yükseklik) parlaklık tersine çevirir. Bu Sayede arazinin üç boyutlu görüntüsü ve rakamsal veri sorgulamasının dağılımı sağlanmış olur (<http://rsbweb.nih.gov/ij/plugins/surface-plot-3d.html>).

Sözkonusu işlemler gerçekleştirildikten sonra ise elde edilen şeklin düzenlenmesi ve amaca uygun olarak hazırlanması kalmaktadır. Bu şekilde her yüzeye en uygun değer dağıtılmakta ve yüzeysel dağılışı oluşturulmaktadır. Surface analiz yüzey dağılımın ortaya konulmasında son yıllarda yararlanılan yöntemlerden birisi olarak dikkat çekmektedir.

b) 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 denkleminin benzer şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle regresyon sayılarını elde edebilmek için çoklu çoklu regresyon programları kullanılmaktadır. Yöntem aşağıdaki formül ile bu işlemleri gerçekleştirmektedir. Yöntem düzensiz devam eden yani periyodik olmayan iklim verilerinin eğilimi belirlemede kullanılmasının yararlı olacağı fikrine dayanılarak tercih edilmiştir (Kadılar, 2005).

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

Özellikle iklim elemanlarının gelecekteki eğiliminin belirlenmesi ve bilimsel bir temelde olması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle Ege Bölgesi'nde yağışın gelecekteki eğilimlerini belirlemek amacıyla geleceğe yönelik eğilimleri belirlemede istatistik çalışmalarında olumlu sonuçlar veren Quadratic trend modelini tercih edilmiş ve yağışın geleceğe yönelik eğilimleri tahmin edilmiştir.

Çalışmada Kullanılan Haritalama Yöntemleri;

c) Bu çalışmada kullanılan “Radial Basis Function” yöntemine “Yarıçapsal Tabanlı Fonksiyon” veya “Bir Merkezden Her Yöne Yayılan Yöntem”de denilmektedir. Radial Basis Function dağılım modeli ArcGIS adlı programın Geostatistical Analyst tool'u (araç) içerisinde yer almaktadır. Programın ara yüzünde kullanılan dağılım yöntemlerinden biri olan Radial Basis Function bazı matematiksel fonksiyonlar içermektedir (Barton vd., 1999; Kol ve Küpcü, 2008).

Bu yöntemde kullanılan temel fonksiyonlar ise şunlardır;

Invers Multiquadric: $B(h) = \frac{1}{\sqrt{h^2 + R^2}}$

Multilog: $B(h) = \log(h^2 + R^2)$

Multiquadritic: $B(h) = \sqrt{h^2 + R^2}$

Natural Cubic Spline: $B(h) = (\sqrt{h^2 + R^2})^{3/2}$

Thin Plate Spline: $B(h) = (h^2 + R^2) \log(h^2 + R^2)$

Burada; h: dayanak noktası ile kestirim noktası arasındaki rölatif mesafe,

R2: Keyfi olarak tanımlanan düzleştirme katsayısıdır (Kol ve Küpcü, 2008).

d) Coğrafi Ağırlıklı Regresyon Modeli;

$$P = C_0 + C_1(H) + C_2(A) + e \quad (1)$$

Turkish Studies

- P = yağış (mm)
- Co = deniz seviyesinde ve düz alandaki yağış (mm)
- $C1$ = yağışın yükseklik ile birlikte bağımsız artış hızı (mm/m)
- H = istasyon yüksekliği (m)
- $C2$ = yağışın bakıya göre değişimi
- A = istasyon bakısı
- e = hata terimi

GWR uygulamasında aynı doğrusal modeli koruyarak CO , $C1$, $C2$ parametrelerinin alan üzerinde farklı değerler almasına imkân sağlanır. (X, Y) koordinat değerlerini göz önünde bulundurarak Formül (1), Formül (2) şeklinde genişletilebilir (Bostan ve Akyürek, 2007).

$$P = CO(x,y) + C1(x,y)(H) + C2(x,y)(A) + e$$

Böylece yöntemde belirli bir noktadan sözkonusu formüllerin öngördüğü kestirim noktalarına dağılım gerçekleştirilmektedir. Bu sayede noktasal verinin rakamsal sorgulamasından sonra alansal dağılımı belirlenmektedir. Ağırlık merkezi, verinin noktasal olarak konumunu oluşturmada, bir ara kat değeri ise diğer noktasal verinin ara değerini öngörmektedir. Bu sayede bu değere göre de yöntem enterpolasyon tekniği ile ilgili alanlara uygun değerleri atamaktadır.

