

METEOROLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ISSN 1301 - 1103

TMMOB METEOROLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI YAYIN ORGANI • YIL 1998 • SAYI: 1





1930 - 7 EKİM 1997

Bugünlerde neşe içinde, hayata sınırsız bağlı, tüm insanlar ile dost bir insan gördünüz mü? Bir çok insanın dert ortağı, elinden geldiğince herkesin problemlerini çözmeye çalışan birine rastladınız mı?

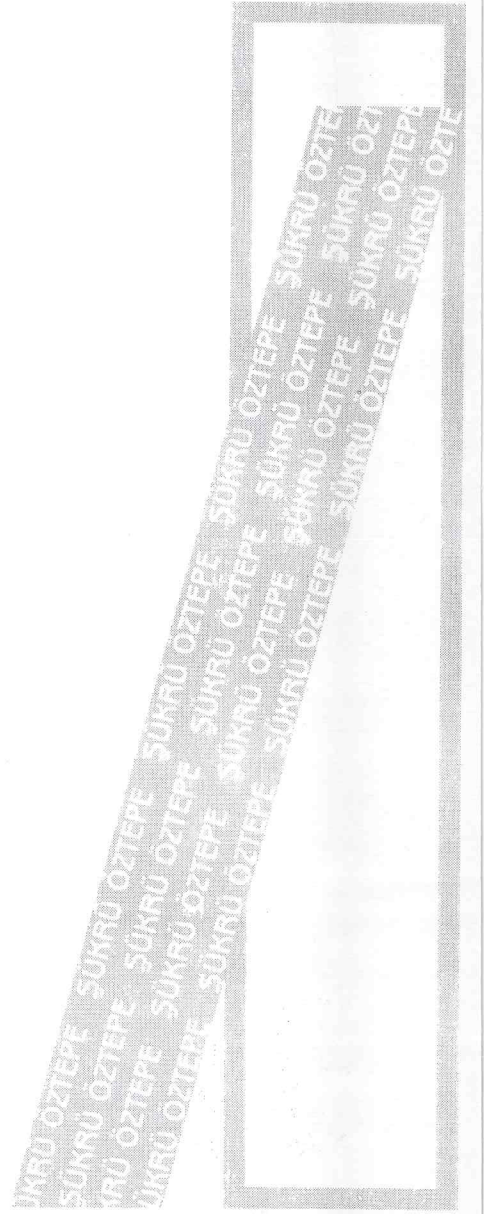
Gerektiğinde bir abi, gerektiğinde bir baba, gerektiğinde hocanız olan biri ile hiç çalıştınız mı?

Yaşam denen bu tiyatro oyununu iyi oynayan ve bazende onunla alay eden bi dostunuz, büyüğünüz oldu mu?

Siz hiç "Müsaade buyurun beyefendi" sözünü onun kadar etkili kullanabilenine rastladınız mı?

Biz rastladık. Bu insan rahmetli **ŞÜKRÜ ÖZTEPE** hocamızdı.

Hocamız her zaman "Ağaçlar ayakta ölür" derdi. Gerçekten de emekli olduktan sonra köşesine çekilmedi, ofisinde hiç emekli olmamış gibi çalışmaya devam etti. Ofisinde çalışırken fenalaşan hocamız bir süre sonra vefat etti. Ancak o anılarımızda hep yaşıyor.



TMMOB METEOROLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI YAYIN ORGANI

YIL 1998 • SAYI: 1

ISSN 1301 - 1103

**TMMOB
METEOROLOJİ MÜHENDİSLERİ
ODASI ADINA
SAHİBİ ve SORUMLU
YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ**

İsmail KÜÇÜK

YAYIN KURULU

İsmail KÜÇÜK
Cüneyt GEÇER
Meral ŞENOCAK
Hamza ÖZGÜLER
Gökhan YÜCEL
Mahmut KAYHAN

YÖNETİM YERİ

Sümer 1. Sk. No: 12/8 Kızılay-ANKARA
TEL: (0.312) 231 55 35

*Meteoroloji Mühendisliği TMMOB Meteoroloji
Mühendisleri Odası Yayınıdır. Üç ayda bir yayınlanır.
Odamızın amaç ilke ve yayın koşullarına uygun
bilimsel ve teknik yazılar yayınlanır. Yayınlanan
yazıların sorumluluğu yazarına aittir. Dergide
yayınlanan yazılar kaynak gösterilmeden
kullanılamaz.*

ODAMIZIN HESAP NUMARALARI

Posta Çeki No:
TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası
105616

BANKA HESAP NO:

T.C. Ziraat Bankası
304-40 2053

Yapı Kredi Bankası Anafartalar Şubesi
1035019-9

Türkiye İş Bankası Yenişehir Şubesi
4218-3419634

DİZGİ ve TASARIM

P-YAYINCILIK

Tel: (0.312) 432 54 22 Faks: (0.312) 432 01 93

İÇİNDEKİLER

Bu Sayıda	2
SEL VE METEOROLOJİK UYARILAR Doç. Dr. Mikdat KADIOĞLU	3
EL NIÑO - GÜNEY SALINIMI (ENSO) ve KÜRESEL ETKİLERİ Doç. Dr. Yunus BORHAN	15
MARKOV ZİNCİRLERİNİN HİDROMETEOROLOJİK KULLANIMI Hafzullah AKSOY	25
İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ VE SOSYAL ETKİLERİ Prof. Dr. A. Şemi AKSOY Prof. Dr. Mustafa ÖZGÜREL	27
DOĞAL METEOROLOJİ İSTASYONLARI VE DENDROKLİMATOLOJİ Araş. Gör. Dr. Ünal AKKEMİK Araş. Gör. Halil GERÇEK	31
KÖRFEZ SAVAŞINDA "HAVA GENERALİ" Doç. Dr. Mikdat KADIOĞLU	35
JEOSTATİSTİKSEL YÖNTEM İLE NOKTA VA ALANSAL YAĞIŞLARIN SAPTANMASI VE STOKASTİK OLARAK MODELLENMESİ ÖRNEK HAYZA UYGULAMALARI Mahmut ÇETİN	39

YAYIM KOŞULLARI:

Dergide aşağıdaki konularda çalışmalar ve tercüme yayınlanır. Meteoroloji Klimatoloji, Hidroloji, Çevre, Şehir Meteorolojisi, Hava Kirliliği, Enerji (Hidro-Elektrik, Güneş, Rüzgar, Nükleer) Uzaktan Algılama (Hidroloji ve Meteoroloji konularında) Meteorolojik Doğal Afetler, Oşinografi, Açık Kanal Hidroloji Tarımsal Meteoroloji, İstatistik, Genel Matematik, Genel Fizik, Bilgisayar Uygulamaları.

Dergiye gönderilecek yazılar, A4 kağıdının bir yüzüne daktilo (veya yazıcı) ile çift aralıklı olarak ve 10 sayfayı geçmeyecek, kenarlardan 2.5 cm boşluk olacak şekilde ve ayrıca 3.5'lik diskete kayıtlı olarak gönderilmelidir.

Şekiller, tablolar ve resimler net olmalı. Yapılabiliyorsa şekiller aydınlatıcı kağıdına 0.3-0.4 mm uçlu kalemle çizilmelidir.

Gönderilen eserler şu kısımlardan oluşturulmalıdır. Başlık, Yazarlar (Görevler ve yazışma adresleri), özet (150 kelimeyi geçmemelidir). Metin (Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular, Tartışma, gerekirse Sonuç ve Öneriler), Kaynaklar.

Yazıların yayınlanabilmesi için daha önce başka bir dergide yayınlanmamış olması gerekir. Yazıların her türlü sorumluluğu yazarına aittir.

Yayınlanmayan yazılar geri gönderilmez.

Lisans, Master ve Doktora tezlerinin bir sayfayı geçmeyecek olan özetleri yayınlanır.

DERGİ REKLAM ÜCRETLERİ

Arka Kapak	75.000.000.- TL.
Arka Kapak İç	50.000.000.- TL.
Ön Kapak İç	60.000.000.- TL.
Ön Kapak İç Karşısı	40.000.000.- TL.
İç Sayfalar	20.000.000.- TL.

NOT: Bütün fiyatlar tam sayfa üzerinden verilmiştir. Yarım sayfa reklamlarda ücretin %65'i alınır. Kapak sayfaları için reklamlar renkli baskı olarak yapılır. İç sayfalar için fiyatlar siyah-beyaz olarak verilmiştir. Bu sayfalar için renkli baskı isteminde ayrıca %50 ilave ücret istenir. Sürekli ilanlarda %15 indirim yapılır. (En az üç sayı)

Bu Sayıda

Meteorolojik olaylar her gün gündemimizi doldurmakta ve benzer tartışmalar sürmektedir. 1997 yılı için en fazla konuşulan ve tartışılan konu sel taşkınları oldu. 97'de insanlarımız yatağında sel sularına kapılarak yaşamlarını yitirdiler. Yaşanılanların nedeni olarak el-niño'yu gösterenler de başka nedenler söyleyenler de oldu.

İnsanlarımızın meteorolojik doğal afetlerden zarar görmemesi için neler yapılması gerektiği, meteorolojik karakterli doğal afetler sempozyumunda ortaya kondu. Fakat bu olayın sürekli olarak gündemde tutmak gerektiğine inanıyoruz.

Bu sayımızda sel ve meteorolojik uyarılar konusunda bir makaleye yer veriyoruz. Konuyu yine gündemde tutmak için El-niño'dan söz ediyoruz. Bu konuları sonraki sayılarımızda değişik yönleri ile incelemeye devam edeceğiz.

Meteorolojik verilerin incelenmesinde ve değerlendirilmesinde değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bu sayımızda meteorolojik verilerin Markov zincirleri yöntemi ile incelenmesi konusunda bir makale bulacaksınız.

İklim değişiklikleri sosyal yaşamı doğrudan etkilemektedir. Bu konuda da bir çalışmayı sayfalarımızda bulacaksınız.

Meteoroloji biliminden askerler nasıl yararlanıyorlar? Farklı bir bakış açısı oluşturması için askeri yönden bir değerlendirmeyi sizlere sunuyoruz. Yanlış anlaşılması için şimdiden mesleğimizin savaşlarda değil hep barış ortamlarında kullanılmasını istediğimizi belirtmek istiyoruz. Fakat ABD'nin öncülüğünü yaptığı ve dünyanın onca paralar harcayarak girmeye çalıştığı Körfez de Meteoroloji Disiplini olmadan hareket kabiliyetlerinin ne şekilde değiştiğini görebiliyoruz.

Meteorolojik verilere sahip olamadığımızda proje çalışmalarında sıkıntılarla karşılaşmaktayız. Geçmişe yönelik iklimsel veriler hakkında başka bir yöntemle bilgi edinilebilir mi? İklimsel özellikler hakkında başka disiplinlerden de yararlanılabilir mi? Bu konuyu da gündeme almanın yararlı olacağına inandık. Biliyoruz ki doğa bilimleriyle uğraşanların en büyük sıkıntılarından birisi veri eksikliği veya verilerin süresiz oluşudur. Bu konuda diğer meslek disiplinleri neler söylüyorlar? Konuyla ilgili bir açılımı da sizlere sunuyoruz.

Bu sayımızda bir de doktora tezi özetine yer veriyoruz. İlginizi çekeceğini umuyoruz. Sonraki sayıda buluşmak dileğiyle..

İsmail KÜÇÜK

SEL VE METEOROLOJİK UYARILAR

Doç. Dr. Mikdat KADIOĞLU

Meteoroloji Mühendisliği Bölümü
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Hava tahmini ve fırtına uyarıları, meteoroloji mühendisliğinin topluma sağladığı en önemli ve hayati hizmetidir. Buna rağmen 18-20 Haziran 1990'da seller Trabzon'da büyük ölçüde mal ve can kayıplarına neden olmuştur. Doğu Karadeniz'dekine benzer şekilde, 16-17 Mayıs 1991'de Doğu Anadolu Bölgesi'nde; 25-26 Ağustos 1982'de Ankara ve çevresinde; 1994'de Marmaris'de can ve mal kayıplarına neden olan şiddetli yağışlar görülmüştür. 1995 yılında İkitelli, Senirkent, Rize ve İzmir'de görülen seller de 150 kişiyi kaybettik. Kısacası her yıl Türkiye'nin her bölgesinde sık sık ani aşırı yağışlar ve onların sonucu oluşan sel ile taşkınlar görülmekte ve bunlar büyük can ve ekonomik kayıplarımız olmaktadır.

Türkiye'de meteorolojik karakterli doğal afetlere karşı gelişmiş ülkelerde olduğu gibi erken uyarı ile mücadele

edilemeyişinden dolayı büyük kentlerimizde, normal hava şartlarında dahi güçlkle yürütülen sosyo-ekonomik faaliyetler, kötü hava şartlarında, büyük ölçüde aksamaktadır. Önceden halkın gerçek anlamda uyarılmaması ve yetkililerin bilgilendirilmemesinden dolayı da, az bir kayıpla normale önüşler mümkün olamamaktadır.

Meteorolojik karakterli doğal afetlere karşı alınacak önemler şüphesiz sınırlıdır. ABD gibi, Japonya gibi bu alanda teknolojileri gelişmiş ve imkanları geniş ülkelerde bile fırtınalar gene de önemli hasarlara neden olmaktadır, fakat can kayıpları minimuma indirgenmektedir. Gelişmiş ülkelerde fırtına öncesi halka yapılan fırtına uyarısı ve hazırlıklar Türkiye'de de kısmen yapılabilsse ülkemizde de can ve mal kayıpları daha az olacaktır.

Bu yazıda gelişmiş ülkelerden örnekler verilerek önce sel gözetilmesi sonra da sel uyarısı ile bilgilendirilmiş insanların paniğe kapılmadan tehlike bölgesinden nasıl uzaklaşabileceği anlatılacaktır. Diğer bir deyişle, Türkiye'de günlük yaşamı sık sık felce uğratan, can ve mal kayıplarına neden olan, şiddetli kar yağmur ve bunların sonucu ortaya çıkan çığ, sel ve taşkınlar gibi meteorolojik karakterli doğal afetlere karşı meteorolojistlerin neler yapabileceği gelişmiş ülkelerdeki uygulamalardan örnekler verilerek gösterilecektir.

GİRİŞ

Dünya üzerinde yağmurlar yağmaya başladığından beri arada bir de olsa, nehir ve dereler taşarak etraflarında taşkın ve sellere neden olmaktadır. Seller, çöller dahil, dünyanın her tarafında sık sık görülür. Sel, meteorolojik karakterli bir doğa olayıdır. Her yıl seller, özellikle ani seller, kasırgalar, tornadolar, kuvvetli rüzgarlar ve yıldırımlar gibi diğer meteorolojik karakterli doğa olaylarından çok daha

fazla insan kaybına neden olur. En tehlikeli seller barajların çökmesi sonucu oluşurlardır.

Türkiye'de görülen sellerden birinde, örneğin 18-20 Haziran 1990'da seller Trabzon'da büyük ölçüde mal ve can kayıplarına neden olmuştu. Doğu Karadeniz'dekine benzer şekilde, 16-17 Mayıs 1991'de Doğu Anadolu Bölgesi'nde; 25-26 Ağustos 1982'de Ankara ve çevresinde; 1994'de Marmaris'de can ve mal kayıplarına neden olan şiddetli yağışlar görülmüştü. 1995 yılında İkitelli, Rize ve İzmir'de görülen seller de 160 kişiyi kaybettik. Kısacası Türkiye'nin her bölgesinde sık sık ani aşırı yağışlar ve onların sonucu oluşan sel ile taşkınlar görülmekte ve bunlardan dolayı büyük can ve ekonomik kayıplarımız olmaktadır.

