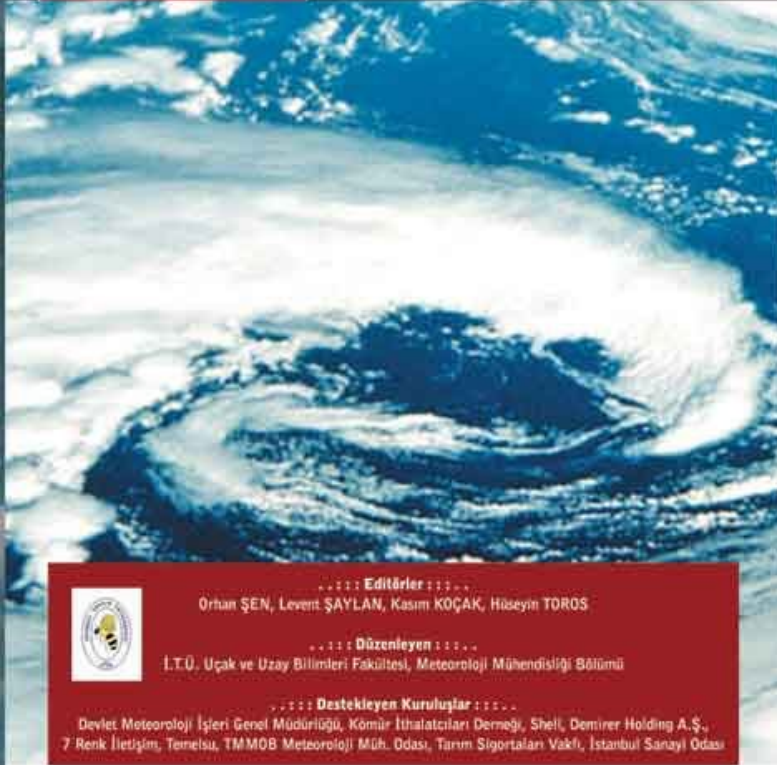




III. ATMOSFER BİLİMLERİ SEMPOZYUMU

BİLDİRİ KİTABI

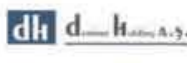
19-21 Mart 2003, İstanbul



...: Editörler :...
Orhan ŞEN, Levent ŞAYLAN, Kasım KOÇAK, Hüseyin TOROS

...: Düzenleyen :...
İ.T.Ü. Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü

...: Destekleyen Kuruluşlar :...
Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Kömür İthalatçıları Derneği, Shell, Demirer Holding A.Ş.,
7 Renk İletişim, Temelsu, TMMOB Meteoroloji Müh. Odası, Tarım Sigortaları Vakfı, İstanbul Sanayi Odası



Şaylan, L., Çaldağ, B., Bakanoğulları, F., **Toros, H.**, Şen, O., Kadioğlu, M., Koçak, K., Aşar, F., Gürbüz, M.A., Yazgan, M., ve Alp, K., 2003. Trakya bölgesinde kuraklığın, asit yağışları ve yağış rejiminin belirlenmesi projesi, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 19-21 Mart, İTÜ, İstanbul. ISBN.975-561-236-X.

TRAKYA BÖLGESİNDE KURAKLIĞIN, ASİT YAĞIŞLARI VE YAĞIŞ REJİMİNİN BELİRLENMESİ PROJESİ

Levent ŞAYLAN¹, Barış ÇALDAĞ¹, Fatih BAKANOGULLARI²,
Hüseyin TOROS¹, Orhan ŞEN¹, Mikdat KADIOĞLU¹, Kasım KOÇAK¹,
Ferzan AVŞAR², Mehmet Ali GÜRBÜZ², Mustafa YAZGAN³, Kadir ALP³

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi,
Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul.

²Köy Hizmetleri Kırklareli Atatürk Araştırma Enstitüsü, Kırklareli.

³İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi,
Çevre Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul.

ÖZET

2000 yılının Kasım ayında ölçümleri başlayan bu araştırma, Trakya’da bilhassa asit yağışlarının ölçümü konusunda ilk kez bu kadar geniş kapsamlı olarak yapılan bir proje olması itibarıyla önemlidir. Araştırmada amaç, seçilen bölgedeki kuraklığın, yağış rejiminin belirlenmesi, yağışların kimyasal özelliklerinin tespiti ile bunlara neden olan etmenlerin meteorolojik haritalardan yararlanarak saptanmasıdır. Burada araştırma çalışması ve sonucunda elde edilenler belirtilmiştir.

A PROJECT ON THE ESTIMATION OF DROUGHT, ACID PRECIPITATION AND PRECIPITATION REGIME IN THE THRACE REGION

ABSTRACT

This research has been started at the November of 2000 and it is especially important by its property of being the first broad study on acid rain measurements in the Thrace Region. The aim of the study is to determine drought, precipitation regime and chemical properties of the precipitation by using meteorological maps. Herewith, the research study and the associated results are given.

GİRİŞ

Tarım sektöründe üretimi etkileyen en önemli olaylar meteorolojiktir. Bu nedenle Dünya Tarım ve Gıda Organizasyonu ve Dünya Meteoroloji Organizasyonu bünyelerinde Tarımsal Meteoroloji en önemli araştırma alanlarından biri haline gelmiştir. Burada amaç, tarımsal üretime meteorolojik faktörlerin etkilerini belirleyerek, üretimin artırılmasına tarımsal meteorolojik destek sağlamaktır. Kurak ve yarı kurak ülkelerin en önemli sorunlarından biri, bitkilerin gelişimi için ihtiyaç duyulan suyun, yağışın miktar ve dağılımının yetersizliği nedeniyle yeterli miktarda ve gerekli zamanda bulunamamasıdır. Bu ülkelerde tarımsal üretim genelde yağışın doğal dağılımına, miktarına ve sulamaya bağlı olarak değişim göstermektedir. Kısacası kurak ve yarı kurak bölgelerde yağış, tarımsal üretimi kontrol eden en önemli faktördür. Türkiye’de de bazı bölgelerde kuraklık sorunu kendini özellikle tarım sektöründe ve ekosisteme yaptığı etkiler ile göstermektedir (Şaylan ve ark., 2003).