Yöntem Uygulaması

Yağış haritalarının oluşturulmasında kullanılan Interpolasyon yöntemi, farklı lokasyondaki ölçüm noktalarının değerleri kullanılarak sürekli bir yüzey oluşturmamızı 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 tekniği de kullanılabilir. Bu yöntemde ise, girdi noktalarına Delaunay triangulasyonu uygulanarak TIN oluşturulmaktadır. Böylece üçgenleme yerine, Voronoi poligonları dediğimiz yapı oluşturulur. Bu sayede 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. Bu haritalama ile dağılım tespit edilmiş olmaktadır. Bir sonraki aşamada ise eğilim değerlerinin küresel atmosfer koşullarının değişimi ile ilişkisi, nedenleri ve etkileri, gelecekteki olası etkilerinin değerlendirilmesi şeklinde süreklilik sağlanmalıdır.

Bulgular ve Tartışma

Ege Bölgesi, ülkemizde en fazla yağış alan Karadeniz ve Akdeniz'den sonra yağış miktarlarının yüksek olduğu üçüncü bölgemizi oluşturmaktadır. Ege Bölgesi 1975-2010 yılları arasında yerel istasyonlarla birlikte 350 mm ile 1200 mm arasında yağış almaktadır. Lokal uç değerler göz ardı edilirse, 550-700 mm arasında bölgenin ortalama yağış aldığı söylenebilir. Bölge yağış rejimi olarak Ege Bölümü'nde Akdeniz yağış rejimi, İç Batı Anadolu Bölümü'nde ise Karasal yağış rejimi ile Akdeniz yağış rejiminin bozulmuş hali olan geçiş tipi yağış rejimi etkili olmaktadır. Bu iki yağış rejimi bölge üzerinde etkili olan hava kütleleri ve jeomorfolojik birimlerin oluşturduğu farklılıkların sonucudur.

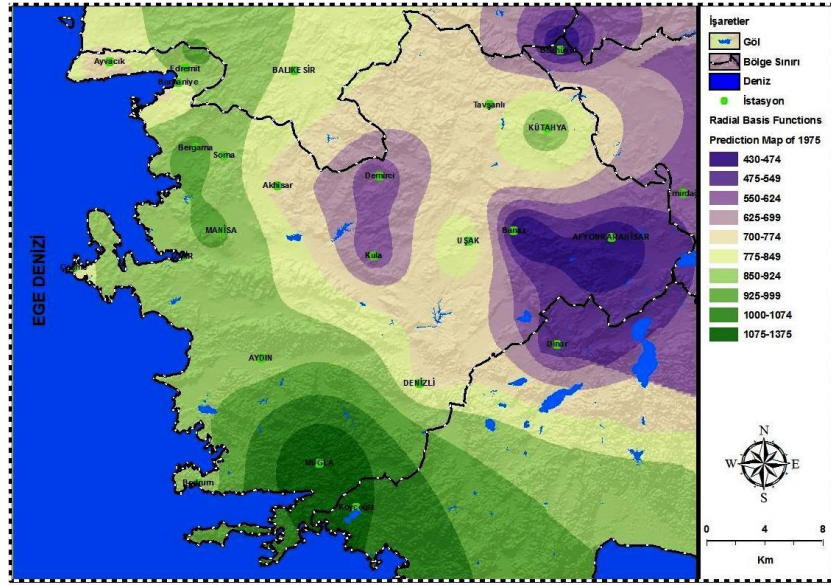
Bölge yılın iki devresinde farklı hava kütlelerinin etkisi altında kalmakta, yaz devresinde sıcak ve nemli olan Maritim Tropikal, kış devresinde ise Kuzeybatı Avrupa'dan ülkemizi etkileyen Maritim Polar, güneyden gelen Maritim Tropikal hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır.

Turkish Studies

Bölge yaz devresinde tek hava kütlelerinin etkisi altında kaldığı için büyük oranda yağışsız geçmektedir. Buna karşılık kış devresinde ise kuzeybatıdan ve güneyden sokulan hava kütlelerinin oluşturduğu soğuk ve sıcak cephelerin karşılaşmasıyla yağışlar oluşmaya başlar ve Kasım ayından yaz başlarına kadar cephesel faaliyetlere bağlı olarak devam eder. Özellikle kuzeybatıdan sokulan soğuk hava kütlesi kıyı kesimlerde yağmurun oluşmasına, iç kesimlerdeki plato ve dağlık alanlar başta olmak üzere İç Batı Anadolu'nun büyük bir bölümünde kar yağışlarına neden olur. Ayrıca, Orta Akdeniz üzerinde etkili olan sıcak cephelerin varlığına bağlı olarak ılık lodos rüzgârı ile birlikte güneybatı kıyıları başta olmak üzere kış devresinde hem sıcaklık yükselir hem de önemli ölçüde yağış görülür. Bu nedenle kıyı kesimlerde yağış miktarı iç kesimlere oranla daha yüksektir (Atalay ve Mortan, 2006; Atalay, 2010).