Türkiye'deki sel ve taşkınlarda sel yataklarında olmaması gereken gecekondular veya modern binalar daha çok zarar görüyor ve oralardaki gecekondularda yaşayan vatandaşlarımız can kaybına uğruyorlar. Bununla birlikte, büyük kentlerimizde, normal hava şartlarında dahi güçlük yürütülen sosyo-ekonomik faaliyetler, kötü hava şartlarında, büyük ölçüde aksamaktadır. Önceden halkın gerçek anlamda uyarılmaması ve yetkililerin bilgilendirilmemesinden dolayı da, az bir kayıpla normale dönüş mümkün olamamaktadır. Bunun en büyük nedenlerinden biri, Türkiye'de meteorolojik karakterli doğal afetlere karşı erken uyarı ile mücadele edilememişidir.

Bu çalışmada sel hakkında çeşitli bilgiler ile Amerika Birleşik Devletlerinde (ABD) sel tahmini ve uyarıları hakkında yapılanlardan kısaca incelendikten sonra Türkiye'de sel tahmini ve uyarıları konusunda neler yapılması gerektiği hakkında bazı önerilerde bulunacaktır.

SEL ÇEŞİTLERİ

Seller oluşma süreleri bakımından ikiye ayrılır:

1. Sel (floods). Bir hafta veya daha uzun bir süre içinde oluşabilir.
2. Ani Seller (flash floods). 6 saat içinde oluşabilir.

Ani seller her yerde oluşabilir. Seller oluşma yerleri bakımından dörde ayrılır:

1. **Dere ve Nehir Selleri:** Nehirler boyunca sellerin oluşması doğaldır ve hayatın vazgeçilmez bir

parçasıdır. Bazı nehir selleri mevsimsel olarak kış ve ilkbahar yağışlarının erittiği kar sularının nehirleri doldurması ile oluşur. Dere ve nehirlerin su seviyeleri, yağmurlu fırtınalarda da hızla yükselebilir ve ani seller yağmur kesilmesinden önce başlayabilir. Bir yerdeki sel şartlarını tespit etmek ile oraya sel dalgasının ulaşması arasında çok az bir zaman vardır. Mal ve can güvenliğinin sağlanabilmesi için çok süratli tedbirlerin alınması lazımdır.

2. **Dağlık Alan Selleri:** Şiddetli yağışlı fırtınalar kuru su kanallarını veya küçük çayları, gürül gürül akan tehlikeli sel sularına dönüştürdüğü zamanlarda dağlık alanlarda ve dağlık alanlara yakın yerlerde de ani seller oluşur. Örneğin Arizona'daki kuru vadilerde ani sellerin 58 saniyede gelişebildiği tespit edilmiştir.
3. **Şehir Selleri:** Şehir selleri, şehir içindeki her türlü arazide oluşabilir. Özellikle binalar, yollar ve otomobiller için parklar inşaa edilmesiyle doğal bitki örtüsü yok edilmiş şehirseller alanlarda yağışın toprağa sızması mümkün değildir ve bu nedenle ani seller sık sık oluşmaktadır. Şehirleşme yüzeysel akışı doğal yüzeylere göre 2 ila 6 kat daha arttırır. Caddeler nehirlerle, binaların bodrum katları da ölüm tuzağı kapalı yüzme havuzlarına dönüşebilir?
4. **Kıyı Selleri:** Tropikal fırtınalar ve harikaynlar veya kıyıda uzakta deniz/okyanusta bulunan kuvvetli alçak basınç sistemleri, neden olduğu fırtına kabarması nedeniyle deniz/okyanus sularını kara içlerine sürükleyerek önemli sellere neden olabilir. Benzer şekilde göllerin su seviyesinde herhangi bir nedenle görülen yükselme, göl kıyılarında suyun taşması sonucunda sellere neden olur.

SELİN NEDEN OLDUĞU CAN KAYIPLARI

Sel nedeniyle meydana gelen ölümlerin çoğunu, gelişmiş ülkelerde otomobillerinin içinde sürüklenen insanlar; Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ise sel yataklarına yerleşmiş ve sel için gerektiği gibi uyarılmayan insanlar oluşturmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl ortalama olarak 140 kişi sel ve ani sellerden ölmektedir. Bu ölümlerin yarısı otomobillerin içinde olmaktadır. Dikkat! 30cm veya

30cm'lik su otomobilde insanın hayatını kaybetmesine neden olabilir? Çünkü;

- Suyun 28dm³'lük hacmi, 30kg ağırlığındadır ve bir saat içinde 10 ile 20km yol alabilir.
- Otomobil su içine girdiğinde, suyun momentumu otomobile transfer edilir. Her 30cm'lik su yükselmesi araca etkiyen 250kg'lık yanal bir kuvvete neden olur.
- En önemli faktör suyun kaldırma kuvvetidir. Her 30cm'lik su yükselmesinde, otomobil 750kg'lık suyun yerini alır. Diğer bir deyişle her 30cm'lik su yüksekliği için otomobilin ağırlığı 750kg azalmaktadır.
- Böylece 60cm'lik su bir çok otomobili sürükleyebilmektedir.

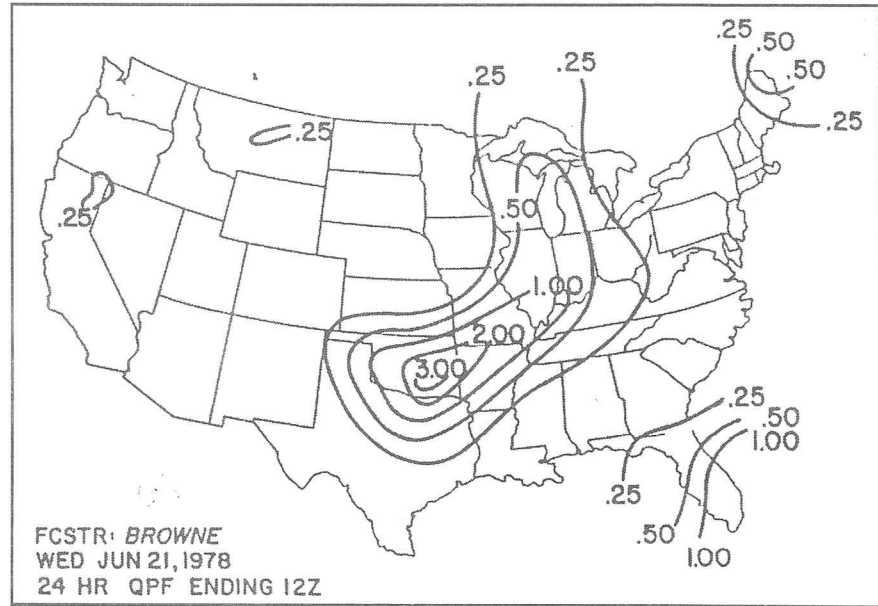
SELLERİN ANALİZİ VE TAHMİNİ

Ülkemizin yer aldığı orta enlemlerde, genellikle ilkbaharın sonları ve yaz nevsiminin başlarında hareketli siklonlar ve onlara bağlı olarak geniş stratiform tipi bulutların neden olduğu (konvektif olmayan) kararlı yağışların yerini, daha küçük ölçekli hava hareketleri ile karakterize edilen, derin konvektif bulutların oluşturduğu konvektif yağışlar alır.

Siklonlar ile birlikte cephe sistemlerinin hareketlerini ve oluşturdukları yağışı tahmin etmek, yerel şartların oluşturduğu sağnaklardan çok daha kolaydır. Ygulamada, orta vadeli sayısal hava tahmin modellerinin sahip olduğu gridler arasında kalarak, modeller tarafından "görülemeyen" küçük ölçekli konvektif yağışların tahmini, ancak ve ancak daha önceki fırtına ve sellere neden olmuş benzer olayların çok ayrıntılı analizlerinden elde edilmiş ipuçlarıyla mümkündür. Diğer bir deyişle, sel tahmini için bilimsel araştırmalar hayati önem taşır.

ECMWF'in Türkiye için tahmin üreten nümerik modelleri, sahip oldukları büyük grid mesafeleri nedeni ile ani sellerin tahmininde yetersiz kalırlar. Bunun için Türkiye şartlarını çok iyi temsil eden küçük ölçekli konvektif yağışları tahmin edebilecek kadar küçük grid mesafeli, hidrostatik olmayan bir yerel modele ihtiyaç vardır.

Ani sel tahmininde öncelikle gelecekteki hava durumu ve bu hava durumuna bağlı olarak gelişecek olan yağış miktarının bilinmesi önemlidir. Bu nedenle Türkiye'de sağlıklı "Nicel Yağış Tahmini" (Quantitative Precipitation Forecast, QPF) yapabilen Türkiye şartlarına adabte edilmiş, gelişmiş hidrostatik olmayan bir "yerel nümerik model" kullanılmalıdır. Böyle bir model ile 1-3 gün öncesinden noktasal yağış miktarları ve dolayısı ile sel alanları sağlıklı bir şekilde belirlenebilir. Böylece 1-3 gün öncesinde muhtemelen sel olabilecek bölgeler tespit edilerek halka "Sel Gözetleme" ihbarları yapılabilir. Şekil 1'de yerel ölçekli nümerik modeller ile bir gün öncesinden ABD için hesaplanan yağış miktarları gösterilmektedir.



ŞEKİL-1- 21 Haziran 1978 saat 12.00 Z'den itibaren ABD'de 24 saat içinde beklenen yağış miktarları inch olarak verilmiştir.

Sel gözetlemeleri yapılan alanlara, yağış halinde yaklaşan bulutlardan düşebilecek su miktarı meteoroloji radarları ile tespit edilerek, en fazla bir saat öncesinden "Sel Uyarıları" yapmak mümkündür. Görüldüğü gibi sel uyarılarında meteorolojik radarlar Nicel Yağış Tahminlerinden sonra devreye girer. Ayrıca meteorolojik radarlardan iyi bir verim alınabilmesi için tüm ülkenin meteoroloji radarlarının kapsamına alınması gerekir. Böylece harita üzerinde, hava sistemlerinin neden olduğu,

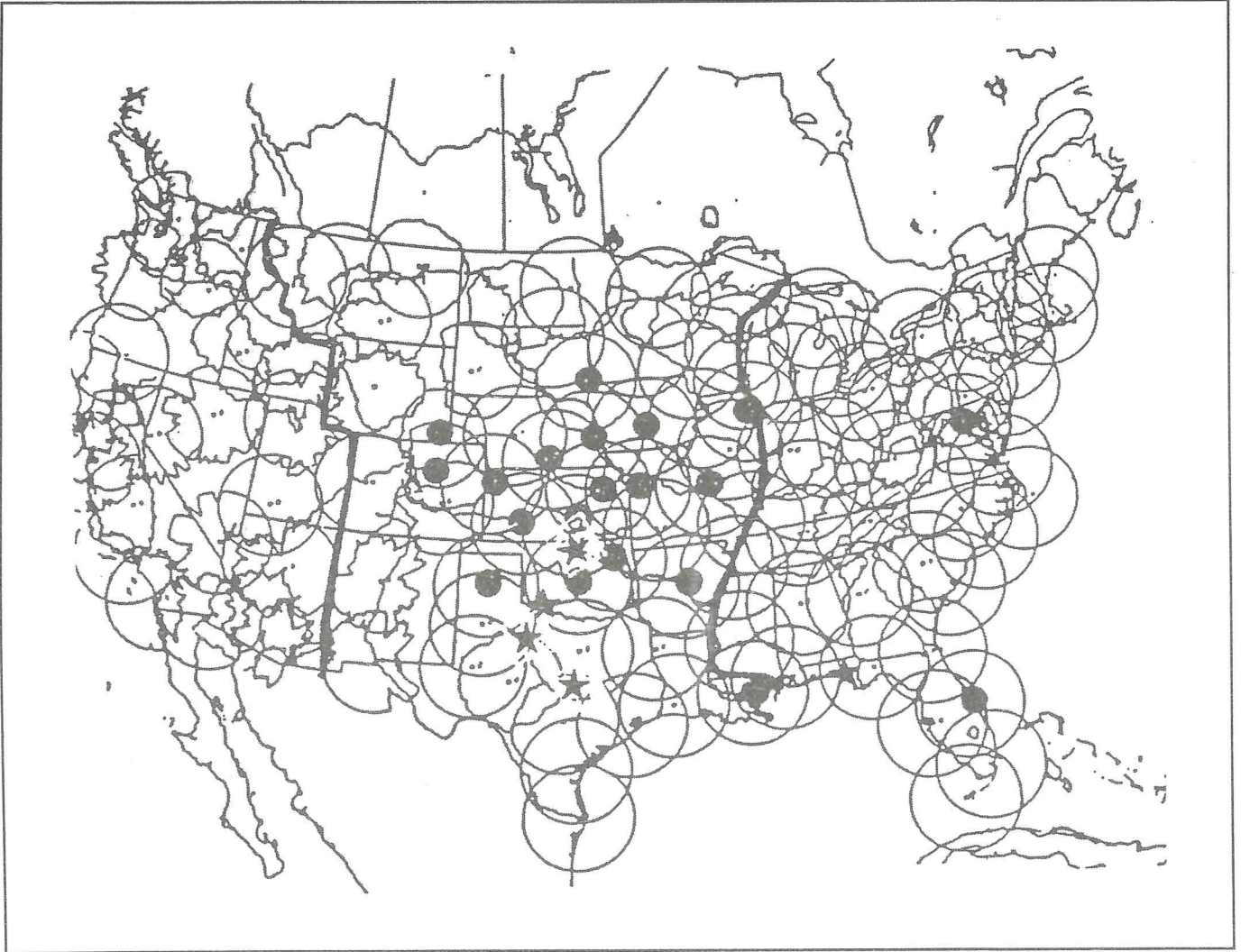
yağışın hareket yönü ve şiddetinin gidişatı görülüp takip edilebilir.