Şaylan, L., Çaldağ, B., Bakanoğulları, F., **Toros, H.**, Şen, O., Kadioğlu, M., Koçak, K., Aşar, F., Gürbüz, M.A., Yazgan, M., ve Alp, K., 2003. Trakya bölgesinde kuraklığın, asit yağışları ve yağış rejiminin belirlenmesi projesi, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 19-21 Mart, İTÜ, İstanbul. ISBN.975-561-236-X. Bitki-Toprak-Atmosfer arasındaki karmaşık ilişkiye dayanan bitki gelişiminde kontrol edilemeyen faktörlerden olan meteorolojik faktörlerin tarımsal açıdan etkileri her zaman belirlenmek istenen önemli bir problemdir. Tarımda özellikle meteorolojinin etkisini belirlemek üzere dünyada son yıllarda Tarımsal Meteorolojik araştırmalarda yağışların bitkilerin niteliğine ve verimine yaptığı etkiler araştırılmaya başlanmıştır. Yağışların zamansal ve yersel dağılımları tarımsal üretimi etkileyen en önemli hususlardan biridir. Zira meteorolojik olarak kurak olan bir yıl, tarımsal açıdan kurak olmayabilir. Bunun yanı sıra, özellikle değişik kaynaklardan gelen hava kirleticileri, yağışların kimyasal özelliklerinin değişmesine neden olmakta, bu da insan, bitki ve hayvanlar üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Bu nedenledir ki dünyada yapılan çalışmalar, yağışın yersel ve zamansal değişimi, kuraklık, yağışın kimyasal bileşimindeki değişiklikler, bunun kaynağı ile bitki gelişimine etkileri üzerinde yoğunlaşmış bulunmaktadır (Şaylan ve ark., 2003).

Trakya, özellikle tarımsal potansiyelinin yüksek olması ve sanayi bölgelerine yakınlığı nedeniyle yağış rejimi, kuraklık ve yağışın kimyasal özellikleri bakımından araştırılması gerekli bölgelerimizden biridir. Trakya'da ilk kez bu kadar geniş kapsamda yapılan bu çalışma ile, bu bölgenin yağış rejimi, yağışların asidik özellikte olup olmadığı ve bitki ile toprağa etkileri, bununla birlikte özellikle ülkemiz için bir sorun olan kuraklık ile ilgili indeksler bölge için hesaplanmıştır. Bilhassa bölgede son dönemde ve ölçüm döneminde de hissedilen kuraklığın bir araştırma konusu olarak birkaç yıl önceden seçilmiş olması da buradaki sorunun tespiti açısından bölgeye önemli bir katkıda bulunacaktır.

TRAKYA'DAKİ METEOROLOJİK ÖLÇÜMLER

Bu araştırma Trakya'da; Kırklareli, Edirne, İstanbul, Tekirdağ illerini kapsamaktadır. Söz konusu illerin sınırları içinde öncelikle ölçüm noktaları tespit edilmiştir. Bununla birlikte yağış rejiminin belirlenmesi için Trakya'da ki 32 meteoroloji istasyonunda toplanan yağış verileri kullanılmıştır (Şaylan ve ark., 2001; 2003). Bu amaçla ilk asit yağış ölçüm sistemi 10 Kasım 2000 tarihinde İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği bölümü tarafından Kırklareli Köy Hizmetleri Atatürk Araştırma Enstitüsü (KAAE) Arazisine yerleştirilerek ve ölçümlere başlanmıştır. Bu ölçümlere ilave olarak Kırklareli'nde mevcut bulunan otomatik meteoroloji istasyonundan da meteorolojik veriler alınmıştır (İstasyon, KAAE'ne ait tam otomatik veri toplayıcı bir meteoroloji istasyonudur) (Şaylan ve ark., 2003).

Edirne ili Keşan ilçesi Orhaniye Köyünde bulunan KAAE deneme çiftliği arazisine de 20.11.2000 tarihinde veri toplayıcı bir asit yağış ölçüm sistemi yerleştirilmiştir. Bu sisteme hava sıcaklığını ölçen bir sensör monte edilerek saatlik hava sıcaklığı ve yağış değerleri düzenli olarak kaydedilmiştir. Kırklareli'nde ve Orhaniye'de yağmur suyu örnek kaplarının alınması işlemi KAAE Müdürlüğü tarafından görevlendirilen bir personel tarafından yapılmıştır (Şaylan ve ark., 2003).