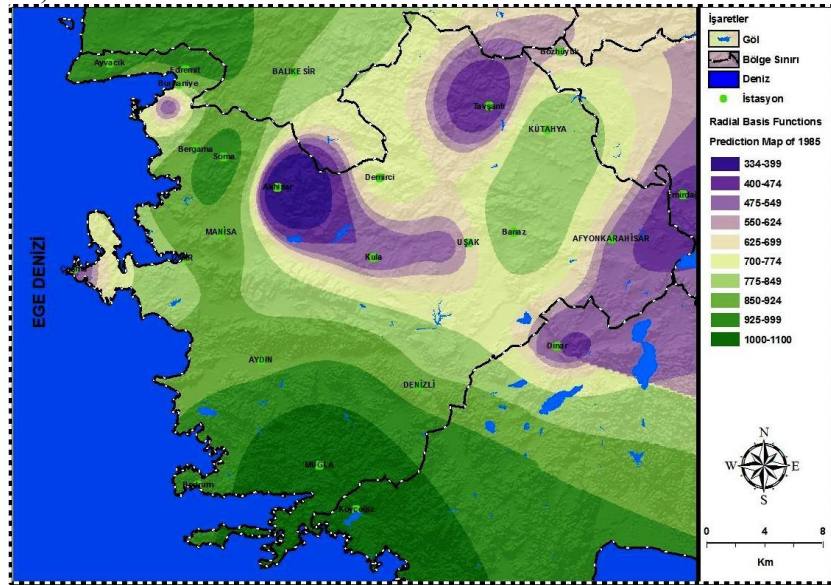
Bu çalışmada, Ege Bölgesi'nde yağışın uzun yıllık değişimi, eğilim yönü ve gelecekteki olası eğilimleri ve bu değişimin haritalanabilirliği üzerine durulmuştur. Analizler sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde; Ege Bölgesi'nde yağışın dağılışı ve trend eğilimleri incelendiğinde yıllar arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra bölgede kuzeyden, kıyıdan ve güneyden iç kesimlere doğru gidildikçe yağış miktarlarında önemli azalmanın olduğu ilk bakışta ortaya çıkan bir sonuçtur. Bölgede en yağışlı kesimi Muğla ve çevresi oluşturmaktadır. Özellikle bu kesimde yağışın çok fazla olmasında kış devresinde Orta Akdeniz üzerinden etkili olan maritim tropikal hava kütlelerinin oluşturduğu sıcak cephelerin orografyaya bağlı olarak cephesel-orografik yağışlar şeklinde etkili olmasının sunucudur.

Ege Bölgesi'nde 1975 yılı yağış değerlerine göre yapılan analizler neticesinde elde edilen harita incelendiğinde Manisa'nın doğusu ile Denizli'nin batısından çizilecek bir hat boyunca Akdeniz yağış rejim bölgesi, doğu kısmı ise Geçiş tipi yağış rejimi olarak ayrılmıştır. Bu hattın batı kesiminde yağış değerleri 850 ile 1375 mm arasında olup, yağışın büyük bir bölümü kış devresinde düşmüştür. İç Batı Anadolu platoları ve dağlık sahaları yükseklik artmasına rağmen kıyı kesimler kadar yağış almamaktadır. Özellikle Kula ve Demirci çevreleri ile Afyonkarahisar yağışın en az düştüğü yerleri oluşturmaktadır. Yağış değerleri bu alanlarda 430 ile 560 mm arasında değişmektedir. Yüksekliğin arttığı alanlarda yağış ile yükseklik arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki sözkonusu olmakla birlikte, yağışın dağılışını asıl belirleyen faktörlerin hava kütlelerinin geliş yönleri ve dönemlerinin oluşturduğu net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu dönemde en fazla yağış 1368 mm ile Muğla'da görülürken en yağış alan istasyon ise 433 mm ile Afyonkarahisar olmuştur. Bu dönemde ayrıca yağışın ağırlık merkezi 700-725 mm olmuştur. Bu değerler bölgede farklı iki yağış rejiminin sınırını oluşturmuştur (Şekil 3).



Şekil 3: Ege Bölgesi'nde 1975 yılında yağışın dağılışı.