Türkiye'nin dağlık yapısı, sellere neden olan olayların meteoroloji radarları ile sağlıklı bir şekilde takip edilmesini de engelleyecektir. Şekil 2'de ABD'de kullanılan meteoroloji radar ağı gösterilmektedir. Bu şekilde ABD'nin batısındaki dağlık bölgeye dikkat ediniz. Bu bölgedeki radar ağı nispeten düz olan iç ve doğu kıyısına göre oldukça seyrek. Şekil 3'den de görüldüğü gibi ABD'nin batısından yeterli radar ekosu alınamamaktadır. Türkiye'de de sağlıklı bir fırtına analizi ve takibi için dağlık araziye sık bir radar ağı kurmak mümkün değildir. Bu nedenlerden dolayı, Türkiye'nin meteoroloji radarlarından

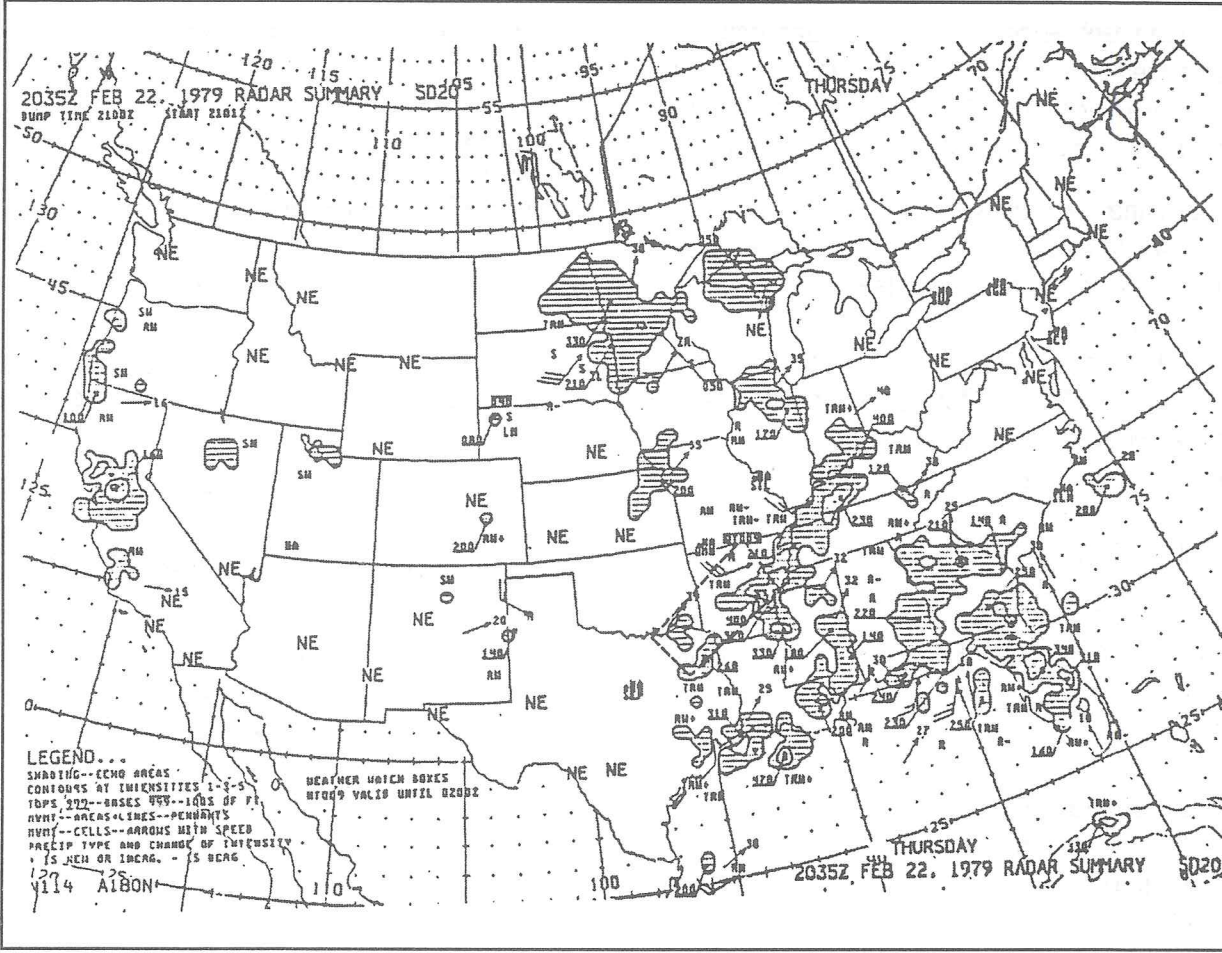
önce dağlık alanlardaki yağış miktarlarını iyi bir şekilde tahmin edebilen state-of-art bir nümerik modele daha çok ihtiyacı vardır.

SEL GÖZETLEME VE UYARILARI

Türkiye'de sel ihbarı "yağışlar yer yer etkili olacak" şeklinde kamuoyu aşırı yağışlar konusunda bilgilendirilmek suretiyle yapılmaya çalışılıyor. Ani sel gibi meteorolojik karakterli doğal afetlere karşı alınacak önlemler şüphesiz sınırlıdır. ABD ve Japonya gibi bu alanda teknolojileri gelişmiş ve imkanları geniş ülkelerde bile fırtınalar önemli hasara neden olabiliyor ve can kaybına yol açabiliyor. Ancak Türkiye'de görüntülü ve yazılı basın tarafından sadece bu ülkelerde



ŞEKİL-2- Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanımda olan meteoroloji radar ağı.



ŞEKİL-3- Meteoroloji radarı bilgilerine ait bir örnek. Bu örnekte 22 Şubat 1979 2035 Z'deki anlık radar ekoları ve kesik kesik çizgilerden oluşmuş bir kutu ile fırtına gözetleme alanı gösterilmektedir.

fırtına sırasında ve sonrasında ortaya çıkan yıkıma ait manzaralar gösteriliyor. Gelişmiş ülkelerde fırtına öncesi halka yapılan fırtına uyarısı ve hazırlıklardan pek haberdar olamıyoruz. Şayet bu uyarı ve hazırlıklar yapılmıyorsa okyanuslara açık ve Türkiye'den çok daha şiddetli fırtınalarla karşı karşıya kalan bu ülkelerde can kaybı daha büyük olurdu.

Derelerin su seviyesi şiddetli yağışların başlamasından bir saat sonra veya daha kısa bir süre içinde beklenenden çok daha hızlı bir şekilde yükselebilir (ani sel). Özellikle ani sellerde, dere ve nehirlerin aşağı kısımlarındaki halkın uyarılması ve bu bölgelerin boşaltılması için en fazla bir saatlik bir süre vardır. Bu yüzden bu bölgelere yerleşmiş

insanların, muhtemel bir sel tehlikesi karşısında bölgeyi en geç bir saat içinde boşaltabilecek şekilde hazır olmaları gerekir.

Bu nedenle, sel ihbarları iki aşamalı yapılır:

1. Tehlikeli hava şartlarından birini doğurmaya uygun hava durumlarında tehlikenin adı fırtına ise fırtına, sel ise sel, kasırga ise kasırga gibi verilerek büyük bir alan için, örneğin İstanbul'dan Antalya'ya kadarlık bir alan için, "Sel Gözetlemesi"nin (Flash Flood Watch) yapıldığı halka yazılı, görüntülü ve sözlü medya ile belirli aralıklarla duyurulur. Şekil 3'de gösterildiği gibi sel gözetleme alanı bir kutu ile harita üzerinde gösterilir.
2. Böylece 1 ila 7 saat arasında bu alanda sel olması ihtimalinin kuvvetli olduğu (yaklaşık olarak 65,000km²lik bir alan) hakkında bilgilendirilmiş olan insanlar artık gece uykularında gafil avlanmazlar. Böylece birinci aşamada büyük bir alanın meteoroloji

tarafından Sel Gözetimine alındığı ilan edilir. Sel gözetimine alınmış olan alan içerisinde sel tehlikesine maruz insanların buldukları yerden daha güvenli bir yere kısa sürede kaçabilmek için zamanları vardır.

3. Sel uyarısına hazır bir şekilde beklediği zaman sel uyarısı yapıldığında dere yatakları gibi sel tehlikesine maruz bölgeler anında terk edilebilir. Sel gözetleme alanına dağılmış gönüllü ve resmi görevli gözcüler buldukları mevkide tehlikenin başlangıcını tespit ettiği an Fırtına Tahmin Merkezi tarafından sadece o nehir ve dere yatağının aşağı kısımlarında yaşayanlar için görüntülü ve sözlü medya ile sürekli "Sel Uyarısı" (Fals Flood Warning) yapılır. Ayrıca yerel yönetimler de sivil savunma sirenleri ile halkı uyarır.

Önceden sel gözetleme uyarısı ile bilgilendirilmiş insanlar bu tehlikeye karşı hazırlıklı olduklarından paniğe kapılmadan çok önceden tehlike bölgesinden uzaklaşabilirler.

Gelişmiş ülkelerde halk genellikle meteorolojik sel uyarılarında paniğe kapılma yerine, sel oluşumu doğrulanana kadar tedbir almada gereğinden daha yavaş davrandığı gözlenmiştir. Son zamanlarda ülkemizde en küçük ihtimalde bile "yağış" hatta "aşırı yağışlar bekliyoruz" şeklinde yapılan tahminler ve uyarılar hava tahmincisini kendisini garantiye alma endişesinden kaynaklanmaktadır. Genellikle insanlar güneşli bir gün için yağış tahmini yapılmasına aldırmazlar. Bununla birlikte yağışlı bir gün için güneşli şekilde yanlış tahmin yapılması kamuoyunun hemen dikkatini çeker. Amerikalıların "Boy Who Cry for Wolf sendromu" dedikleri bu olay bir müddet sonra doğru da olsa yapılacak olan "şiddetli

yağış" uyarılarının kulak arkası edilmesine neden olacaktır.

Aşırı yağışlara neden olabilecek hava sistemlerinin geliştiği ve bu nedenle de sel ihtimalinin bulunduğu yerler Sel Gözetimine alınır. Sel Gözetimindeki yerlerde nehir kıyılarında, nehirlerin su seviyesini gözleyen gözcüler veya nehirlerin su seviyesini otomatik bir şekilde ölçen aletler selin başlangıcını anında haber verir. Sel başlangıcı tespit edilen nehrin yatağı çevresinde sivil savunma sirenleri halka Sel uyarısında bulunur.

Barajlar ve tam olarak kontrol edilemeyen büyük nehirlerde görülen (ani olmayan) sellerin tahmini ise günler öncesinden mümkündür. ABD Ulusal Meteoroloji Teşkilatı nehir ve göl su seviyelerini de rutin bir şekilde tahmin etmektedir (Şekil 4). Bunun için ulusal fırtına tahmin ve erken uyarı merkezinde

NNNN A
ZCZC
SWUS RWRC 211605
RIVER STATEMENT
NATIONAL WEATHER SERVICE OKLAHOMA CITY OK
11:05 AM CST WED JUN 21 1978

ONLY MINOR FLOODING ON LOWLANDS IS EXPECTED ON NORTHEASTERN OKLAHOMA RIVERS.

STATION-RIVER	FS	LATEST STAGE	FORECAST
COPAN OK LITTLE CANEY RVR	21.0	7AM/6.6	A CREST NEAR 22 FEET THIS EVENING WILL CAUSE MINOR AND LOWLAND FLOODING.
BARTLESVILLE OK CAN EY RVR	13.0	7AM/6.6	TO CREST NEAR 3/4 BANKFULL TOMORROW MORNING
RAMONA OK CAN EY	27.0	7AM/17.2	TO CREST NEAR 3/4 BANKFULL TOMORROW MORNING
TAHLEQUAH OK ILLINOIS	11.00	7AM/6.9	TO CREST NEAR 10 FEET AT MIDDAY, TOMORROW

ŞEKİL-4- ABD'de meteoroloji bölge müdürlüklerinde hazırlanan Nehir Seli Uyarılarına ait bir örnek. Bu raporda, nehir ile su seviyesini rapor eden istasyonun isimleri birinci kolondadır. Nehrin feet olarak su seviyesi ikinci kolonda verilmiştir. Su seviyesinin ölçüldüğü zaman üçüncü kolonda ve sel dalgasına ait bilgi de dördüncü kolonda verilmektedir.

- a) Nehir ve nehirleri besleyen derelerde ne kadar su var?
b) Son zamanlarda nehirin su toplama havzasına ne kadar yağış düştü ve ne kadar daha yağış düşmesi bekleniyor?
c) Yağan yağmurun, eğer varsa, ne kadar karın erimesine neden olabileceği?
d) Toprağın nemi ve toprağın ne kadar daha suyu sızdıracağı?
gibi sorulara cevap aramak ile mümkündür.

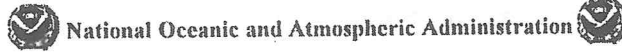
Seller her zaman yağmur yağın yerlerde görülmez. Tüm gün boyunca günlük-güneşlik olan bir yer, kilometrelerce öteden gelen sel suları tarafından tahrip edilebilir. Bu nedenle meteorolojik ihbarlara günlük-güneşlik günlerde de kulak kabartılmalıdır.

SEL UYARISI KİMİN GÖREVIDİR?

Şiddetli fırtınalar ve bunlar ile birlikte oluşan tornadoları, dolu, yıkıcı rüzgarları, ani selleri ve yıldırımını anlamak, tespit etmek ve öngörmek, Ulusal Şiddetli Fırtınalar Laboratuvarları, Ulusal Meteoroloji Teşkilatları ve üniversitelerin Meteoroloji ve/veya Atmosfer Bilimleri Bölümlerinin görevi, kuruluş ve varlıklarının belli başlı nedenidir. Ulusal meteoroloji teşkilatlarının birinci vazifesi zararlı hava şartlarının neden olduğu can kaybını azaltmaktır. Bu nedenle, örneğin, ABD Ulusal Meteoroloji Teşkilatı, Şiddetli Yerel Fırtına, Sel, Ani Sel, Kasırga, Şiddetli Kar, Tipi ve Kuvvetli Rüzgar Gözlem ve Uyarılarını bir kamu kuruluşu olarak tek başına yapar (Şekil 5).

NWS WelcomePage [HomePage]

<http://www.nws.noaa.gov/>



Our Mission: " To provide weather and flood warnings, public forecasts and advisories for all of the United States, its territories, adjacent waters and ocean areas, primarily for the protection of life and property. NWS data and products are provided to private meteorologists for the provision of all specialized services. "

The Met. Office - Aims and Objectives

<http://www.metoffice.gov.uk/sec1/sec1pg4.html>



About The Met. Office



The Met. Office - Aims and Objectives

The Met. Office provides weather and climate-related services to a wide range of customers. We are well known to the public through weather forecasts broadcast on television and radio but also provide specialised services, such as those in support of the Armed Forces and civil aviation, warnings of severe weather events and advice to the Government on climate change. Weather intelligence can also be used to advantage in business planning and operations.

ŞEKİL-5- İngiliz ve Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Meteoroloji Teşkilatlarının görevlerini ve kuruluş amaçlarını kısaca açıklayan internet sayfalarının kopyaları.

BULLETIN

SEVERE THUNDERSTORM WATCH NUMBER 80 NATIONAL WEATHER SERVICE KANSAS CITY MO 6 10 PM CST SAT APR 29 1978

A... THE NATIONAL SEVERE STORMS FORECAST CENTER HAS ISSUED A SEVERE THUNDERSTORM WATCH FOR

... PORTIONS OF NORTH CENTRAL TEXAS

... PORTIONS OF SOUTHEASTERN OKLAHOMA

FROM 6 30 PM CST UNTIL 12 MIDNIGHT CST THIS SATURDAY NIGHT.

LARGE HAIL... AND DAMAGING THUNDERSTORM WINDS ARE POSSIBLE FOR THESE AREAS.

THE SEVERE THUNDERSTORM WATCH AREA IS ALONG AND 60 STATUTE MILES EITHER SIDE OF A LINE FROM 40 MILES SOUTHEAST OF TEMPLE TEXAS TO 45 MILES NORTHWEST OF MC ALESTER OKLAHOMA.

REMEMBER... A SEVERE THUNDERSTORM WATCH MEANS CONDITIONS ARE FAVORABLE FOR SEVERE THUNDERSTORMS IN AND CLOSE TO THE WATCH AREA... PERSONS IN THESE AREAS SHOULD BE ON THE LOOKOUT FOR THREATENING WEATHER CONDITIONS AND LISTEN FOR LATER STATEMENTS AND POSSIBLE WARNINGS.