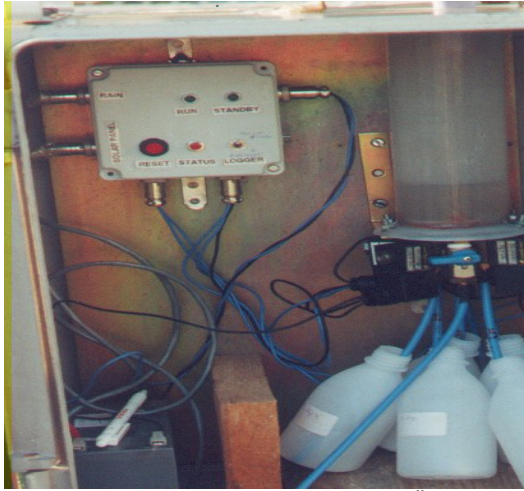
Tekirdağ'a ait yağış ölçüm sistemi 15.11.2000 tarihinde Tarım Bakanlığı Bağcılık Araştırma Enstitüsü Arazisine yerleştirilmiştir. Buradaki sistem de veri toplayıcı bir sistemdir. Sisteme daha sonra hava sıcaklığı ve NO₂ ölçerler monte edilmiştir. İstasyon, ilgili kurum tarafından tahsis edilen yere yerleştirilmiştir. Burada da yağış suyu örneklerinin alımı bir personel tarafından yapılmıştır (Şaylan ve ark., 2003).

Şaylan, L., Çaldağ, B., Bakanoğulları, F., **Toros, H.**, Şen, O., Kadioğlu, M., Koçak, K., Avcı, F., Gürbüz, M.A., Yazgan, M., ve Alp, K., 2003. Trakya bölgesinde kuraklığın, asit yağışları ve yağış rejiminin belirlenmesi projesi, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 19-21 Mart, İTÜ, İstanbul. ISBN.975-561-236-X.

İstanbul'daki yağış ölçüm sistemi de veri toplayıcı bir asit yağış ölçüm sistemidir. Bu sistemin yanında bulunan diğer bir otomatik meteoroloji istasyonundan meteorolojik veriler alınmıştır. Buradaki yağmur suyu örneklerinin alımı İ.T.Ü. Meteoroloji Mühendisliği Bölümünden ve bu projede görevli olan Araş.Gör.Bariş ÇALDAĞ tarafından gerçekleştirilmiştir. Tüm ölçüm noktalarından alınan yağmur suyu örnekleri, pH ve EC analizine tabi tutulmuş ve buzdolaplarında bekletilen örneklerin analizi Kırklareli Köy Hizmetleri Atatürk Araştırma Enstitüsü Laboratuvarı ile İ.T.Ü. ve ODTÜ Çevre Mühendisliği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak, bu projede 4 farklı noktaya yağışın kimyasal ve zamansal değişiminin belirlenmesi amacıyla özel yağış ölçüm sistemleri yerleştirilmiştir. Bu sistemlerin bulunduğu yerler Kırklareli, Edirne (Keşan/Orhaniye), Tekirdağ ve İstanbul'dur.

Kırklareli'nde asit yağış ölçüm sisteminin yanı sıra bir adet otomatik meteoroloji istasyonu vasıtasıyla sıcaklık, nem, toplam radyasyon, rüzgar şiddeti ve yönü ile birlikte yağış gibi meteorolojik faktörlerin değişimleri de düzenli olarak kaydedilmiştir. Ekteki Resim 1, Kırklareli'ne yerleştirilen istasyonu göstermektedir.



Resim 1. Kırklareli'ne Yerleştirilen Yağış Ölçüm Sistemi.

Kırklareli'nde geçmiş yıllarda ve proje süresince kaydedilen aylık toplam yağış verileriyle bilgisayarda bir veri tabanı oluşturulmuştur. Diğer yandan bu deneme yerinde düzenli olarak görevlendirilen bir eleman vasıtasıyla her yağıştan sonra yağmur suyu örnekleri toplanmış, pH ve elektriksel iletkenlik değerleri ölçülmüş ve daha sonra anyon ve katyon analizleri yapılmıştır. Aynı şekilde tüm deneme alanlarından 15 günde bir 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerinden alınan toprak örnekleri ile toprağın su içeriği belirlenmiş ve toprağın kimyasal analizi için gerekli numuneler alınmıştır. Asit yağış ölçümlerinin yapıldığı yerlerdeki ağaçlardan ve buğday bitkisinden analiz amacıyla 2 kez yaprak örneği alınmıştır.

Şaylan, L., Çaldağ, B., Bakanoğulları, F., **Toros, H.**, Şen, O., Kadioğlu, M., Koçak, K., Aşar, F., Gürbüz, M.A., Yazgan, M., ve Alp, K., 2003. Trakya bölgesinde kuraklığın, asit yağışları ve yağış rejiminin belirlenmesi projesi, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 19-21 Mart, İTÜ, İstanbul. ISBN.975-561-236-X. Orhaniye'de (Edirne) Kırklareli Atatürk Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsüne ait olan deneme çiftliğinde kurulan ikinci ölçüm sisteminde veri toplayıcı bir sistem vasıtasıyla yine yağmur suyu örnekleri 10'ar dakikalık aralıklar ile toplam 6 kapta toplanmıştır. Buradaki sistemden sorumlu olan bir personel, her yağıştan sonra yağmur suyu örneği içeren kapları alıp yerlerine boş kaplar koymuş ve aldığı numunenin pH ve EC değerlerini hemen belirlemiştir (Şaylan ve ark., 2003).

Değerler belirlendikten sonra bu deneme yerinde biriken numuneler her 15 günde bir analizleri yapılmak üzere KAAE'ne gönderilmiştir. Bu sisteme ilave edilen bir sıcaklık sensörü vasıtasıyla bu ölçüm noktasındaki sıcaklık değerleri düzenli olarak kaydedilmiştir. Diğer yandan bir plüviyometre vasıtasıyla günlük yağışlar da düzenli olarak toplanmıştır.