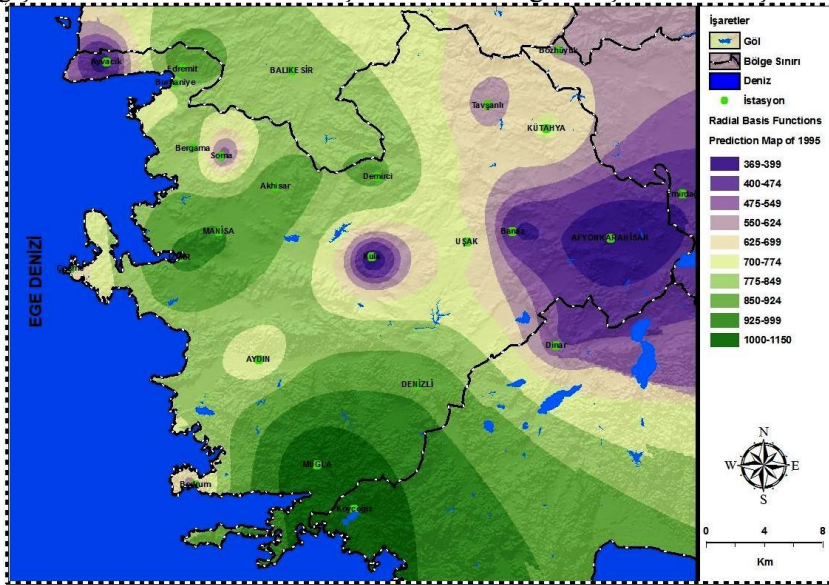
Ege Bölgesi'nde 1985 yılına yönelik analizlere göre 21 istasyondan 3 tanesinde on yıllık dönemde artış, 18 istasyonda ise azalma tespit edilmiştir. Özellikle azalma miktarı en fazla Muğla'da 293 mm ile gerçekleşirken artış miktarı 76 mm ile Banaz'da meydana gelmiştir. Yağışa yönelik uygulanan trend analizine göre sapma genişliği güneyli kıyılarda daha fazla iken, bölgenin kuzey kesimlerinde yağıştaki azalma miktarı daha az oranda gerçekleşmiştir. Kuzey kesimlerdeki azalma ortalama olarak 20 mm ile 45 mm arasında gerçekleşirken, güney ve batı kıyılarda ise azalma miktarı ortalama 50-150 mm arasında gerçekleşmiştir. Analizler sonucunda elde edilen harita incelendiğinde yağışın bölge genelinde azalma gösterdiği, yağışın bu dönemde bölge için ağırlık merkezini 675 ile 690 mm arasında olmuştur. Yağışın azaldığı alanlar özellikle İç Batı Anadolu'nun sınırlarını aştığı, kıyı kesimlerde Burhaniye ve Çeşme çevrelerinde ortalama yağış değerlerinin altına düştüğü, yağışın Banaz ve çevresinde ise yükseldiği net bir şekilde ortaya çıkmıştır (Şekil 4).



Şekil 4: Ege Bölgesi'nde 1985 yılında yağışın dağılışı.

Turkish Studies

Ege Bölgesi'nde 1995 yılı için yapılan analizler neticesinde merkezi kesimlerde yağışta azalma ortaya çıkarken, diğer alanlarda bir önceki döneme ve yıllara göre yağışta artma meydana gelmiştir. Bu yılda 7 istasyonda yağışta azalma (Afyonkarahisar, Aydın, Bodrum, Kula, Banaz, Soma, Ayvacık) meydana gelmiş, azalma miktarı 1985 yılına oranla daha düşük aralıklarda seyretmiştir. En fazla azalma Bodrum'da (203 mm) en az azalma ise 50 mm ile Aydın'da meydana gelmiştir. Bu dönemde yüzey sorgulama ve coğrafi ağırlıklı regresyon analizleri sonucunda elde edilen harita incelendiğinde (Şekil 5), 1975 ve 1985 yıllarında kıyıdaki Akdeniz yağış rejimi bölgesi ile İç Batı Anadolu Geçiş yağış rejimi bölgesini ayıran hattın ortadan kalktığı, yağışın azaldığı alanlar Aydın üzerinden Ege Denizine kadar sokulduğu ortaya çıkmıştır. Buna karşılık bölgede en yağışlı alanlar İzmir ve Manisa çevreleri ile Muğla ve çevresi olmuştur.

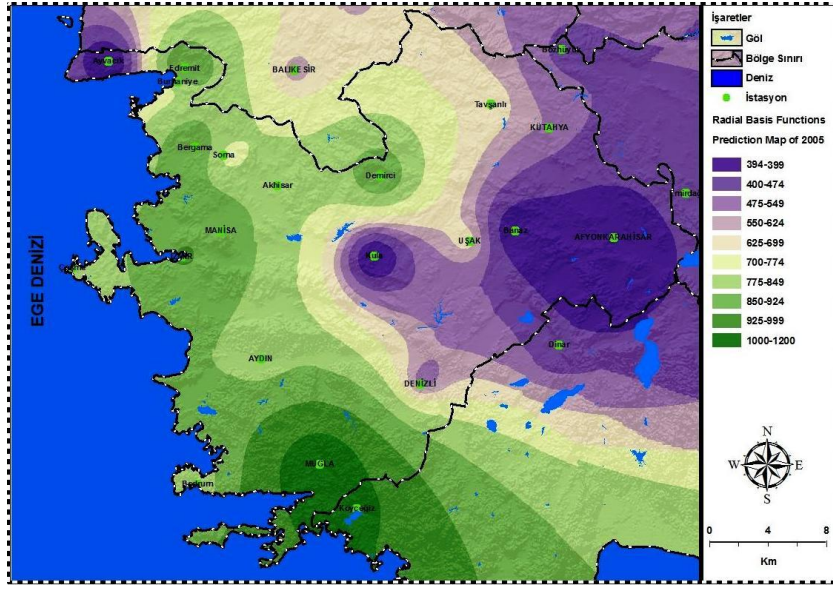


Şekil 5: Ege Bölgesi'nde 1995 yılında yağışın dağılışı.