ŞEKİL-6- 29 Nisan 1978 günü Teksas'ın orta kısmı ve Güneydoğu Oklahoma için yayınlanan Şiddetli Fırtına Gözetleme Bülteni. Bültende şiddetli fırtına potansiyeli olan spesifik alanlar, şiddetli fırtınaların beklendiği zamanlar ve şiddetli aktivite tahminlerinin kısa bir tanımı verilmekte ve tavsiyelerde bulunmaktadır.

Örneğin ABD'de aşağıdaki kriterler oluştuğunda Ulusal Meteoroloji Teşkilatı Bölge Müdürlükleri Şiddetli Yerel Fırtına Uyarısı yaparlar (Şekil 6).

Önemli olaylar (Hales, 1988):

- Tornadolar
- 5cm veya daha büyük çaplı dolu
- 65 knot veya daha büyük rüzgar hamleleri
- Bir ölü, 3 veya daha fazla yaralı, ya da 50,000\$'dan daha fazla ekonomik kayıba neden olan hava olayları.

ABD ve İngiltere'dekilerine benzer şekilde tüm dünyada yağışların sele neden olup olamayacağını tahmin edebilecek kuruluş Ulusal Meteoroloji Teşkilatıdır. Bunun için yurt dışındaki ulusal meteoroloji teşkilatları, örneğin, bulut içerisindeki yağışa dönüşebilir su miktarını hesaplayabilen, geçmişteki selleri analiz

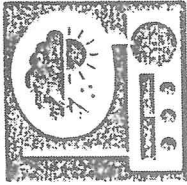
edebilen, modern sinoptik-dinamik yöntemler yanında mezo-ölçekte hava analizi yapabilen elemanlar ile donatılmıştır.

Dünyada olduğu gibi tüm meteorolojik karakterli doğal afetlere karşı erken uyarı sistemleri kurmak ve işletmek Türkiye'de de tek başına Devlet Meteoroloji İşlerimizin görevi olmalıdır. Bunun için meteoroloji teşkilatımız gerekli elemanlar ve teknoloji ile donatılmalı ve bu işi yapabilecek şekilde bir an önce reorganize olmalıdır.

METEOROLOJİ RADYOSU

Bilindiği gibi ülkemizde kısa dalgadan yayın yapan bir meteoroloji radyosu vardır. Kısa dalgadan yayın yapan bir radyomuz dünyanın bir çok yerinde dinlenebilmekte ise de yurt içinde her radyo alıcısından dinlenebilmesi mümkün değildir. Halbuki meteoroloji radyosunun yayınladığı bilgiler herkesi ilgilendirmekte ve dolayısı ile

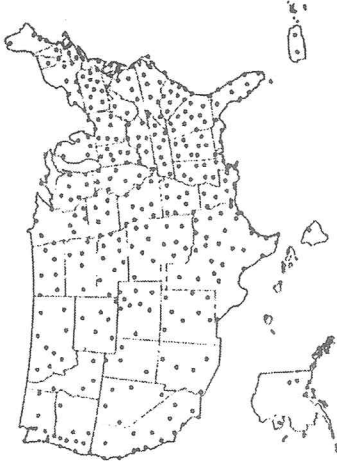
NOAA WEATHER RADIO NETWORK



Legend-Frequencies are identified as follows:

- (1)-162.550 MHz
- (2)-162.400 MHz
- (3)-162.475 MHz
- (4)-162.425 MHz
- (5)-162.450 MHz
- (6)-162.500 MHz
- (7)-162.525 MHz

Location	Frequency	Location	Frequency	Location	Frequency
Alabama		California	continued	Kansas	
Anniston	3	Monterey	2	Dodge City	3
Birmingham	2	Red Bluff	1	Ellsworth	2
Detroit	1	Redding (P)	1	Topeka	2
Dubuque	3	Sacramento	1	Wichita	1
Florence	3	San Diego	2	Kentucky	
Huntsville	2	San Francisco	6	Ashland	1
Louisville	3	San Luis Obispo	2	Coving Green	2
Mobile	1	Santa Barbara	2	Elizabethtown (R)	2
Montgomery	3	Colorado		Hazard	2
Muskegon	2	Alamosa (P)	3	Lexington	2
Nacogdoches	2	Colorado Springs	3	Louisville	2
Alaska		Denver	1	Louisville	2
Anchorage	1	Fort Collins	5	Maryfield	2
Barrow	1	Grand Junction	1	Plover (R)	2
Chadron	1	Greeley	2	Somerset	1
Delta	2	Longmont	1	Louisiana	
Homer	2	Pueblo	2	Alexandria	3
Junesau	1	Stirling	2	Baton Rouge	3
Ketchikan	1	Connecticut		Buras	1
Kodiak	1	Hartford	3	Libayette	1
Nome	1	Meriden	2	Monroe	2
Painesville	1	New London	1	Morgan City	3
Portland	1	Dallas		New Orleans	1
Sierra	1	Lewis	1	Shreveport	2
Valdez	1	Arizona		Maine	
Wrangell	2	Flagstaff	2	Caribou	7
Yakutat	2	Lake Powell	1	Ellsworth	3
Florida		Phoenix	2	Portland	1
Bay Bridge	2	Tucson	1	Maryland	
Daytona Beach	2	Tomb	1	Baltimore	2
Fort Myers	3	Arkansas		Beltsville	3
Gainesville	3	Fayetteville	3	Chattanooga	3
Jacksonville	2	Fort Smith	3	Salisbury	3
Meriden	2	Greenville	1	Massachusetts	
Miami	2	Jonesboro	1	Boston	3
Orlando	3	Little Rock	1	Hyannis	1
Panama City	1	Mountain view	2	Worcester	1
Pensacola	2	Star-City	2	Michigan	
Tallahassee	1	Terre Haute	3	Alpena	1
Tempe	1	Texas		Detroit	2
West Palm Beach	3	Bakerfield (P)	1	Flint	1
Idaho		Coachella (P)	1	Hampton	2
Boise	1	Eureka	2	Marquette	1
Lewiston (P)	1	Los Angeles	1		
Pocatello	2	Lindsay	6		
Twin Falls	2				
Illinois					
Champaign	1				
Chicago	4				
Clinton	1				
Madison	1				
Moine	1				
Peoria	3				
Rockford	3				
Springfield	2				
Indiana					
Bloomington	5				
Evansville	1				
Fort Wayne	1				
Indianapolis	3				
Lafayette	3				
South Bend	3				
Terre Haute	2				
Missouri					
Central Rapids	3				
Des Moines	1				
Dubuque (P)	2				
Sioux City	3				
Waterloo	1				
Nebraska					
Chadute	2				
Cody	1				
Concordia	1				



Local weather warnings with alerting tones

Current local/district weather forecasts & readings

Marine, agriculture & hydrologic information

Most broadcast times from 1000-1100 AM through U.S. air carrier 1000-1100 AM frequencies

To buy treatment contacts for local radio/TV contact information contact National Weather Service Office

ŞEKİL-7- Amerika Birleşik Devletlerindeki Meteoroloji Radyosu verici ağı ve bu konuyu fanatıcı broşür.

herkes tarafından kolayca ulaşılabılır olmalıdırlar. Bununla birlikte ABD'de NOAA "Ulusal Meteoroloji Teşkilatının Sesi" olarak ülke sathına yayılmış 450'nin üzerinde meteoroloji radyosu gün boyunca 24 saat kesintisiz hava tahmini, meteorolojik ihbarlar ve diğer bilgileri halka ulaştırmaktadır (Şekil 7).

ABD'de Meteoroloji Radyosunun yayınları 5 dakikada bir tekrarlanır ve yayınlanan hava tahminleri bir ila üç saat arasında bir periyotla yenilenir. Şiddetli bir hava olayı oluştuğunda rutin yayın kesilerek dinleyiciye bulunduğu alanda gelişen fırtına hakkında bilgi verilerek, meteorolojik gözlem ve uyarılar yapılır. Meteorolojik uyarı verildiğinde, meteoroloji radyosu vericisinin bulunduğu 65km'lik alanda özel hava radyoları (kapalı olsalar bile) özel bir ses tonu ile sinyal verir. NOAA meteoroloji radyosu 162.40 ila 162.55 MHz arasında yedi FM bantından yayın yapar.

1994 Palm pazar günü, Alabama Kilisesinde bir tornado nedeniyle 20 kişiden fazla insanın ölmesi ABD Başkan Yardımcısı Al Gore'un hava radyolarının, (yangın) duman dedektörleri kadar yaygınlaştırılması için kanun tasarısı hazırlamasına neden olmuştur. Gore'un tasarısından sonra, devlet daireleri ve sanayi kuruluşları, özel işletmeler birer hava radyosu ile donatıldı. Arkwright Mutual Sigorta şirketi müşterilerine 10,000 adet hava radyosu dağıttı.

NOAA'nın 19.08.1997 tarihli basın bildirisine göre şu an ABD'de, aynı bölgede ama çok uzakta oluşan şiddetli hava olayları için hava radyolarının yanlış alarm vermemesine çalışılmaktadır. Bunun için geliştirilen "Specific Area Message Encoding (SAME)" sistemi ile donatılan yeni hava radyoları, kişinin isteğine göre sadece belli bir alandaki uyarıları almak üzere ayarlanabilecektir.

Ülkemizde ise meteoroloji bölge müdürlüklerine konulacak basit FM vericileri ile normal radyolardan duyulabilen yerel hava durumu ve fırtına bilgileri halka sürekli olarak ulaştırılabilir. Meteoroloji radyoları, özellikle yağışlı ve fırtınalı günlerde diğer radyolardan daha fazla dinleyiciye sahip olacaktır. Sınırlı reklam alınması ile kendini amorti edebilecek olan bu radyo vericileri özel girişimciler tarafından da çalıştırılabilir.

Olağan dışı hava şartlarında meteoroloji radyosunun yayınları, diğer özel radyolardan da verilmelidir. Bunun için RTÜK yasasında gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada sel, ani sel uyarıları ve sellerden korunma konusu ele alınmıştır. Türkiye'de bu konudan sorumlu olan kurumun açıklığa kavuşturulması, Devlet Meteoroloji İşleri (DMI) Genel Müdürlüğünde kalifiye elemanların çalıştırılması, DMI'nin asli görevlerini yapabilecek şekilde yeniden düzenlemesi, DMI'nin teknolojik eksikliklerinin tamamlanması sonuçlarına varılmış ve aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur:

1. Bu sorunun gerçek çözümü için, Türkiye'de günlük yaşamı sık sık felce uğratan, can ve mal kayıplarına neden olan, şiddetli kar, yağmur ve bunların sonucu ortaya çıkan çığ, sel ve taşkınlar gibi meteorolojik karakterli doğal afetlere karşı DMI'ye bağlı Fırtına Tahmin ve Erken Uyarı Merkezinin bir an önce kurulup işletilmesi gerekir.

Bu tür bir uyarı merkezi, komşu ülkelerdeki nükleer ve kimyasal kazalardan veya başka nedenlerden dolayı atmosfere salınacak kirleticilerin hava parselleri ile ülkemize doğru taşınması durumlarında da halkın (radyoaktif ve kimyasal kirlenmeye maruz kalmadan) uyarılması ve korunması çalışmalarına da büyük ölçüde katkıda bulunacaktır.

2. Başta sivil savunma ve güvenlik güçleri olmak üzere halk arasından gönüllü veya resmi görevli meteoroloji gözcüleri seçilmelidir. Bu gözcüler, meteorolojik afetlerde neleri gözleyip, nereye, nasıl bilgi vereceği hakkında bilgilendirilmeli ve gerekli haberleşme araçları ile donatılmalıdır.
3. Şiddetli yağış ve fırtına gibi ağır hava şartlarında, semt sakinlerinin uygar bir düzen içerisinde can ve mal kayıplarını en aza indirgeyerek

yaşamlarını devam ettirebilmesi için, trafik görevlilerinin, polis, güvenlik ile zabıta güçlerinin, itfaiye ve kanalizasyon vb. belediye birimlerinin koordineli çalışabilmesi ve zamanında problemlere müdahale edebilmesi gerekir. Bunun için de, ileri ülkelerde olduğu gibi, ilgililerin zamanında ve doğru bir şekilde ulusal fırtına merkezi tarafından bilgilendirilmeleri ve yerel bir merkez tarafından koordine edilmeleri şarttır.

4. Bu konuda halkın bilgilendirilmesi (özel ve resmi) TV ve radyolar ile yapılmalıdır. Afet anında normal haberleşmenin aksaması durumunda da pil ile çalışabilen radyolar ile halkın bilgilendirilmesine devam edilecektir. Meteoroloji Radyosunun Türkiye'nin her tarafından ve kötü hava şartlarında da kolayca dinlenebilecek bir şekilde ve içerik bakımından yeniden düzenlemesi gerekir. Bunun için DMİ Genel Müdürlüğünden yapılan kısa dalga radyo yayını, DMİ Bölge Müdürlüklerine kaydırılarak FM ve AM bantlarından yapılmalıdır.

Halkın, meteoroloji radyosunun ihbarlarına duyarlı el radyolarını bulundurmaya özendirilmesi gerekir. Bu tür haberleşme ve bilgilendirme sisteminin kurulması için, özel ve resmi yerel TV ve Radyo'ların DMİ Bölge Müdürlüklerine bağlı olarak "Afet Anında Zorunlu Yayın" yapmalarının RTÜK tarafından sağlanması gerekir. Bununla birlikte sivil savunma sirenlerinin mahalle bazında yaygınlaştırılması gerekir.

Ayrıca yerel TV istasyonları meteorolojik radar bulundurmalı ve fırtına anında bu radar ile yağışın yeri ve şiddeti konusunda halkı sürekli bilgilendirip uyarmalıdır. İleri ülkelerde olduğu gibi yerel ve özellikle ulusal TV'lerde hava durumunun sunulması ve yorumlanması için mutlaka meteorologlardan yararlanılması gerekir.

5. Türkiye'de kurulacak olan Fırtına Tahmin ve Erken Uyarı merkezinin uluslararası standartlardaki

uzmanlar ile donatılması ise kaçınılmaz bir şarttır. Hava tahmin ve fırtına uyarıları, meteoroloji mühendisliğinin topluma sağladığı en önemli ve hayati hizmetlerdir. Bu amaca yönelik yetiştirilen meteoroloji mühendislerinin bu hizmeti yerine getirebilmesi için Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde yeterli sayıda istihdam edilmeleri gerekir. Meteoroloji gerçek anlamda uzmanlık gerektiren bir bilim dalıdır.