Projenin bir diğer ölçüm noktası Tekirdağ'dadır. Bu ölçüm yeri Tarım Bakanlığı'na Bağlı Tekirdağ Bağcılık Araştırma Merkezidir. Bu merkez tarafından hazırlanan bir meteoroloji park alanına ölçüm sistemi monte edilmiştir (Şaylan ve ark., 2003).

Bu ölçüm sisteminde de Enez'deki ölçüm sisteminde olduğu gibi bir veri toplayıcı sisteme kumanda ederek verilerin saatlik olarak toplanmasını sağlamaktadır. Görevli bir eleman, yağışlardan sonra yağmur suyu numunelerini alarak ilgili pH ve EC değerlerini belirlemiştir. Bu noktadan toplanan numuneler de Enez'deki numuneler ile birlikte her 15 günde bir alınarak KAAE'ne analiz için gönderilmiştir. Bu ölçüm noktasında da toprak örnekleri önceleri 15 günlük periyotlarda, daha sonraları (Şubat 2001'den itibaren) ise 1 aylık periyotlarda yukarıda belirtilen derinliklerden toprak su içeriğinin belirlenmesi için alınmıştır. Aynı şekilde toprağın kimyasal değişiminin belirlenmesi amacıyla Enez'den ve Tekirdağ'dan da toprak örnekleri alınmış ve bu örnekler KAAE'ye analiz için gönderilmiştir (Şaylan ve ark., 2003).

İstanbul'daki otomatik yağış ölçüm sistemi, Meteoroloji Mühendisliği bölümü Meteoroloji Gözlem Parkına yerleştirilmiştir. Burada diğer meteorolojik veriler yine otomatik bir meteoroloji istasyonu vasıtasıyla ölçülmüştür.

Kırklareli dışındaki tüm illerde projenin başlangıcında sistemlerde çıkan arızalar nedeniyle bazı dönemlerde veri toplayıcılardan veri alınamamıştır. Bu durumlarda söz konusu sistemlerin yanında kurulu otomatik (Kırklareli ve İstanbul) ve otomatik olmayan (Orhaniye ve Tekirdağ) plüviyometrelerin sonuçları kullanılmıştır. Aynı zamanda bu yerlerde elektronik plüviyometre ile ölçülen yağış değerleri ile diğer plüviyometrelerin sonuçları karşılaştırılmıştır.

Projenin başlangıcında Kırklareli iline ölçüm sistemi yerleştirilmiştir. Daha sonra Tekirdağ, Enez (Orhaniye/Keşan) ve İstanbul'daki sistemler için tespit edilen yerlere sistemler yerleştirilmiştir. Bu ölçüm yerlerinden bilhassa Tekirdağ'daki ölçüm sisteminde sisteme enerji sağlayan birimde nakil sırasında çıkan sorunlardan dolayı ilk 15 günde istenilen verim alınamamıştır. Bu sorunlar daha sonra giderilmiştir. Diğer yandan, Tekirdağ'daki sistemin kurulduğu noktada geçmiş yıllarda meydana gelen sel olayı da dikkate alınarak ölçüm sistemi yerden yaklaşık 1 m yukarıya ve beton bir zemin üzerine yerleştirilen borular üzerine monte edilerek sistemin sele karşı güvenliği sağlanmıştır. Tüm ölçüm sistemleri güvenlik amacıyla ve yağış suyu örneklerinin

Şaylan, L., Çaldağ, B., Bakanoğulları, F., **Toros, H.**, Şen, O., Kadioğlu, M., Koçak, K., Avcı, F., Gürbüz, M.A., Yazgan, M., ve Alp, K., 2003. Trakya bölgesinde kuraklığın, asit yağışları ve yağış rejiminin belirlenmesi projesi, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 19-21 Mart, İTÜ, İstanbul. ISBN.975-561-236-X. düzenli olarak takip edilip toplanabilmesi için resmi kurumların deneme alanlarına kurulmuştur. İşbirliği yapılan kurumların yöneticilerinin bu bilimsel çalışmaya hem personel olarak, hem de bilgi desteği olarak verdikleri destek son derece önemlidir. Sistemlerin kurulduğu yerlerde ölçülen yağış değerinin yanı sıra, geçmişte bu bölgede ölçülmüş olan yağış verilerinin bulunup yazılması ile her ölçüm yeri için bir veri tabanı oluşturulmuştur (Şaylan ve ark., 2001, 2003).

Yağışların kaynağının tespiti ve sonuçların daha iyi değerlendirilebilmesi için bölge ile ilgili meteorolojik haritalar ve uydu görüntüleri her gün İTÜ Meteoroloji Mühendisliği Bölümünden projeye katılan Dr. Hüseyin TOROS tarafından düzenli olarak kaydedilmiştir.

Ölçüm noktalarına genelde her 20 ile 30 günde bir gidilerek ve her defasında ölçüm noktalarına yağış numunelerinin biriktirileceği polietilen kap desteği sağlanmıştır. Sistemler düzenli olarak kontrol edilmiş ve veri transferleri sağlanmıştır. İstasyonlara gidişlerde ölçüm noktaları ile aletlerin kontrolleri yapılmıştır.

Bu çalışma, Kırklareli Köy Hizmetleri Atatürk Araştırma Enstitüsü ile İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü arasındaki işbirliği ile yürütülmüştür. Tarım Bakanlığı Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ölçümlerin yapılabilmesi için çalışmaya yer ve eleman desteği sağlamıştır. Bununla birlikte İTÜ ve ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümleri Laboratuvarlarında yağmur suyunun anyon analizleri yapılmıştır.