Bölgede 2005 yılına gelindiğinde ise yağıştaki değişim eğilimi bölge genelinde kararlı bir gidiş izlemiş, buna karşılık 3 istasyonda (Ayvacık, Banaz, Akhisar) yağışta azalma ortaya çıkmıştır. Söz konusu istasyonlarda azalma miktarı 25 mm ile 82 mm arasında değişmiştir. En fazla azalma Akhisar'da 82 mm ile olurken, en az azalma 25 mm ile Ayvacık'ta olmuştur. Buna karşılık yağışta artışın meydana geldiği istasyonlar, Edremit, İzmir, Çeşme, Aydın, Muğla, Bodrum ve Bergama olup artış miktarı 30 mm ile 177 mm arasında değişmiştir. En fazla artış 177 mm ile Bodrum'da meydana gelirken, en az artış 30 mm ile İzmir'de gerçekleşmiştir. Bölgede diğer istasyonlarda az ya da çok artış yönünde bir değişim olsa da ortalamadan olan sapmanın çok az olması nedeni ile kararlı bir seyir izledikleri söylenebilir (Ortalama 5 mm ±).

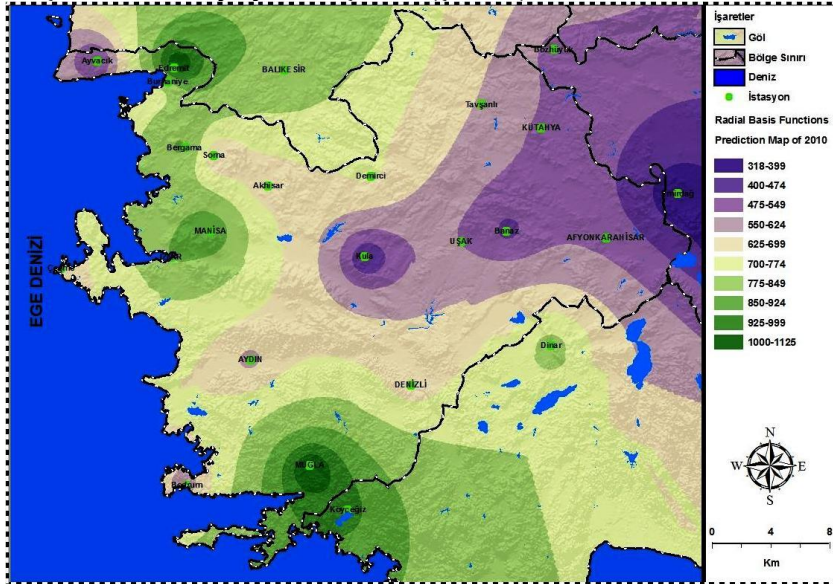
Analizler sonucunda elde edilen harita incelendiğinde yağışın bölge ortalamasının altında kalan sahalar kıyıya doğru genişmiş, buna karşılık 1995 yılında rejim bölgelerinin ayrımı zorlaşmışken, 2005 yılında söz konusu yağış rejim alanları tekrar belirginleşmiştir (Şekil 6).

Turkish Studies



Şekil 6: Ege Bölgesi'nde 2005 yılında yağışın dağılışı.

Ege Bölgesi'nde 2010 yılında yağış miktarlarında önemli düşüşler meydana gelmiştir. Bölgede sınırları içerisinde yer alan seçilmiş 21 istasyonun 16'sında azalma meydana gelmiş, azalma miktarları, Kıyı Ege (Asıl Ege Bölümü) kesiminde oldukça belirgin olmuştur. Bu dönemde yağış ilk kez bölge genelinde 350 mm'nin altına düşmüştür. Bölgede ortalama yağış miktarı ise 625 mm'ye gerilemiştir. Yağışın dağılışı incelendiğinde 1995 yılında iç kesimlerden kıyıya doğru sokulan yağış azlığı, bu dönemde bölgenin büyük bir kısmında kendini hissettirmiştir. Buna rağmen İzmir, Manisa, Muğla, Burhaniye ve Edremit bölgede en fazla yağış alan kesimleri oluşturmuştur. Söz konusu 5 istasyonda yağışta artış meydana gelmiş ama lokal alanda etkili olduğu için yağış adaları şeklinde haritaya yansımışlardır (Şekil 7).