6. Sele neden olabilecek aşırı yağmurların önceden tahmini ve oluşum anında tespiti için, "real time" (anlık ve sürekli) gözlem ve verilere ihtiyaç vardır. Bu tür gözlemler ise sadece, tehlike öncesi ve tehlike anında operasyonda olan, meteorolojik radar, uydu ve bilgisayarlar ile uzman kişiler tarafından yapılabilir. Diğer gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de "real time fırtına teşhisi ve uyarısı"nı mümkün kılacak olan kalifiye eleman, teknoloji ve bilgiyi transfer etmemiz gerekir. Bunun için mezuniyet sonrası ve meslek için eğitimlerine önem verilmelidir.
7. Sel Gözetleme ve Sel Uyarısını yapabilmek için, gözlenen meteorolojik özelliklerin neye işaret ettiği ancak daha önceki sellere ait bilgilerin bilimsel olarak değerlendirilmesiyle mümkündür. Bu nedenle sel ve fırtına tahmini için önceki sellerin ayrıntılı meteorolojik etüdülerinin yapılması ve benzer olayların tekrarında onları çok önceden teşhis edebilmekte kullanılacak ipuçlarının belirlenmesi gerekir. Bunun için daha önceleri Türkiye'de sel ve taşkınlara neden olan yağmur fırtınalarına ait hava sistemleri sürekli ve bilimsel araştırmalara tabi tutulmalıdır. Sağlıklı bilimsel çalışmalar yapılabilmesi için de DMİ - üniversite işbirliği şarttır.
8. Özellikle sel hesaplamalarında, topoğrafya, toprak nemi, arazi kullanımı ve benzeri yerel şartlar önemli rol oynar. Bu nedenle il ve ilçe

ölçeğinde yapılacak hava tahminleri bölgeyi yakından tanıyan DMİ Bölge Müdürlüklerindeki meteorologlar tarafından yapılmalıdır. DMİ Genel Müdürlüğünün ülke bazında yaptığı genel hava tahminlerini, DMİ Bölge Müdürlükleri yerel şartlara göre yorumlayıp sorumlu oldukları il ve ilçelere duyurmalıdır. Benzer şekilde sel ve diğer meteorolojik karakterli gözlem ve uyarılar bölge müdürlükleri tarafından yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Hales, J. E., 1987: *An examination of the National Weather Service severe local storm warning program and proposed improvements*. NOAA Tech. Memo. NWS NSSFC-15.
- NOAA, 1981: *Floods, Flash Floods and Warnings Pamphlet*.
- Pearson, A. D., 1988: *Severe-Thunderstorm Prediction, Warning, and Disaster Preparedness: Programs of the National Weather Service*. In *The Thunderstorm in Human Affairs*, 2nd edition, Ed. E. Kessler, Univ. of Oklahoma Press, Norman.

9. Türkiye'de sağlıklı "Nicel Yağış Tahmini" (Quantitative Precipitation Forecast, QPF) yapabilen gelişmiş bir Yerel Nümerik Model'e ihtiyaç vardır. Böyle bir modelle 2-3 gün öncesinden noktasal yağış miktarları ve dolayısı ile sel alanları sağlıklı bir şekilde belirlenebilir. Bu nedenle, meteoroloji radarlarından önce Türkiye kendi şartlarına uyarlanmış, gelişmiş nonhidrostatik bir "yerel nümerik model" satın alarak operasyona koymalıdır.
10. Bulutlardan yere olan elektrik boşalımı, yani yıldırımlar, yıldırım dedektörleri ile tespit edilebilmektedir. Yaklaşan bir fırtınadaki yıldırımların zamansal ve yerel dağılımı fırtına öngörüsü ve ihbarları için de yararlı bilgiler taşır. Ayrıca yıldırımlardan dolayı ortaya çıkan orman yangınlarını erkenden ihbar eden yıldırım dedektörlerinin Türkiye'de bir an önce kullanıma alınmasında büyük yararlar vardır.
11. Selden korumanın yolları da: (1) Sel yataklarına yerleşmemek, (2) Meteorolojik sel gözetleme ve uyarılarına anında uymak, (3) Görünüşe aldanmayarak dibi görülmeyen hiç bir sel suyuna otomobil ile girmemek, (4) Yakın bir yerde sel oluşumunun görüldüğü veya duyulduğu an hemen daha yüksek güvenli yerlere tırmanmak ve/veya kaçmak şeklinde özetlenebilir. Bu konuda halkın broşür ve benzeri şekillerle bilgilendirilmesi gerekir.

EL NIÑO - GÜNEY SALINIMI (ENSO) ve KÜRESEL ETKİLERİ

Doç. Dr. Yunus BORHAN

Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü
İstanbul Teknik Üniversitesi

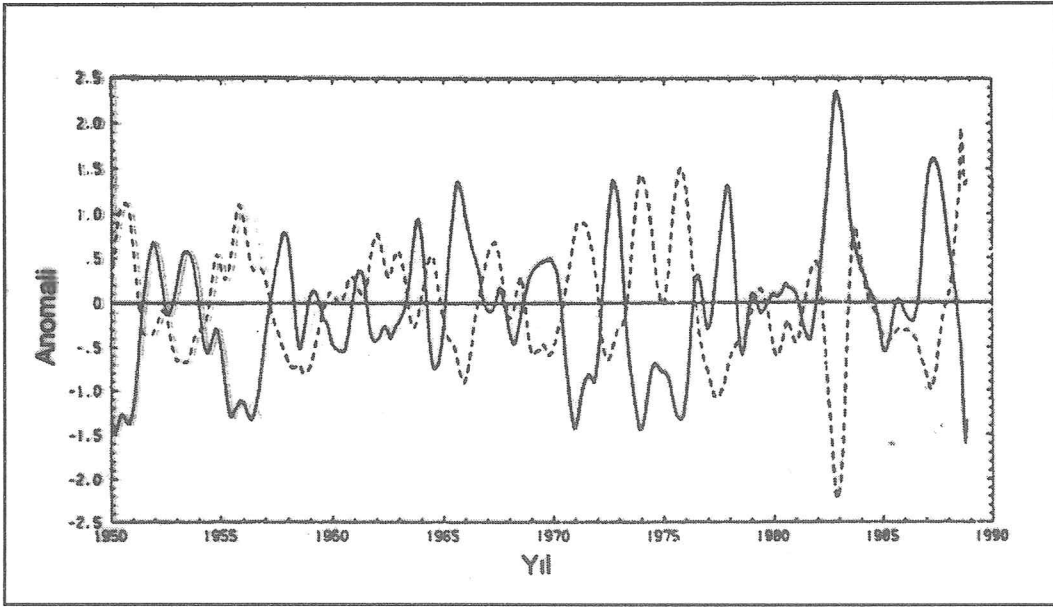
GİRİŞ

Dünya üzerinde hava ve iklimde yıldan yıla olan değişikliklerde en göze çarpan etkilerden biri El Niño-Güney Salınımı (ENSO) olayıdır. Yüzey basınçlarında küresel ölçekte bir salınımın mevcudiyetini ve bu basınç salınımının karakteristiklerini, sıcaklık ve yağıştaki değişimlerle ilgisini ilk defa Sir Gilbert Walker ortaya koymuştur. 1920 'lerde Güney Amerika'daki bilim adamları El Niño 'nun lokal etkilerini belgelemek için çalışırken, Walker Asya Musonunun öngörüsünü yapmak için bir yöntem bulmak üzere Hindistan'a gönderilmiştir. Walker tüm dünyaya ait hava kayıtlarını incelerken Pasifik'in doğu ve batı kıyılarında bulunan istasyonlardaki barometre kayıtları arasında belirgin bir ilişki olduğunu farketmiştir. Doğuda basınç yükseldiği zaman batıda genellikle basıncın düştüğünü, doğuda

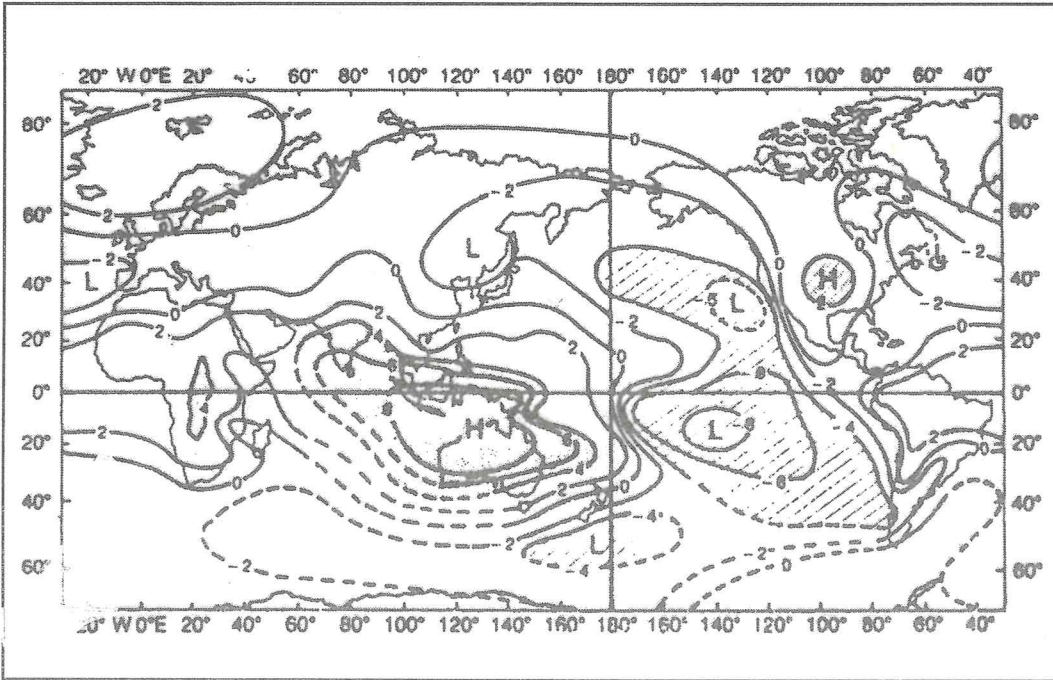
düştüğü zaman batıda yükseldiğini görmüştür. Walker Güney Pasifik'te doğu-batı doğrultusunda basınçta tahtirevalli şeklindeki bu yükselme ve alçalmaya Güney Salınımı (SO) ismini vermiştir. Böylece SO atmosferdeki küresel bir doğal bağlantı paternidir. Bu salınımın yapısı, Kuzey Avustralya'da Darwin (12,4 °S, 130,9 °E) ve Tahiti'de (17,5 °S, 149,6 °W) basınçlardaki ters değişimlerden görülebilir (Şekil -1). Bu istasyonlarda yıllık ortalama basınçlardaki korelasyon - 0,79'dur (Şekil -2).

SO esas olarak atmosferik kütledeki bir salınımdır. Bu salınım, doğu ve batı yarımküreleri arasında hava alışverişini sağlar. Bu hareketin aksiyon merkezleri Endonezya ve güney Pasifik okyanusu üzerinde bulunur. SO'nun aksiyon merkezleri birbirlerine ekvator düzlemi boyunca zonal bir doğu-batı sirkülasyonu ile bağlanmıştır. Bu sirkülasyonda batı pasifikte yükselici hareket, doğuda inici hareket vardır. Bjerknes bu sirkülasyona "Walker Sirkülasyonu" demiştir (Şekil -3). Hernekadar ilk incelemeler Pasifik Okyanusunda SO ve deniz yüzeyi sıcaklıkları arasında bir ilişki olduğunu göstermişse de tropikal Pasifik'teki atmosferik ve okyanusal değişimlerin ikili yapısı Bjerknes tarafından ortaya konulmuştur. Walker sirkülasyonu ve deniz yüzeyi sıcaklıklarındaki değişimler ile ilişkisi bugün kesin olarak kanıtlanmış fiziksel bir olgudur.

El Niño (EN), ENSO'nun okyanusal bileşenidir ve tropikal Pasifik'te deniz yüzeyi sıcaklıklarındaki temel değişimler olarak kendini gösterir. Fakat terminoloji karıştırılmaktadır. İspanyolca Niño, "çocuk" demektir. El Niño terimi (Christ Child anlamında) Ekvador ve Peru kıyılarındaki balıkçılar tarafından, bu bölgede 25 Aralık civarında yani yaklaşık Christmas zamanı başlayıp birkaç ay devam eden sıcak okyanus akımını göstermek için kullanılmıştır. Birkaç yılda bir alışılmadık dışında büyük ısınmalarla kendini gösteren El Niño olayları lokal ve bölgesel ekoloji üzerinde çok



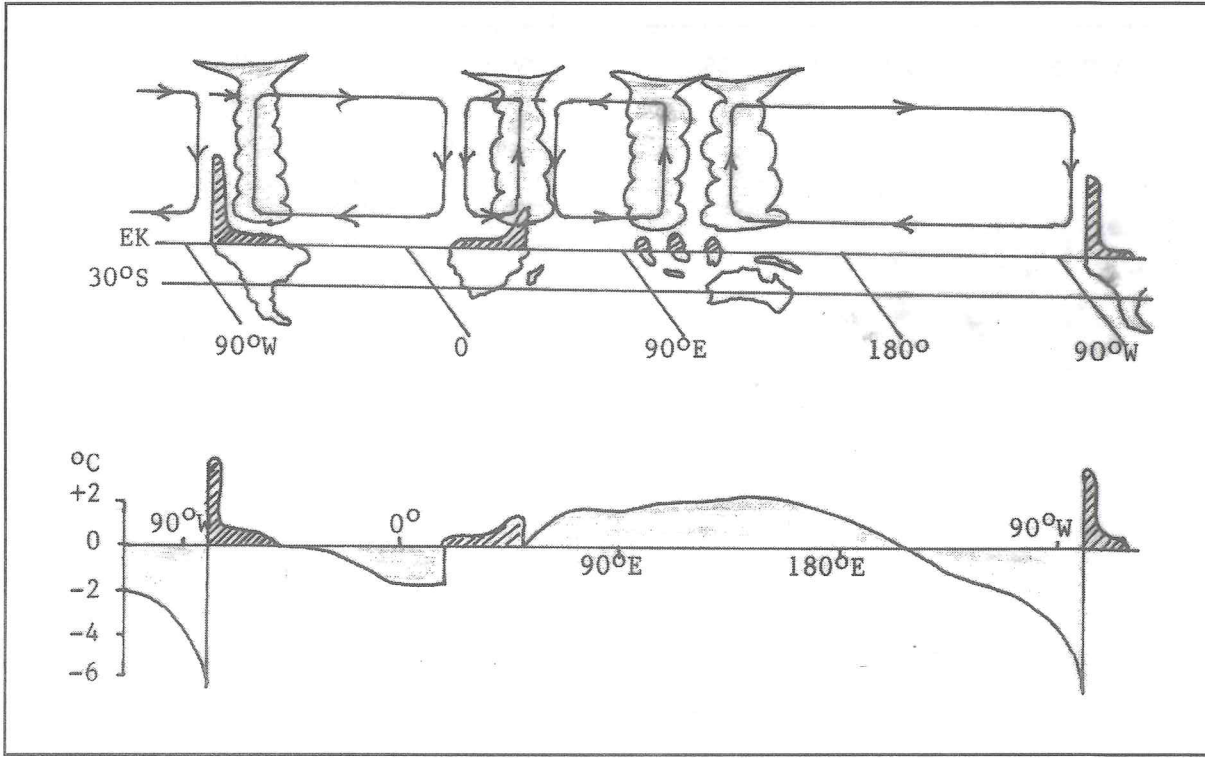
Şekil -1- Darwin (düz çizgi) ve Tahiti'de (kesikli çizgi) deniz seviyesi basınçlarındaki anomaliler.



Şekil -2- Yıllık ortalama deniz seviyesi basınçlarının Darwin'le korelasyonları (x10).

büyük etkiler oluşturur. EN sadece güney Amerika kıyılarındaki olayı gösterir. Bununla beraber bu kıyısız ısınma yaklaşık gün çizgisine (180° boylamı) kadar uzanan tüm tropikal Pasifik'teki anormal bir okyanus ısınması ile birlikte olduğundan Güney Salınımı ile birleştirilir.