YÖNTEM

Bu araştırma çalışmasında meteorolojik ölçümler arazide otomatik olarak kaydedilmekte ve yağışların zamansal dağılımı ve kimyasal analizleri için örnekler yağışlardan hemen sonra alınmaktadır. Toplanan meteorolojik verilerden ve daha önce ölçülmüş verilerden yağış rejiminin belirlenmesi ve kuraklık indeksleri için gerekli veri tabanı oluşturulmuştur. Kimyasal analizler için ölçüm noktalarından alınan örneklerin anyon, katyon ve elektriksel iletkenlik ile pH analizleri yapılmak üzere Kırklareli Köy Hizmetleri Atatürk Araştırma Enstitüsüne götürülmüştür. Yağışların kimyasal analiz sonuçları meteorolojik haritalar yardımıyla değerlendirilmiştir. Yağış rejiminin belirlenmesi amacıyla bölgede ölçülen ve ölçülmüş yağış verilerine yönelik trend analizi, fraktal ve ana bileşenler analiz işlemleri yapılmıştır. Bununla birlikte kuraklık ile ilgili olarak normalin yüzdesi, standart yağış indeksi Trakya bölgesi için belirlenmiştir. Yağış ölçümü yapılan istasyonlarda yağış miktarları düzenli olarak kaydedilmiştir. Asit yağışları 0.1 mm hassasiyetteki yağış ölçer kullanılarak toplanmıştır. Bu alete özel olarak bazı ilaveler yapılarak, alet programlanmış ve düşen yağışların belirli zaman aralıklarına göre 6 ayı kaptan toplanması sağlanmıştır. Bu çalışmada, hem sisteme düşen yağışın belirli zaman aralıkları ile ayrı ayrı kaplara aktarılabilmesi ve hem de yağış miktarının kaydedilmesi bir veri toplayıcı (Campbell Sci.) tarafından sağlanmıştır. Veri toplayıcı, gelen yağışın 10'ar dakikalık aralıklar ile (10, 20, 30, 40, 50) 5 ayı kaptan ve 50. dakikadan sonra gelen yağışı ise 6. kaptan toplayacak şekilde yağış ölçeri yönlendirmiştir.

Her numune alımından sonra veri toplayıcıda program yeniden başlatılarak yağış örneklerinin zamansal dağılımı kaydetmeye uygun hale getirilmiştir. Türkiye’de ilk kez yine İstanbul’da daha önce tarafımızdan kullanılan bu sistem ikinci kez Trakya bölgesinde kullanılmıştır. Bu sistem ile kaplarda toplanan yağış örnekleri, 0.45 µm çapında filtre ile süzülerek temiz polietilen kaplara konup numaralandırılmış, kaydedilmiş ve kimyasal analiz için 4°C’de bekletilmiştir. Polietilen kaplarda depolanan yağış suları Laboratuarda açılarak 0.2 µm çaplı süzgeçten geçirilerek büyük katı maddelerden arıtılmıştır. Burada kimyasal analize tabi tutulmuştur. Örneklerin pH değerlerine ek olarak elektriksel iletkenlikleri de ölçülmüştür. Yağışın kimyasal analiz sonuçları yörünge analizi ile birlikte değerlendirilmiştir (Şaylan ve ark., 2003).

Bir bölgede meydana gelen asit yağışlarının hava kirliliği kaynağı değişiklikler gösterebilir. Yağış içerisindeki kirleticiler bazen yakın çevreden gelirken bazen binlerce kilometre uzaktaki kaynaklardan etkilenebilir. Kaynağın bilinmesi ise olayın fiziksel olarak doğru yorumlanmasını ve sonuçların daha güvenilir olmasını mümkün kılmaktadır. Kaynaktan çıkan kirleticiler (gaz, sıvı veya katı) atmosferde meteorolojik şartlara ve topografyaya bağlı olarak hareket eder. Kirleticiler hava hareketleri ile yer değiştirdiğinde hava parselinin yörüngesini bilmek gerekmektedir. Su buharı ile reaksiyona giren asidik kirleticilerin hareketinde ise bulutların takibi yapılabilir. Bu konuda uydu teknolojisinin gelişmesi araştırmacılara büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu çalışmada hava parsellerinin yörünge analizinde uydu resimleri ile bulut takibi yapılmıştır.

Yörünge analizinde takip edilen yollardan en önemlisi meteorolojik hava haritalarının kullanılmasıdır. Bu haritalar üzerinde rüzgar yön ve şiddetinden faydalanarak akım hatları oluşturulur ve yörünge analizi yapılır, (Kadioğlu, 1996; Djuric, 1995; Saucier, 1955). Rüzgarların yön ve/veya hızının bir anlık paternlerini göstermek için, izobarlar ve konturlar kullanılmaktadır. Halihazır rüzgarın yön ve hızının paternlerini göstermede ise, akım çizgileri ve eş rüzgar şiddetleri kullanılmaktadır (Sarı ve Kadioğlu, 1997). Yörünge analizinde yer kartı, 850 mb, 700 mb ve 500 mb hava haritalarından faydalanılmıştır. 700 mb hava haritaları ve kullanılan yöntem aşağıda ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Yağış olduğu günlerdeki radyozonde verilerinden bulut taban ve tavan yüksekliğinin hangi seviyede olduğu belirlenmiştir. Geri yörünge analizinde bu seviye dikkate alınmıştır (700 mb veya 850 mb).

Yağış geliş yönlerinin belirlenmesinde uydu verilerinde yararlanılmıştır. Yağış günlerinde 3 gün geriye gidilerek elde edilen haritalardan faydalanılmıştır. Yörünge analizi sonuçları karşılaştırmalarda kolaylık sağlaması açısından, 8 ayrı yöne göre değerlendirilmiştir. Bu gruplama sırasıyla N-NW (kuzey-kuzeybatı) aralığından başlamak üzere saat ibresinin ters yönünde dönen rüzgar gülü yönleridir. Bunun yanısıra ECMWF verilerinin kullanıldığı program vasıtasıyla yağış geliş yönleri incelenmiştir.