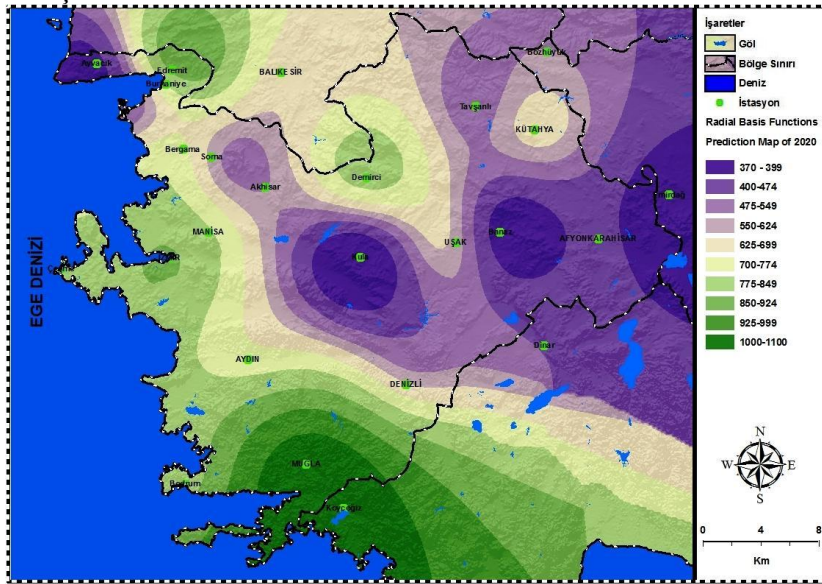


Şekil 7: Ege Bölgesi'nde 2010 yılında yağışın dağılışı.

Turkish Studies

Geleceğe yönelik olarak yapılan trend analizlerine göre bölgede yağışta genel anlamda azalma eğilimi ortaya çıkmıştır. İstatistiksel olarak yağıştaki azalma eğilimi kıyı kesimlerde oldukça belirgin olmuştur. Bu durum yağıştaki azalma eğilimin olması Akdeniz ikliminin etki sahasında kalan alanlarda, yağışta gelecek için öngörülen azalma ile örtüştüğü sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte 8 istasyonda yağışta gelecek on yıllık dönemde artış tespit edilmiştir. Bu istasyonlar, Ayvacı (8mm), Soma (40mm), Banaz (4mm), Edremit (7mm), Afyonkarahisar (8mm), Tavşanlı (9mm), Burhaniye (4mm), Demirci (12mm) olup, genel olarak kıyının gerisinde daha karasal özellikler taşıyan istasyonlar olarak dikkat çekmiştir. Yağışta azalmanın olacağı öngörüsüne ulaşılan istasyonlar ise, Kütahya (27mm), Akhisar (13mm), Manisa (23 mm), Çeşme (2mm), Aydın (7 mm), Denizli (3mm), Bodrum (8mm), Muğla (40mm), Bergama (17mm), Dinar (12mm) olup, en fazla azalmanın öngörüldüğü istasyon Muğla hesaplanmıştır. Yağışta değişimin olmadığı ve kararlı bir seyir izleyeceği sonucuna ulaşılan istasyonlar ise, İzmir, Uşak ve Kula olarak öngörülmüştür. Söz konusu analizlerin ve öngörülerin doğruluk analizleri % 97'nin üzerinde ve kuvvetli anlamlı düzeyinde gerçekleşmiştir.

Bölgede 2020 yılında yağışın dağılışı analizlerine göre elde edilen harita incelendiğinde, yağışın yüksek olduğu alanlar Muğla ve çevresinde olacağı ortaya çıkmıştır. Bölge genelinde uzun yıllık dönemde yağışların azalma eğiliminde olmasına bağlı olarak 1975 yılında kıyı ile iç kesimi net bir şekilde ayıran hattın ortadan kalktığı ve yağış bölgenin büyük bir bölümünde 550 mm'nin altına düşeceği sonucunu ortaya koymaktadır (Şekil 8). Bu nedenle bölgede gelecek on yıllık dönemde bazı merkezler hariç bölgenin büyük bir kısmında yağış ortalama değerlerin altına düşmüş olacaktır. Bu sonuçlar bilhassa ülkemizde Akdeniz İklim sahası için öngörülen iklim değişimleri ile örtüşmektedir.



Şekil 8: Ege Bölgesi'nde 2020 yılında yağışın dağılışı.