Böylece ENSO olayları, SO ekstremeleri (Basınç Darwin'de yüksek, Tahitide alçak) ve El Niño'nun aynı anda görüldüğü olaylardır. Ayrıca, sadece doğu tropikal Pasifik okyanusunun değil üzerindeki tüm atmosferin ısınmasına da neden olduğu için ENSO olayları "Sıcak Olaylar" şeklinde de adlandırılır.



Şekil -3- Ekvator boyunca ortalama Walker sirkülasyonunun şematik gösterilişi. Deniz yüzeyi sıcaklığının ekvatoral zonal ortalamadan sapması alttaki şekilde gösterilmiştir.

maktadırlar. SO ve EN'nun tam ters fazı olarak "Soğuk Olaylar" şeklinde bilinen ve soğuk suyun ekvator boyunca uzanması şeklinde tanımlanan anti El Niño olayları 1985'te Philander tarafından "La Niña" olarak adlandırılmıştır. Bununla beraber, yüzey sıcaklıklarındaki değişimler Güney salınımı olmaksızın da meydana gelebilir. Bu nedenle, özellikle EN kıyasal bir olay olarak oluştuğunda SO ve EN'nun bire bir ilişkilendirilmeleri gerekmez.

El Niño olaylarının sınıflandırılabilmesi için, özellikle kıyı deniz suyu sıcaklıklarının yanısıra, bu suları etkileyen meteorolojik, hidrolojik ve oseanografik değişikliklerin de bilinmesi gereklidir. Bu bilgiler doğrultusunda El Niño olayları, çok kuvvetli, kuvvetli ve orta kuvvette olmak üzere üç sınıfta incelenebilir. Bunlara ilaveten zayıf El Niño olaylarının varlığından bahsedilse de güvenilir bilgilerin ve parametrelerin olmaması nedeniyle açık bir

sınıflandırma yapılamamaktadır. Çok kuvvetli El Niño olayları (1877-78, 1891, 1925-26, 1982-83 ve 1994) güneybatı Ekvador ve kuzeybatı Peru'nun kıyı bölgelerinde aşağıda belirtilen karakteristiklerin tümü veya çoğu ile kendini göstermiştir:

- 1- Pik aylarda normalin 6-12 °C üzerinde deniz yüzeyi sıcaklıkları anomalilerine ulaşan çok yüksek deniz ve hava sıcaklıkları.
- 2- Normal olarak kurak olan kıyasal ovalarda oraj, aşırı yağış sel ve erozyon.
- 3- Kıyı boyunca deniz seviyesinde önemli bir artış.
- 4- Kuzey ve orta Peru kıyılarının tropikal nektonlar tarafından istilası.
- 5- Evlerin, yüksek binaların ve bazı durumlarda tüm şehrin sel suları altında kalması.

- 6- Hidrolojik kuvvetler tarafından köprülerin, kara ve tren yollarının tahrip edilmesi nedeniyle ulaşımın kesilmesi.
- 7- Guano kuşlarının kıyı adaları terketmesi.
- 8- Hidrojen sülfid'in açığa çıkmasıyla meydana gelen çok kötü koku ve ayrışmanın sonucu olarak Guano kuşları da dahil çeşitli deniz organizmalarının toplu ölümleri.
- 9- Tarım ürünleri ve çiftlik hayvanlarının yok olması.
- 10- Tropikal hastalıkların yayılmasına sebep olan koşulların oluşması.
- 11- Kıyıdaki balıkçılığın ve balık yemi üretiminin şiddetle azalması.
- 12- Güneydoğu Peru'da ve Bolivya'nın komşu bölgelerinde kuraklığa bağlı açlık.
- 13- Sübtropikal ve kuzey Şili'de anormal kış (Güney Yarımküre) yağışlarının meydana gelmesi.
- 14- El Niño'nun başlangıcından yaklaşık 6-15 ay önce doğu veya güneydoğu Peru'da ve Bolivya'nın komşu bölgelerinde sık sık çok kuvvetli anti-El Niño yağışları, sel baskınları ve toprak kaymaları.
- 15- Genel anlamda ekolojik dengenin bozulması.

Kuvvetli El Niño'lar yukarıda çok kuvvetli El Niño'lar için belirtilen özelliklere benzer özellikler gösterirler fakat daha zayıf etkilere sahiptirler. Örneğin, en yüksek aylık deniz yüzeyi sıcaklığı değeri normal değerinden 3-5 °C daha fazladır. 1932, 1940-41, 1957-58 ve 1972-73 yıllarında meydana gelen El Niño olayları kuvvetli olaylardır.

Orta kuvvetteki El Niño'lar yukarıda belirtilen karakteristiklerden birkaçını gösterebilir fakat bunların derecesi en alt seviyededir ve etki sahaları (zaman ve yer olarak) en az düzeydedir. Bunlarda en yüksek aylık deniz yüzeyi sıcaklığı normal değerinin 2-3,5 °C üzerindedir. 1918-19, 1923, 1930-31, 1976 ve 1987 El Niño'ları orta kuvvetteki olaylardır.

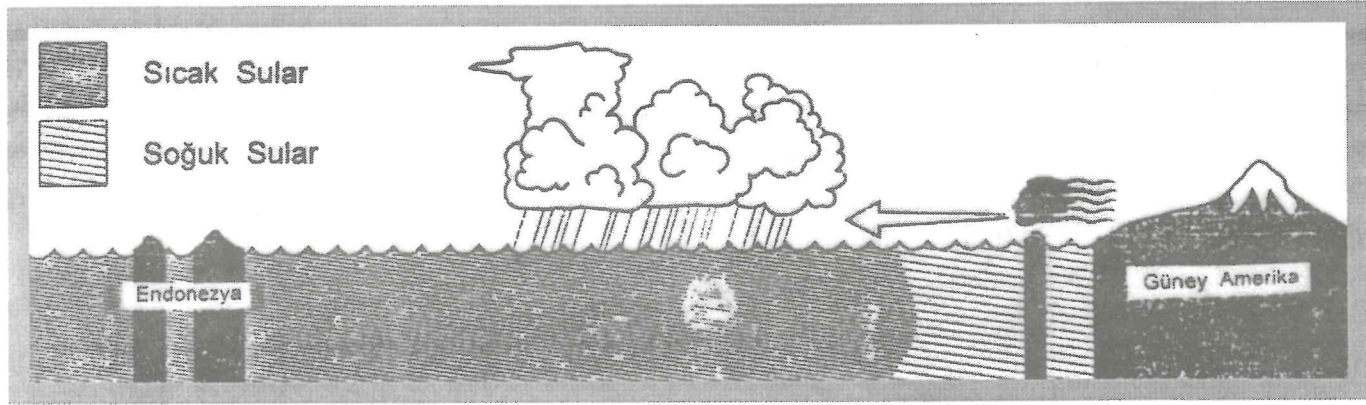
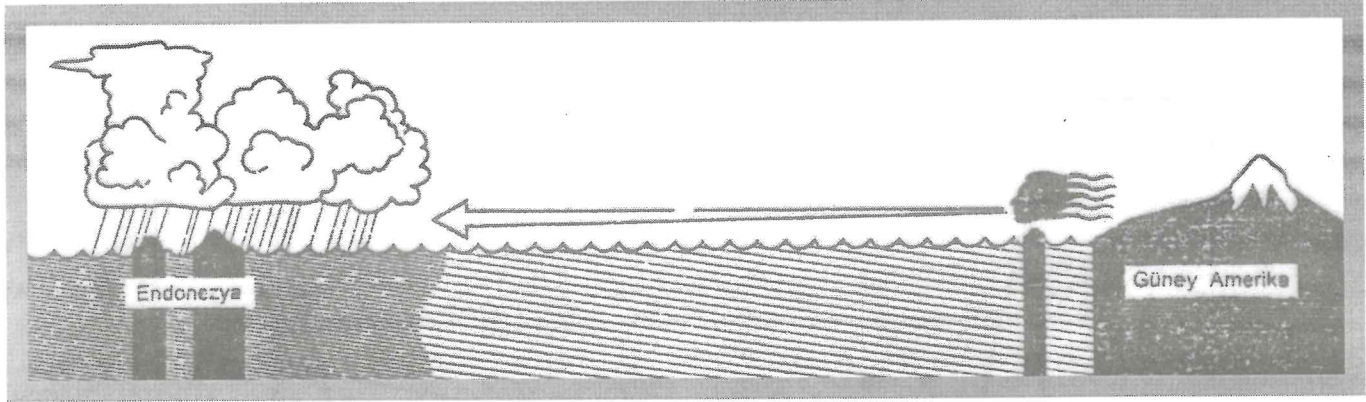
Tipik olarak, orta kuvvetteki El Niño'lar genellikle Ocak ve Mart ayları arasında ortaya çıkarlar ve esas olarak Haziran veya Temmuz ayında sona ererler. Bununla beraber, bazen takip eden Kasım-Mart periyodunda

küçük bir ikincil termal pik gösterirler. Kuvvetli ve çok kuvvetli El Niño'lar genellikle Ocak ve Mart ayları arasında ortaya çıkarlar, deniz sıcaklıklarında Şubat ve Haziran arasında birinci ve takip eden Kasım ve Mart arasında ikinci bir pik gösterirler. Şüphesiz, 1940-41 kuvvetli ve 1982-83 çok kuvvetli El Niño olaylarında olduğu gibi bazen bu durumdan sapmalar olabilir. Güney Yarımküre yazı esnasında meydana gelen bu El Niño'lar kuvvetli bir mevsimsel zorlama tarafından oluşturulmuşlardır.

Son 50 yıl içinde Güney Amerika kıyılarını 14 El Niño etkilemiştir. Bunların çoğunda sadece kıyı boyunca değil aynı zamanda Galapagos Adalarındaki ve Ekvator boyunca uzanan 5000 mil genişliğindeki bir kuşakta da su sıcaklıkları yükselmiştir. Zayıf olaylarda su sıcaklıkları sadece 1 °C yükselmişken, "1982-83 El Niño olayı gibi çok kuvvetli olanlarda sadece lokal hava ve denizciler değil aynı zamanda tüm küre üzerindeki iklim şartları da etkilenmiştir. Bu yıl son 5 ay içinde Pasifik Okyanusunda kuvvetli bir ENSO gelişmiştir. Geçtiğimiz Ağustos ayında orta ve doğu Pasifik'te okyanus su yüzeyi sıcaklıklarında son 50 yılın en büyük artışı gözlenilmiştir. Böylece bu yılki El Niño, son 50 yılda gözlenen 14 El Niño olayının içinde en kuvvetli olanlardan biridir.

EL NIÑO ve İKLİM

El Niño ve kürenin uzak kısımlarındaki iklimsel etkileri arasındaki ilişkiyi anlamak için çalışmalar hala sürmektedir. Bu konudaki ilk ipucu onlarca yıl önce İngiliz bilim adamı Sir Gilbert Walker tarafından bulunmuştur. Walker tarafından Güney Salınımı olarak tanımlanan salınım "yüksek-indeks" inde olduğu zaman, yani eğim kuvvetli olduğunda basınç Pasifik'in doğu tarafında yüksek, batı tarafında düşüktür. Bu durumda, Ekvator boyunca doğu-batı yönündeki basınç farklılığı Galapagos adalarından hemen hemen Endonezya'ya kadar uzanan doğulu yüzey rüzgarlarını oluşturur. Eğim azaldığı zaman "alçak-indeks", doğulu rüzgarlar zayıflar. Eğimdeki ve doğulu rüzgarların şiddetindeki en büyük değişimler batı Pasifik üzerinde meydana gelir. Alçak-indeks yıllarında gün çizgisinin batısında doğulu rüzgarlar genellikle kaybolur, oysa doğusunda sadece zayıflar. Alçak-indeks fazı genellikle El Niño şartlarıyla birlikte bulunur. Böylece,



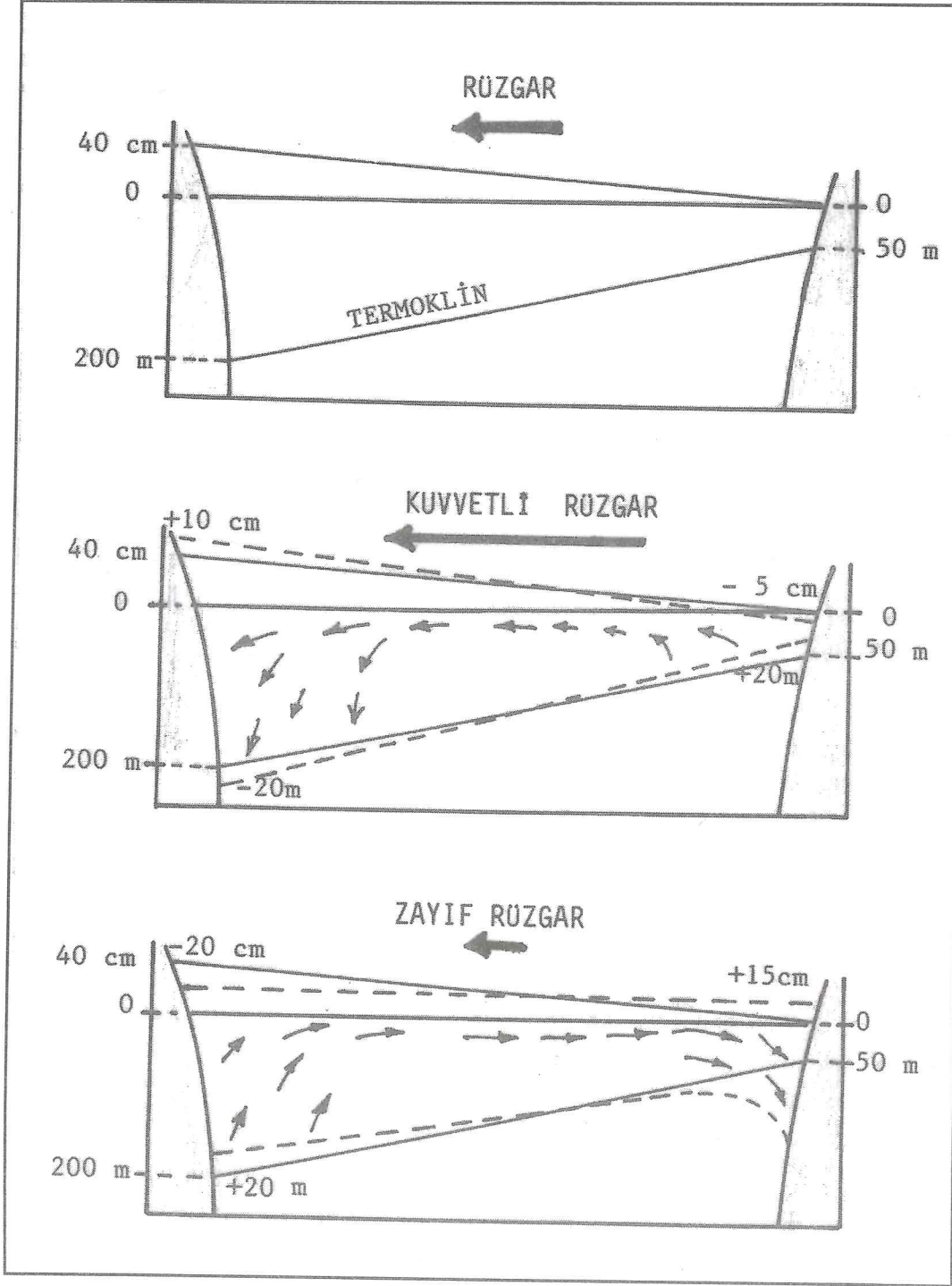
Şekil -4- El Niño'nun Ekvatorial Pasifik'teki yağış dağılımına etkisi. Üst şekil: Normal yıllardaki durum. Alt şekil: El Niño yıllarındaki durum.