Bu çalışmada yağış rejiminin belirlenmesi amacıyla trend, fraktal analizi, ana bileşenler analizi yapılması planlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan fraktal yönteminin esası, verilerde çok küçük ölçekteki bazı özelliklerin orta ve büyük ölçeklerde de birbirlerine benzeyip benzediğinin araştırılmasına dayanır. Ancak veri için gerekli olan böyle bir araştırma, değişik verinin serileri veya aynı serinin değişik alt parçalarının birbirlerine benzer olup olmadığının belirlenmesine de yarar. Burada çalışmanın esası olarak aylık

Şaylan, L., Çaldağ, B., Bakanoğulları, F., **Toros, H.**, Şen, O., Kadioğlu, M., Koçak, K., Avcı, F., Gürbüz, M.A., Yazgan, M., ve Alp, K., 2003. Trakya bölgesinde kuraklığın, asit yağışları ve yağış rejiminin belirlenmesi projesi, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 19-21 Mart, İTÜ, İstanbul. ISBN.975-561-236-X. toplam yağışların fraktal davranışları göz önüne alınmıştır. Bu tür süreçlerin yapılarının incelenmesinde en küçük zaman birimi olan bir aydan başlamak üzere eşit aralıkların ardışık olarak arttırılması ile oluşan toplam süre boyunca, o istasyondaki tüm periyotlardan kaç tane üst üste çıkmayan aynı cins süreleri çıkarabileceğimizi araştırırız.

Meteorolojik parametrelerin meydana getirdiği veriler normal dağılım koşullarını her zaman sağlamaz. Bu nedenle dağılıma bağımlılık göstermeyen parametresiz istatistiksel yöntemlerin bu aşamada tercih edilmesi uygun olacaktır. Atmosferde meydana gelen küresel ısınma, bölgesel nüfus yoğunluğundaki artışın ve şehirleşmenin kentlerdeki klimatolojik şartlarda ne yönde bir gidişe (trend) neden olduğunu da tesbit edebilmek için parametrik olmayan Mann-Kendall trend testi tercih edilmiştir. Bu seçimin sebebi bu testin birçok teorik avantaja sahip olması, lineer olmaması ve klimatolojik serilerden trendlerin başlangıç yıllarını da yaklaşık olarak belirleyebilmesidir (Sneyers, 1990). Çalışmada Ana bileşenler analizinin hangi parametrenin değişken olarak kullanıldığına bağlı olarak, altı değişik şekli vardır (Preisendorfer, 1988). Burada bunlardan zamansal-mod analizi kullanılmıştır. Bu zamansal-mod bir grup istasyondaki yağış gözlemlerinde zaman değişkenidir.

Çalışmada kuraklığın belirlenmesinde normalin yüzdesi ve standart yağış indeksleri kullanılmıştır. Yağış normalinin yüzdesi cinsinden ifadesi oldukça kolay belirlenebilen ve sadece yağış verisine ihtiyaç duyan bir değerdir. Bu değer gerçek yağışın, normal yağışa bölünmesi ile bulunur. Bu yöntemin bir dezavantajı vardır. O da yağışın ortalamasının, bazen yağışın medyanına eşit olmamasıdır. Bu nedenle aylık veya belirli bir dönemdeki yağışın dağılımı normal değildir. Kuraklığın frekansı, ivmesi, yoğunluğu tamamıyla veya kısmen zaman aralığına bağlıdır. Kuraklığın tanımlanmasında kullanılan bir parametrede standart yağıştır. Standart yağış belirli bir zaman aralığı için bulunan ortalama yağışın, standart sapmaya oranıdır. Burada ortalama ve standart sapma geçmiş yılların verilerinden elde edilir. Standart Yağış İndeksi (SPI) metodunun dezavantajı, yağışın 12 ay veya daha az bir süre için normal dağılım göstermemesidir. Bhaline ve Mooley (1980) standart yağışı kuraklığın tanımı için bir başlangıç noktası olarak kullanmışlardır.

SONUÇLAR

Ölçüm yapılan tüm istasyonlarda yağış suyu örnekleri 2000 yılının Kasım ayından başlayıp, 2002 yılının Eylül ayına kadar olan dönemde toplanmıştır. Günlük toplam yağış miktarları yukarıda belirtilen dönemler için verilmiş olup, 2002 yılı sona ermeden ölçümler tamamlandığından aylık toplam yağış miktarlarının değişimi sadece 2000 ve 2001 yılları için verilmiştir.