Ülkemizde yağışın dağılışı ve değişimini konu alan çalışmalarda mekânsal ve zamansal anlamda değişimler üzerine durulmuş ve bu değişimler üzerinde etkili olan faktörlere vurgu yapılmıştır. Bu çalışmada ise ülkemizin Ege Denizi'ne uzantısı olan Ege Bölgesi sınırları içerisinde yağışın yüzeyel dağılım analizi ve zamansal değişimi üzerine durulmuştur. Kuşkusuz yağışın zamansal ve mekâna bağlı değişimi üzerinde birçok faktör birlikte etkili olmuştur. Nitekim bu konuda Tatlı vd., (2004)'de yapmış oldukları çalışmada ülkemizin kıyı bölgelerindeki yağışın dağılışı ve oluşturduğu rejim bölgelerinin büyük oranda geniş ölçekli basınç sistemlerinin ve

Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 6/2 Spring 2011

yüksek atmosfer dolaşımının etkisi altında olduğunu, yağış miktarı değişiminin sözkonusu sistemlerin Türkiye üzerindeki etki derecesine bağlı olduğunu belirtmişlerdir (Tatlı vd., 2004). Bölge bazı yıllar yoğun cephesel faaliyetlerinin etkisi altında kalmakta ve yoğun yağışlı yıllar ortaya çıkmaktadır. Buna karşılık bazı yıllar ise tersi durumda kurak yıllar yaşanmaktadır. Yine bir başka çalışmada İrdem (2005), ise, kış devresindeki yağışların artma eğiliminde olduğunu vurgulamıştır (İrdem, 2005). Özellikle Akdeniz İklimi etki sahasında kalan kıyı bölgelerimizde bu yıllar nemli yıllara karşılık gelmektedir. Bu görüşün aksine ise, 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). Bu dönemlerde ise bölge ve ülke genelinde yağış miktarlarında düşüşler yaşanmıştır.

Sözkonusu bu çalışma ile Ege Bölgesi'nde 1975 ile 2010 yılları arasında yağış miktarlarının dağılışı ve 10'ar yıllık ve 35 yıllık döneme göre trend analizleri yapılmıştır. Sözkonusu dönemler ayrı ayrı değerlendirildiğinde Türkeş'in (1996) yılındaki çalışması ile uyuşan sonuçlar elde edilmiştir. Yine saha için daha öncede ifade edildiği gibi, Koçman vd., (1996) tarafından yapılan çalışmalarında elde edilen bulgularla örtüştüğü ve yağışta önemli sapmaların olduğu görülmüştür. Yine, Demir vd., (2008), ait çalışmada vurgulandığı üzere Akdeniz geçiş sahasında yağışlardaki azalma eğilimi, bölge için geleceğe yönelik hazırlanan trend analizlerine uyduğu ve Ege Bölgesi'nde gelecek on yılda yağışta azalmanın olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç

Bu çalışma ile Ege Bölgesi'nde yağışın yüzeysel dağılışı modellenmesi yapılmış, beraberinde uzun yıllık dönemselsel değişim analizleri gerçekleştirilmiştir.

Ege Bölgesinde yağışın uzun yıllık zamansal değişimleri incelendiğinde 1975 yılından 1995 yılına kadar genel anlamda bir azalma, 1995'den 2005 yılına kadar ortalamaya yakın bir seyir izlediği tespit edilmiştir. Buna karşılık 2005'den 2010 yılına kadar olan 5 yıllık dönemde yağışta tekrar bir azalma eğilimi ortaya çıkmıştır. Geleceğe yönelik zamansal değişim analizlerine göre ise bölgede yağışta azalma eğilimi öngörülmektedir.

Bölgede yağışın mekânsal değişim analizleri incelendiğinde ise, kuzey, güney ve batı kıyıları yağışın en yüksek olduğu alanları oluştururken, bu durumun ortaya çıkmasında hava kütlelerinin cephesel faaliyetlere bağlı olarak, cephesel-orografik yağışlar şeklinde bu kesimlerde etkili olmasının sonucudur. İç kesimler ise yağışın az olduğu alanları oluşturmuş, Manisa'nın doğusu ile Denizli'nin batısından alınan bir hat iki yağış rejimini ayıran sınırı oluşturmaktadır. Bölgede yağışın yüzeysel dağılışı modeli oluşturulmuş, yöntem yerel alanlardaki değişimleri de göstermede başarılı olmuştur.

Çalışma alanında yağışın lokal değişimler gösterdiği, ancak büyük oranda bölgeyi etkileyen atmosfer koşullarının yağışın dağılışı üzerinde etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Kullanılan teknikler yağışın yüzeysel modellemesinde ve dağılışının belirlenmesinde önemli katkılar sağlamış, lokal değişimlerde haritalanabilmiştir.