El Niño ekvatorial Pasifik'teki yağış dağılımını değiştirir. Normal yıllarda ekvator boyunca olan doğulu yüzey rüzgarları sıcak yüzey suyunun Pasifik'in batısında Endonezya civarında birikmesine sebep olur. Orta Pasifik ise daha serindir. Bu durumda Endonezya üzerinde kuvvetli yağışlar görülür. El Niño esnasında doğulu yüzey rüzgarları zayıflar ve doğu Pasifik'e çekilir. Orta Pasifik ısınır ve yağış alanı doğuya doğru kayar (Şekil -4).

Walker, alçak-indeks'in hakim olduğu yıllardaki muson mevsimlerinin Avustralya, Endonezya, Hindistan ve Afrika'nın bir kısmında kuraklıklarla belirginleştiğini farketmiştir. Ayrıca alçak-indeks kışlarının batı Kanada'da alışılmadık dışında ılıman geçmeye meylettğini de ileri sürmüştür.

Daha sonraki yıllarda araştırmacılar Güney Salınımına ait yeni bilgiler elde etmişlerdir. Örneğin, Ekvatoryel Pasifik'in ortasındaki Desert adaları çok daha gür bitki örtüsüne sahip birçok ada kadar yağış almasına rağmen çoraktır. Çünkü bu adalar alçak-indeks yılları esnasında günlerce, aylarca çok kuvvetli yağışlar almasına rağmen birçok yıl çok az yağış alır veya hiç yağış almaz. Bu durumun nedeni tropiklerdeki yağış dağılımında dramatik değişimlere sebep olan Walker'ın tanımladığı basınç salınımlarıdır.

Alçak-indeks şartlarıyla birlikte oluşan alışılmadık dışındaki yüksek deniz-yüzeyi sıcaklıkları, zayıf doğulu rüzgarlar ve kuvvetli yağışlar arasındaki ilişkiyi ilk defa 1960'lı yılların sonunda Jacop Bjerknes görmüştür.



Şekil -5- Ekvatorial Pasifik'in değişen rüzgarlara göre termal yapısının davranışı.

Sonuç olarak, El Niño'nun sıcak suları ve Walker'ın Güney Salınımlarının basınç alçalma ve yükselmeleri aynı olayın parçalarıdır. Bu olay ENSO kısaltması ile gösterilir.

EL NIÑO'NUN OKYANUS ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

El Niño'nun okyanusu nasıl etkilediğini anlamak için önce yüzey rüzgarlarının normal yıllar esnasında suyu nasıl hareket ettirdiğini ve ortaya çıkan hareketlerin su sıcaklıklarını ve besin ağındaki kimyasal besleyicilerin miktarını nasıl etkilediğini incelemek gerekir. Bu inceleme iki ayrı bölge gözönüne alınarak yapılabilir.

(1) Galapagos adalarından batıya gün çizgisinin ötesine kadar uzanan Ekvatoryal Pasifik

(2) Peru ve Ekvador'un kıyı suları.

Ekvator boyunca esen doğulu rüzgarlar ve Peru ve Ekvador kıyıları boyunca esen güneydoğulu rüzgarların her ikisi de yüzey suyunu kendileri ile birlikte sürüklerler. Dünyanın dönüşü, ortaya çıkan yüzey akımlarını kuzey yarımkürede kuzeye doğru, güney yarımkürede güneye doğru saptırır. Bu nedenle, yüzey suları ekvator dan ve kıyı çizgisinden uzaklaşacak şekilde saptırılır. Yüzey suyunun uzaklaştırdığı yerlere alttan soğuk, besleyici değeri yüksek su yükselir. Bu olaya "upwelling" denir. Hem ekvatoryal upwelling ve hem de kıyasal upwelling 100 milden daha az bir genişlikteki dar bir bölgede yoğunlaşmıştır.

Ekvator boyunca esen rüzgarlar alttan yükselen suyun özelliklerini de etkiler. Rüzgarların olmaması durumunda, sıcak yüzey suyu ile alttaki derin soğuk suyu ayıran ve termoklin denilen tabaka hemen hemen yataydır. Doğulu rüzgarlar sıcak yüzey suyunun Pasifik'in batı tarafında birikmesine sebep olur. Sıcak suyun yoğunluğunun düşük olması nedeniyle rüzgarlar tam kuvvetinde estiği zaman Pasifik'in batı tarafındaki deniz seviyesi doğu tarafındakinden yaklaşık 50 - 55 cm daha yüksektir. Bu durum, doğuda termoklin'in hemen hemen yüzeye kadar yükselmesine ve batıda alçalmasına sebep olur (Şekil -5).

Termoklin'in altındaki soğuk su kimyasal besin maddeleri

bakımından zengindir. Termoklin'in yeteri kadar sığı olduğu yerlerde rüzgarın meydana getirdiği karışım, besin değeri yüksek suyu yüzey suyu ile karıştırır. Güneş ışığı altında fitoplankton denilen çok küçük canlı türleri suyun içindeki besinleri kullanarak klorofil oluşturur. Son derece hızla büyüyen bu fitoplanktonlar bir hafta içinde mevcut tüm besinleri bitirirler ve bu zaman içinde ölümler ve dibe çökerler. Kısa ömürleri esnasında bu canlılar uydu görüntülerinde yeşilimsi su parçacıkları şeklinde görünürler. Böylece bunlar yüzeye besin getiren yükselici akımların bulunduğu yerleri belirten göstergeler olarak kullanılırlar.

Yükselici akımla gelen ve civarından daha soğuk olan bu su, deniz yüzeyi sıcaklıklarını gösteren infrared uydu görüntüleri kullanılarak uzun süre izlenebilir. Bu suyun infrared görüntülerindeki görünüşü, Güney Amerika kıyısından ekvator boyunca batıya doğru uzanan belirgin bir "soğuk dil" şeklindedir.

Böylece, rüzgarlar upwelling'i ve upwelling fitoplankton oluşumunu kontrol eder. Fitoplankton oluşumu da zooplankton denilen çok küçük deniz hayvanlarının yaşamlarını etkiler. Sonuç olarak, bu durum deniz besin ağının daha yüksek seviyelerindeki bütün yaratıkları etkiler.

El Niño yıllarında doğulu rüzgarlar zayıflar ve doğu Pasifik'e doğru çekilir. Bu periyotta okyanus şu şekilde davranır:

- Termoklin batıda yükselir, doğuda alçalır ve böylece ekvator boyunca düzleşir. Yeter derecede derin olduğundan kıyı upwelling'i artık alttaki soğuk, besin değeri yüksek suları yukarı taşıyamaz
- Ekvatoryal upwelling zayıflar ve bunun sonucu olarak yiyecek ağına sağlanan besin temini azalır.
- Deniz yüzeyi sıcaklığında görülen soğuk dil zayıflar veya ortadan kalkar.
- Deniz seviyesi batıda alçalarak ve doğuda yükselerek düzleşir. Yüzey suyu ekvator boyunca doğuya doğru akar.

Tipik olarak birkaç ay sonra, bağıl olarak sıcak olan su bölgenin doğu sonuna ulaştığı zaman, sahil boyunca kuzeye ve güneye doğru dönmeye zorlanır. Bu durum sardalyelerin ve diğer balık türlerinin de bu akımla birlikte hareket etmesine ve deniz seviyesinin yükselmesine sebep olur. Bu etkiler Kanada kadar kuzeyde ve orta Şili kadar güneyde hissedilir.

DENİZİN RÜZGARLAR ÜZERİNE ETKİSİ

Okyanus ve atmosfer sürekli etkileşim halindedir. Deniz yüzeyi sıcaklığında meydana gelen değişimler rüzgarları etkiler. Doğulu rüzgarlar tam kuvvetinde estiği zaman ekvatorial Pasifik boyunca olan soğuk su upwelling'i üzerindeki havayı soğutur ve bu bölgede yükselici hareketlerin oluşumunu engeller. Sonuç olarak, normal yıllarda okyanusun bu kuşağı belirgin bir şekilde bulutsuzdur ve ekvatorial kuşaktaki yağmur büyük ölçüde Endonezya yakınında, batı Pasifikte yoğunlaşmıştır.

El Niño olayının başlangıç safhasında doğulu rüzgarlar zayıfladığı ve doğuya doğru çekildiği zaman upwelling zayıflar ve okyanus ısınır. Okyanus üzerindeki nemli hava da ısınır. Bu durum, ekvator boyunca kuvvetli yağmurlar meydana getiren derin konvektif bulutların oluşması için uygun bir zemin hazırlar. Böylece okyanus sıcaklıklarındaki bu değişim batı Pasifik üzerindeki ana yağmur kuşağının doğuya doğru kaymasına sebep olur. Atmosfer de bu duruma uyar ve orta ve doğu Pasifik üzerinde basınç düşer, Endonezya ve Avustralya üzerinde basınç yükselir. Bu durum doğulu rüzgarların daha fazla zayıflamasına ve doğuya doğru çekilmesine sebep olur.

Pasifik'te rüzgar ve deniz arasındaki bu etkileşimin kuvveti her iki yönde verilen impuls arttıkça artar. Okyanus ve atmosferdeki küçük pertürbasyonlar El Niño tam olarak gelişinceye kadar birbirlerini şiddetlendirebilirler.

EL NIÑO'nun KÜRESEL SONUÇLARI

Pasifik'te okyanus ve atmosfer arasında devam eden etkileşimdeki karmaşık değişimler lokal ekosistem ve bu

bölgeden çok uzak bölgelerdeki iklim şartları üzerinde bir etkiye sahip olabilir. Dünya çapındaki bu etki, kürenin büyük bir kısmı üzerindeki rüzgar paternlerini etkileyen tropikal yağışlardaki kaymalarla iletilir. Gözlemler, ENSO olayları esnasında tropikler arası konverjans zonunun (ITCZ) güneye, güney Pasifik konverjans zonunun (SPCZ) kuzeydoğuya doğru hareket etmeye meylettiğini göstermiştir. Bunun sonucu olarak, bu iki konverjans zonu batı Pasifik'te birleşir ve sık sık ekvator civarında gün çizgisinin doğusunda yaygın bir konveksiyon oluşur. Bu durum Hadley sirkülasyonunu kuvvetlendirir, Walker sirkülasyonunu zayıflatır.

Çok büyük kaya parçalarından oluşmuş bir engelin üzerinden akan bir hava akımı düşünelim. Bu engel rüzgar altı tarafında akım yönünde konumları sabit oluk ve sırtlardan oluşmuş bir dalga treni oluşturur. Engeli oluşturan kayalardan birinin yeri değişirse dalga trenin de şekli değişir ve oluk ve sırtlar farklı yerlerde oluşur. Yoğun tropikal yağmur bulutları da, tıpkı engeller gibi deniz seviyesinden yaklaşık 8 - 10 km yukarı seviyelerdeki akım paternini bozar. Hava akımlarındaki bu dalgalar, musonların konumlarını, fırtına güzergahlarını ve yukarı seviyelerdeki kuvvetli rüzgar kuşaklarını oluşturan jet akımlarının konumlarını belirlerler. El Niño yıllarında, genellikle Endonezya ve Pasifik'in uzak batısı üzerinde merkezlenmiş yağmur alanları, doğuya doğru orta Pasifik'e hareket ettiği zaman, bu durumdan yukarı seviye akımlarındaki dalgalar etkilenir ve kürenin birçok bölgesi üzerinde mevsimsiz havalardan oluşmasına sebep olur.

El Niño'nun ılıman enlemlerdeki iklim üzerine etkileri kışın daha açık olarak kendini gösterir. Örneğin, El Niño kışlarının çoğu Batı Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri'nin kuzey kısımlarında ılımandır ve Teksas'tan Florida'ya kadar uzanan güneyi üzerinde yağışlıdır. İsrail'de yapılan bir çalışma, El Niño yıllarında İsrail'in kış aylarında normallerinden daha fazla yağış aldığını göstermiştir. El Niño ılıman iklimleri diğer mevsimlerde de etkiler. Fakat kış mevsiminde bile, El Niño ılıman iklimleri etkileyen birçok faktörden sadece biridir. Bu nedenle, El Niño yılları daima tropiklerin belirli

kısımlarında bulunan tipik El Niño koşulları ile kendini göstermez.

EL NIÑO ÖNGÖRÜSÜ

Mevsimlerin gidişi düzenlidir ve bu sebepten öngörüsü yapılabilir. Oysa El Niño, iki yıldan on yıla kadar uzanan düzensiz aralıklarla tekrarlanır ve tekrarlanan iki olay tam olarak birbirinin aynı değildir. Örneğin, bu yüzyılın en kuvvetlisi olan 1982-83 El Niño olayı bilim adamlarını hazırlıksız yakalamıştır. Bu olayının öngörüsü bilim adamları tarafından yapılamamış ve hatta başlangıç evresi farkedilememiştir. Çünkü daha önceki otuz yıldakilerden farklı olarak bu olay Ekvatordaki normal doğulu rüzgarlardan daha kuvvetli bir periyottan sonra oluşmamıştır. Ayrıca bu özel olay alışılmadık dışında senenin sonlarında meydana gelmiştir. Geriye bakıldığında, bu olayın başlangıcı, tüm ekvatorial pasifik boyunca Galapagos adalarından Endonezya'ya kadar uzanan doğulu yüzey rüzgarlarının zayıflamaya başladığı 1982 Mayıs'ına kadar uzanır. Bu dönemde gün çizgisinin batısında rüzgar batılı olmuş ve fırtınalı bir periyot ortaya çıkmıştır. Birkaç hafta içinde okyanus, rüzgar şiddeti ve yönündeki değişimlere tepki vermeye başlamış ve Orta Pasifik'teki Christmas adalarında deniz seviyesi 10 cm kadar yükselmiştir. Ekim ayında deniz seviyesi Ekvador'un 6000 mil doğusuna kadar yayılacak şekilde yaklaşık 30 cm yükselmiştir. Deniz seviyesi doğuda yükselirken aynı anda, batı Pasifikte deniz seviyesi düşmüştür. Galapagos adaları ve Ekvador kıyıları boyunca deniz yüzeyi sıcaklıkları 21 -22 °C'lık tipik seviyelerinden 27 -28 °C'a yükselmiştir.