İstanbul'da Bahçeköy, Sarıyer, Florya ve İTÜ Maslak kampüsünde belirlenen yağış verileri sırasıyla aşağıdaki gibidir. Sarıyer'de 2000 yılında kaydedilen toplam yağış 868.7 mm iken, 2001 yılında bu değer 982.5 mm'ye çıkmıştır. Bahçeköy'de 2000 yılında toplam yağış 1112.1 mm'den, 2001 yılında 1469.7 mm'ye kadar artmıştır. Florya'da ise, 2000 yılında toplam yağış 622.7 mm'den 2001 yılında 714.4 mm'ye yükselmiştir. 11.11.2000 tarihinden 31.12.2000 tarihine kadar olan dönemde İTÜ Maslak kampüsünde 31 yağışlı gün kaydedilmiş ve ölçülen toplam yağış miktarı 129.1 mm olarak belirlenmiştir. 1.1.2001'den 31.12.2001'e kadar olan yağış toplamı 1036.6 mm

Şaylan, L., Çaldağ, B., Bakanoğulları, F., **Toros, H.**, Şen, O., Kadioğlu, M., Koçak, K., Avcı, F., Gürbüz, M.A., Yazgan, M., ve Alp, K., 2003. Trakya bölgesinde kuraklığın, asit yağışları ve yağış rejiminin belirlenmesi projesi, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 19-21 Mart, İTÜ, İstanbul. ISBN.975-561-236-X. olarak ölçülmüştür. Bu miktara toplam 136 yağışlı günde ulaşılmıştır. 1.1.2002 tarihinden 30.9.2002 tarihine kadar gerçekleşen 93 yağışlı günden belirlenen yağış toplamı ise, 562.6 mm olmuştur (Şekil 2).

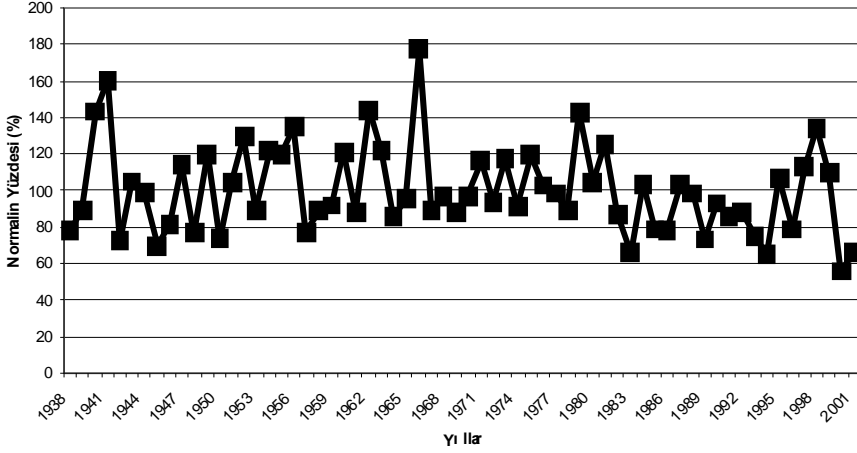
Enez'de 20.11.2000 ile 31.12.2000 tarihleri arasındaki 20 yağışlı günde sadece 55.6 mm yağış ölçülmüştür. 2001 yılında Edirne ili Keşan ilçesi Orhaniye Köyünde kurulu olan sistemde ölçülen yıllık toplam yağış miktarı 97 yağışlı günde 451.4 mm'dir. 330.7 mm toplam yağış ise, yine aynı ölçüm noktasında 1.1.2002 tarihinden 24 yağışlı günde 30.9.2002 tarihine kadar olan dönemde tespit edilmiştir (Şaylan ve ark., 2003).

Yağış örnekleri bilhassa analizler için yeterli miktarda suyun kaplarda toplanabildiği günlerde alınmıştır. Ardarda gelen yağışlı günlerde ise, ilk günde düşen yağış suyu örnekleri analiz edilmiştir. Yağış kimyasının nasıl değiştiğini belirlemek için bazen ardışık günlerde de örnekler analiz edilmiştir (Şekil 3) (Şaylan ve ark., 2003).

Tekirdağ ilinde yıllık toplam yağış değeri 2000 yılında 385 mm olarak belirlenirken, bu değer 2001 yılı için 410.4 mm'ye 130 yağışlı günde ulaşmıştır. Ölçümün başladığı 2000 yılının Kasım ayından sonra maksimum aylık toplam yağış miktarı 2001 yılı içinde Şubat ayında 121.2 mm ölçülmüştür. Minimum yağış ise 0.6 mm ile 2001 yılının Ekim ayında tespit edilmiştir. Tekirdağ'da ölçümlerin başladığı 15.11.2000 tarihinden itibaren, 31.12.2000 tarihine kadar sadece 20 günde toplam 24.6 mm yağış ölçülmüştür. Diğer yandan 1.1.2002 tarihinden 12.9.2002 tarihine kadar olan 52 yağışlı günde toplam yağış ise, 168.7 mm olmuştur. 4.5.2002 ile 1.6.2002 tarihleri arasında sistem arızası nedeniyle yağış verisi ölçülememiştir (Şekil 4).

Kırklareli ili, 2000 yılında 315.4 mm ile ölçüm yerleri arasında en düşük toplam yağış miktarını vermiştir. Bu dönemde ölçümler 10.11.2000 tarihinde başlamıştır. Bu tarihten 31.12.2000 tarihine kadar 14 yağışlı günde sadece 45.3 mm toplam yağış düşmüştür. 2001 yılındaki toplam yağış ise 380 mm'dir. İlin uzun yıllık ortalamasının uzağında olan bu değere 81 adet yağışlı gün neticesinde ulaşılmıştır. 1.1.2002 ile 31.10.2002 tarihleri arasında ise bölgede 74 yağışlı gün kaydedilmiş ve ölçülen yağış miktarı 397.4 mm olmuştur (Şekil 5).

Kırklareli



Şekil 2. Kırklareli'nde Normalin Yüzdelerinin Değişimi

10 Kasım 2000 yılında başlayan yağış örneklerinin alınması işlemi 2002 yılının Eylül ayına kadar olan dönemde devam etmiştir. Yaklaşık olarak 650 yağış numunesi Trakya'da 4 farklı ölçüm noktasından alınmıştır. Yağış numunelerinin pH, EC, anyon ve kation analizleri yapılmıştır.