KAYNAKÇA

- ATALAY, İ., ve Mortan, K., (2006). *Türkiye Bölgesel Coğrafyası*, İnkılap Kitabevi Yayın Sanayi ve Ticareti A.Ş., Bağcılar, İstanbul.
- ATALAY, İ., (2010). *Uygulamalı Klimatoloji*, META Basım ve Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir.
- BAHADIR, M. ve Saraçlı, S., (2010). "Isparta'da Arıma Modeline Göre Sentetik İklim Verilerinin Analizi", *E- Journal Of New World Sciences Academy*, Volume: 5, Number: 3, Article Number: 4a0027.
- BARTON, M. H., Buchberger S. G., Lange, M. J.,(1999). "Estimation of Error and Compliance in Surveys by Kriging", *Journal of Surveying Engineering* vol.125 no. 2,87-108.
- BOSTAN, A. P., ve Akyürek, Z., (2007). İkincil Veriler Kullanılarak Türkiye Ortalama Yıllık Yağış Değerlerinin Mekânsal Dağılımının Modellenmesi, *Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 30 Ekim-02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon.
- ÇİÇEK, İ., (2000a). "Türkiye'de Günlük Yağış Şiddetleri ve Frekansları" Ankara Üniversitesi, *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, S:8, s: 27-48, Ankara.
- ÇİÇEK, İ., (2000b). "Türkiye'de Mevsimlere Göre Yağış Şiddetleri ve Sıklıkları" Ankara Üniversitesi, *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, S:8, s:1-26, Ankara.
- DEMİR, İ., Kılıç 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*, 159-184. İzmir.
- ERLAT, E., (2009). *İklim Sistemi ve İklim Değişimleri*. Ege Üniversitesi Yayınları, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- İRDEM, C., (2005). Türkiye'de Yağışların Şiddet Bakımından Alansal ve Zamansal Değişkenliği, *Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Çanakkale, 139s.
- KADILAR, C., (2005). *SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş*, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- KOÇ, T., (2001). *Kuzeybatı Anadolu'da İklim ve Ortam, Sinoptik, İstatistik ve Uygulama Boyutlarıyla*. Çantay Kitabevi, İstanbul, 372 s.
- KOÇMAN, A., (1988). İzmir ve Yakın Çevresinde Aylık ve Yıllık Yağış Değişimleri Üzerine Bir İnceleme, *Ege Coğrafya Dergisi*, Sayı 4, s. 71-85.
- KOÇMAN, A., (1993a). *Türkiye İklimi*. Ege Üni. Edebiyat Fakültesi Yayınları.72, İzmir.
- KOÇMAN, A., (1993b). *Ege Ovalarının iklimi*, Ege Üniv. Ede. Fak. Yay. No:73, İzmir.
- KOÇMAN, A., Işık, Ş., ve Mutluer, M., (1996). Ege Ovalarında Yağış Değişkenliği ve Kuraklık Sorunu, *Ege Coğrafya Dergisi*, Sayı 8, s. 25-36.
- KOL, Ç., ve Küpcü, S., (2008). *ArcGIS 3D Analiz*, İşlem Şirketler Grubu Eğitim Dokümanları, Ankara.

- NİŞANCI, A., (2002). Türkiye İkliminin Temel Öğeleri, *Klimatoloji Çalıştayı- 2002. 11-13 Nisan 2002 Ege Üniv. Edebiyat Fakültesi yay.* No: 121. (1-8). İzmir.
- ÖZDEMİR, M. A., Bahadır, M., (2008). "Acıgöl'ün (Denizli) SPSS ile Hidro-klimatik Analizi", *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, 20-23 Ekim 2008, Çanakkale.*
- ÖZDEMİR, M. A., Bahadır, M., (2009). "Çölleşme Sürecinde Acıgöl (1975-2007)", *İstanbul Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, Sayı 10: 1-20.
- ÖZDEMİR, M. A., ve Bahadır, M., (2010). "Denizli'de Box – Jenkins Tekniği ile Küresel İklim Değişikliği Öngörülleri" *The Journal of International Social Research*, Vol:3, Issue 12, 2010.
- SARIŞ, F., Hannah, D. M., Eastwood, 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.
- TEMUÇİN, E., (1990). Aylık Değişme Oranlarına Göre Türkiye'de Yağış Rejimi Tipleri, *Ege Coğrafya Dergisi*, Sayı 5, S. 160-183.
- 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., Kılıç, G., (2002). "Persistence and Periodicity in the Precipitation Series of Turkey and Associations with 500 hPa Geopotential Heights", *Climate Research*, S: 21, 59-81.
- TÜRKEŞ, M., (2003). "Spatial and Temporal Variations in Precipitation and Aridity Index Series of Turkey In Mediterranean Climate – Variability and Trends", Hans-Jürgen Bolle, (ed.), *Regional Climate Studies*. Springer Verlag, Heidelberg, pp. 181-213.
- 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 Sarış, F., (2007). "Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 2007, 5 (1), 57-73.
- <http://rsbweb.nih.gov/ij/plugins/surface-plot-3d.html>; son erişim; 15-12-2010.

Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 6/2 Spring 2011