Örneğin, Kırklareli ilinde ölçüm döneminde 288 yağış örneği alınmıştır. Bu örneklerin bir kısmı yağışın gün içerisindeki zamansal değişimini göstermesi bakımından günde 6 örnek, bir kısmı ise sadece günlük toplam yağışı göstermesi bakımından günlük toplam bir örnek olarak alınmıştır. Kırklareli ilinde ölçüm yapılan istasyona ilk 10 dakika da düşen yağışların pH değerleri genellikle 5.6 değerinin üzerindedir. pH değeri 27.12.2001 tarihinde 4.94'e, en düşük ise 12.9.2002 tarihinde 4.61 değerine ulaşmıştır. Kırklareli'nde düşen tüm yağışların ortalama değerleri anyonlar SO_4 , NO_3 ve Cl için sırasıyla 174.626 $\mu eq/l$, 59.825 $\mu eq/l$, 125.157 $\mu eq/l$ 'dir. Kationlar Mg , Ca , Na , K , HN_4 , H ve HCO_3 'ün ise ortalama değerleri sırasıyla 83.202 $\mu eq/l$, 274.553 $\mu eq/l$, 50.430 $\mu eq/l$, 12.300 $\mu eq/l$, 91.056 $\mu eq/l$, 0.977 $\mu eq/l$, 6.058 $\mu eq/l$ dir. 6. kaplarda toplanan yağışın kimyasal bileşimi analiz edilmiş ve anyonlardan SO_4 , NO_3 ve Cl 'un konsantrasyonu 106.625 $\mu eq/l$, 50.638 $\mu eq/l$, 51.225 $\mu eq/l$ olarak belirlenmiştir. Kationlar Mg , Ca , Na , K , HN_4 , H ve HCO_3 'ün ortalama değerleri ise sırasıyla 69.393 $\mu eq/l$, 219.423 $\mu eq/l$, 38.497 $\mu eq/l$, 9.086 $\mu eq/l$, 54.860 $\mu eq/l$, 1.670 $\mu eq/l$, 5.175 $\mu eq/l$ dir.

Projede diğer illerde toplanan yağmur suyunun kimyasal özellikleri, illerin kuraklık durumu ve yağış rejimi belirtilen yöntemlerle incelenmiştir. Proje sonuçları ile ilgili detaylı bilgiye Şaylan ve ark. (2003) ulaşılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma projesi İTÜ Rektörlüğü Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. Diğer yandan Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından da projede işbirliği yapılan kurum

Şaylan, L., Çaldağ, B., Bakanoğulları, F., **Toros, H.**, Şen, O., Kadioğlu, M., Koçak, K., Avşar, F., Gürbüz, M.A., Yazgan, M., ve Alp, K., 2003. Trakya bölgesinde kuraklığın, asit yağışları ve yağış rejiminin belirlenmesi projesi, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 19-21 Mart, İTÜ, İstanbul. ISBN.975-561-236-X. olan Köy Hizmetleri Kırklareli Atatürk Araştırma Enstitüsüne destek verilmiştir. Her iki kurumda verdikleri desteklerden dolayı teşekkürü bir borç biliriz. İTÜ Rektörlüğü ve İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Dekanlığına tüm destekleri için ayrıca teşekkür ederiz. Projedeki yağış verileri DMİ ve Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsünden, İSKİ'den, DSI'den sağlanmıştır. Bununla birlikte, projedeki kimyasal analizlerin yapılmasında verdikleri desteklerden dolayı İTÜ ve ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümlerine teşekkür ederiz. Prof. Dr. Gürdal TUNCEL'e, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne, Köy Hizmetleri Atatürk Araştırma Enstitüsü'nde hem verilerin toplanması hem de analizinde katkıları olan çalışanlara teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

- Bhalme, H. N., and A. Mooley, 1980, Large-scale Drought/floods and Monsoon Circulation. Mon. Wea. Rev., 108, 1197.
- Djuric, D., 1995. Weather Analysis, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Kadioğlu, M., 1996, Sinoptik Meteoroloji Ders Notları, İ.T.Ü. Meteoroloji Müh. Böl., İstanbul.
- Preisendorfer, R. W., 1988, Principal Component Analysis in Meteorology and Oceanography, Elsevier Sci. Pub. Co., New York, 425 pp.
- Saucier, W. J., 1955, Principles of Meteorological Analysis, Dower Publications, Inc., New York.
- Sarı, S. ve M. Kadioğlu, 1997, Yörünge Analizi ve İzmir Seli Uygulaması, Meteorolojik Karakterli Doğal Afetler Sempozyumu, Bildiri Kitabı, 7-9 Ekim, Ankara, S. 400-413.
- Sneyers, R., 1990, On the Statistical Analysis of Series of Observations, Genova, WMO Technical Note, 143, p. 192.
- Şaylan L., O. Şen, M. Kadioğlu, K. Koçak, H. Toros, B. Çaldağ, F. Bakanoğulları, F. Avşar, M. A. Gürbüz, 2003, Trakya Bölgesinde Kuraklığın, Asit Yağışları ve Yağış Rejiminin Belirlenmesi, İ.T.Ü. Araştırma Fonu Projesi Ara Raporu.
- Şaylan L., O. Şen, M. Kadioğlu, K. Koçak, H. Toros, B. Çaldağ, F. Bakanoğulları, F. Avşar, Ş. Akbay, 2003, Trakya Bölgesinde Kuraklığın, Asit Yağışları ve Yağış Rejiminin Belirlenmesi, İ.T.Ü. Araştırma Fonu Projesi I. Ara Raporu, Haziran 2001, 38 s.