Sayısal El Niño modelleri, hava öngörülerinde kullanılanlar kadar güvenilir değildirler, fakat tipik bir olayın karakteristiklerini ortaya çıkaracak kadar gelişmişlerdir. Son yıllarda çeşitli araştırma grupları tarafından bireysel El Niño olaylarının geliş ve gidişlerinin ve bu olaylar oluşmadan önce dünya üzerindeki hava paternleri üzerindeki etkilerinin öngörüsünü yapmak için çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan şimdiye kadar alınan sonuçlar mükemmel olmamasına rağmen, bir veya iki mevsim sonraki periyot esnasında hakim olacak iklimsel

koşullar hakkında, sıcaklık ve yağış normal olacak demekten daha iyi göstergeler vermektedir. Bu tip modeller, önceki El Niño olaylarını tanımlayan rüzgar şiddeti gözlemleri, okyanus akımları, deniz seviyesi ve ekvator boyunca termoklin'in derinliği gibi yeni bilgilerle desteklendikçe, okyanus atmosfer sisteminin birkaç mevsim veya yılda nasıl gelişeceğini gösterecektir. Bu nedenle, farklı kaynaklardan mümkün olduğunca eski yıllara dayanan dökümanlar toplanmaya devam edilmektedir. Bu kaynaklar ;

- Su-yüzeyi sıcaklıkları kayıtları: Ekvatordan geçen ticari gemilerden bir yüzyıl boyunca milyonlarca rapor toplanılmıştır. Peru kıyılarındaki Puerto Chicama, 1930'lardan beri düzenli olarak su sıcaklıklarını rapor etmektedir.
- Günlük atmosferik basınç ve yağış gözlemleri: Avustralya, Darwin'de olduğu gibi bazı istasyonlar 100 yıldan daha eskilere uzanan kayıtlara sahiptirler.
- Güney Amerikalı balıkçı kayıtları.
- Peru ve Ekvador kıyıları boyunca yerleşen İspanyol kolonistlerin 15. yüzyılın sonlarına kadar uzanan kayıtları.

Ayrıca, ağaçların yıllık büyüme halkalarının genişlikleri incelenerek de geçmiş yıllardaki El Niño 'lara ait ipuçları elde edilebilir. Böyle modeller kompleks sistemlerin nasıl çalıştırılacağını test etmeye de yardım eder. Böyle bir test, modellerin geçmişteki El Niño olaylarını tahmin etmedeki başarısını gösterir. Eğer modeller yeteri kadar gerçekçi ise, gelecekteki durumların öngörüsünü yapmak için de kullanılabilirler.

ENSO olayları ne zaman meydana geleceği önceden tam olarak tesbit edilemeyen olaylardır. ENSO'nun oluşumundaki bu karmaşıklık, bir miktar yeterli çalışmaların eksikliğinden, bir miktar da ENSO olayının net bir tanımlanmasının yapılamamasından kaynaklanmaktadır. Sadece meydana geldiği bölgeyi değil, bütün atmosferi etkileyen ENSO'nun ve ENSO ile ilgili olarak ortaya çıkan diğer tüm etkilerin tam olarak anlaşılmasına bağlı olarak, pek çok meteorolojik olayın

yanısına, kuraklık sonucunda gözlenen açlığın (Kenya, Etyopya), sağlık problemlerinin ve diğer ekonomik olumsuzlukların da çözümünün sağlanabileceği varsayılmaktadır. Gelecekte dünyanın ısınması sonucunda ENSO olaylarının nasıl değişim göstereceği bilinmemektedir. Güney salınımla, aktif gazların artması sonucu meydana gelen sera etkisinin arasında gözlenebilecek muhtemel bir geri besleme mekanizması da, bu olayın gelecekteki muhtemel davranışının önceden tahminini zorlaştıracaktır.

KAYNAKLAR

- 1- Jones, P.D., and R.S. Bradley, 1992: *Climatic Variations over the Last 500 Years, Climate Since AD 1500*, ed. A. Raymond, 649-662.
- 2- Kadioğlu, M., 1997: *El Niño ve Türkiye'de Olası Etkileri*, *EİEİ dergisinde* baskıda.
- 3- Kahya, C., 1997: *El Niño - Güney Salınımları (ENSO)*, İ.T.Ü. Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Dinamik Klimatoloji Dönem ödevi.
- 4- Nicholls, N., and R.W. Katz, 1991: *Teleconnection and Their Implications for Long Range Forecasts, Teleconnections Linking Worldwide Anomalies*, ed. M.H. Glantz, R.W. Katz and N. Nicholls, 511-525. Cambridge, Cambridge University Press.
- 5- NOAA, 1994: *El Niño and Climate Prediction, Reports to the Nation, Spring 1994, No.3*.
- 6- Philander, S.G.H., 1995: *El Niño*, Microsoft ENCARTA 96 ENCYCLOPEDIA, 1993-1995 Microsoft Corporation.
- 7- Quinn, W.H. and V.T. Neal, 1992: *The Historical Report of El Niño Events, Climate Since AD 1500*, ed. A. Raymond, 623-648
- 8- Trenberth, K.E., 1991: *General Characteristics of El Niño-Southern Oscillation, Teleconnections Linking Worldwide Anomalies*, ed. M.H. Glantz, R.W. Katz and N. Nicholls, 13-43. Cambridge, Cambridge University Press.
- 9- WMO, 1984: *The Global Climate System, A Critical Review of the Climate system during 1982-1984, Climate System Monitoring*.
- 10- http://www.weizman.ac.il/Press_Releases/El_Niño_and_Israel.html

MARKOV ZİNCİRLERİNİN HİDROMETEOROLOJİK KULLANIMI

Hafzullah AKSOY

İnşaat Fakültesi, Hidrolik Anabilim Dalı
İstanbul Teknik Üniversitesi

GİRİŞ

Geniş zaman aralıklarında (yıllık olarak) ele alınan hidrometeorolojik uygulamalarda, hidrometeorolojik büyüklüklerin aldığı değerlerin birbirinden bağımsız olduğu, çoğunlukla yapılan ve yanlış olmayan bir kabuldür. Ancak, ele alınan hidrometeorolojik büyüklüğün incelendiği zaman aralığı küçüldüğünde (ay, hafta ve güne indiğinde) bağımsızlık kabulü doğru bir kabul olmaktan çıkar ve hidrometeorolojik büyüklüğün ardışık zaman aralıklarında aldığı değerlerin birbirinden etkilendiğinin gözönünde bulundurulması zorunluluğu doğar. Hidrometeorolojik büyüklükler olarak, hidrolojiden akış ve meteorolojiden de yağış ele alırsak, yıllık ortalama akış miktarı ve yıllık toplam yağış yüksekliklerinin bağımsız süreçler olarak alınabileceği, buna karşılık günlük ortalama akış miktarı ve günlük toplam yağış yüksekliklerinin ise bağımlı süreçler olarak değerlendirilmesi gerektiği bilinmektedir. Ardışık zaman aralıklarında aldıkları değerler arasında böyle bir

bağımlılık bulunan süreçler *Markov zincirleri* ile çok kolay bir şekilde incelenebilir.

Hidrometeorolojik büyüklüğün içinde bulunulan gündeki değeri, birkaç gün önceki değer etkisi altında kalır. Sadece bir önceki günün değerinin etkili olduğu düşünülürse, kullanılan zincir *Basit (Birinci Mertebe) Markov Zinciri* adını alır. Bu tip bir Markov zinciri bağımlılığın en basit şeklini göstermektedir. Bu durum matematiksel olarak,

$$P(X_t = x_t | X_{t-1} = x_{t-1}) = p \quad (1)$$

şeklinde gösterilebilir. Burada, X_t hidrometeorolojik büyüklüğü, x_t hidrometeorolojik büyüklüğün aldığı değeri, t zamanı ve p olasılığı göstermektedir.

Markov zincirleri ile ilgili çok daha detaylı bilgi istatistik kitaplarında (Benjamin ve Cornell, 1970; Beyazıt, 1996) bulunabilir. Markov zincirleri ile ilgili detaylı bir inceleme ise Lloyd (1974) taafından verilmiştir.

İKİ DURUMLU (KURU VE YAĞIŞLI) MARKOV ZİNCİRLERİ

İki durumlu birinci mertebe Markov zincirinin geçiş olasılıkları matrisi,

$$P = \begin{bmatrix} P_{WW} & P_{WD} \\ P_{DW} & P_{DD} \end{bmatrix} \quad (2)$$

şeklinde oluşturulabilir. (2)'de verilen geçiş olasılıkları matrisinde,

- P_{WW} : Yağışlı bir günü yine yağışlı bir günün izlemesi olasılığı,
- P_{WD} : Yağışlı bir günü kuru bir günün izlemesi olasılığı,
- P_{DW} : Kuru bir günü yağışlı bir günün izlemesi olasılığı,
- P_{DD} : Kuru bir günü yine kuru bir günün izlemesi olasılığıdır.

Bu olasılıklar aynı zamanda,

$$P_{WW} + P_{WD} = 1 \quad (3.a)$$

$$P_{DW} + P_{DD} = 1 \quad (3.b)$$

bağıntılarını sağlarlar ve $n_{WW}, n_{WD}, n_{DW}, n_{DD}$ sırası ile yukarıda verilen kategorilere giren günlerin sayısı olmak üzere,

$$P_{WW} = \frac{n_{WW}}{n_{WW} + n_{WD}} = \alpha \quad (4.a)$$

$$P_{WD} = \frac{n_{WD}}{n_{WW} + n_{WD}} = 1 - \alpha \quad (4.b)$$

$$P_{DW} = \frac{n_{DW}}{n_{DW} + n_{DD}} = 1 - \beta \quad (4.c)$$

$$P_{DD} = \frac{n_{DD}}{n_{DW} + n_{DD}} = \beta \quad (4.d)$$

yazılabilir. İki durumlu Markov zincirinde parametre sayısı 2^k kadardır. Burada k , zincirin mertebesini göstermektedir. Buna göre, birinci mertebeli Markov zincirinde parametre sayısı $2(\alpha, \beta)$ 'dir.

MARKOV ZİNCİRLERİNİN HİDROMETEOROLOJİK UYGULAMALARI

İki durumlu Markov zinciri, yağışlı ve kuru günlerin belirlenmesinde kullanılabilen bir yöntemdir. Günlük yağış oluşumlarının belirlenmesinde Gabriel ve Neumann (1962) tarafından kullanılan Markov zinciri, günlük akımların modellenmesine yönelik Treiber (1975), Treiber ve Plate (1977), Sargent (1979), Kottegoda ve Horder (1980) ve Kottegoda ve diğ. (1995) tarafından yapılan çalışmalarda da kullanılmıştır. Kottegoda ve Horder (1980), yağışlı ve kuru günlerin belirlenmesinde yağış verilerini kullanmış, Treiber (1975), Treiber ve Plate (1977), Sargent (1979) ve Kottegoda ve diğ. (1995) ise geçiş olasılıkları matrisini akım verilerinden elde etmiştir. Akım verilerinin kullanıldığı bu çalışmalarda, akımın değeri kendinden bir önceki günün akımının değerinden büyük ve ona eşit olan bir günün yağışlı, küçük olan bir günün de kuru olduğu kabul edilmiş ve kullanılan iki durumlu Markov zincirinin geçiş olasılıkları matrisi hesaplanmıştır. Geçiş olasılıkları, yıl içindeki periyodiklik gözönünde bulundurularak her bir ay için belirlenmiştir.

SİMULASYON ALGORİTMASI

Yağışlı ve kuru günlerin belirlenmesi için yapılacak

simulasyonda (0, 1) aralığında değişen üniform dağılımlı rastgele sayılar kullanılmaktadır. Önceki gün **kuru** olmak koşulu ile üretilen üniform sayı, kuru bir günü yine kuru bir günün izlemesi olasılığından büyük ($u > P_{DD}$) ise, içinde bulunulan gün **yağışlı**, bu olasılıktan küçük veya ona eşit ($u \leq P_{DD}$) ise içinde bulunan gün **kuru** alınmaktadır. Benzer şekilde, önceki gün **yağışlı** olmak koşulu ile üretilen üniform sayı, yağışlı bir günü kuru bir günün izlemesi olasılığından büyük ($u < P_{WD}$) ise, içinde bulunan gün **yağışlı**, bu olasılıktan küçük veya ona eşit ise içinde bulunan gün **kuru** alınmaktadır. Bunun için gerekli olan geçiş olasılıklarının aylık zaman aralığında belirlenmesi yeterli olmaktadır.

SONUÇ

Markov zincirlerinin hidrometeorolojik büyüklükler ile ilgili uygulamalarda çok yararlı bir araç olduğu ortadadır. Kullanımı ve parametrelerinin belirlenmesinin çok kolay olduğu bu yöntemin, gözlenmiş yağış verisi bulunan meteorolojik alanlarda yağış görülecek ve kuru geçecek günlerin belirlenmesinde kullanılması mümkündür. Bu yöntem ile, gözlenmiş verilerden belirlenen geçiş olasılıkları matrisi ve yukarıda verilen simulasyon algoritması kullanılarak, gözlem yapılmayan günlerde yağış düşüp düşmediğinin belirlenmesi çok kolay olacaktır.

KAYNAKLAR

- Beyazıt, M. (1996), *İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri*, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Benjamin, J. R., Cornell, C. A. (1970), *Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers*, McGraw-Hill Book Co., New York.
- Gabriel, K. R., Neumann, J. (1962), A Markov Chain Model for Daily Rainfall Occurrence of Tel Aviv, *Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, Vol. 88, 90-95.
- Kottegoda, N. T., Horder, M. A. (1980), Daily Flow Model Based on Rainfall Occurrences Using Pulses and a Transfer Function, *J. Hydrol.*, 47, 216-234.
- Kottegoda, N. T., Natale, L., Raiteri, E., Saccardo, I. (1995), A Stochastic Model of Daily Flows for Simulating Low Flows in a Highly Developed Basin, *Proceedings of International Conference on Statistical and Bayesian Methods in Hydrological Sciences in Honor of Jacques Bernier*, 11-13 September 1995, UNESCO, Paris.
- Lloyd, E. H. (1974), What is, and What is not, A Markov Chain?, *J. Hydrol.*, 22, 1-28.
- Sargent, D. M. (1979), A Simplified Model for the Generation of Daily Streamflows, *Hydrological Sciences Bulletin*, 24(4), 509-527.
- Treiber, B. (1975), Ein Stochastisches Modell zur Simulation von Tagesabflüssen, *Publication Series of the Institute for Hydrology and Water Resources Planning*, No. 5, Karlsruhe University.
- Treiber, B., Plate, E. J. (1977), A Stochastic Model for the Simulation of Daily Flows, *Hydrological Sciences Bulletin*, 22(1), 175-192.

İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ VE SOSYAL ETKİLERİ

Prof. Dr. A. Şemi AKSOY

Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
Ege Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa ÖZGÜREL

Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
Ege Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde, dünya gündemini en fazla işgal eden konu, küresel iklim değişikliktir.

İklim değişiklikleri küresel olduğu gibi, betonlaşan büyük şehirlerde yerel olarak da olabilmektedir. Atina'da 1987 yılında yaşanan sıcak dalganın dolayısıyla, yüzden fazla insan ölmüştür. Nedeni; beton evler, asfalt yollar ve ağaçsızlıktan dolayı şehir içi sıcaklığın artmasıdır.

İklim değişikliğinin oluşmasında güneş enerjisi bir motor rolü oynar. Güneş ışınlarının sera etkisi yaratan gazların yansımaları ve çeşitli kirleticilerle gölgelenmesi neticesinde, iklim faktörlerinde büyük değişiklikler meydana gelmektedir. İklimde meydana gelen sapmalar

incelenirken; atmosferik sirkülasyon, solar varyasyon, volkanların aktivitesi, okyanusların yüzey sıcaklık farklılıkları, arktik buz denizleri ile ilgili konularda araştırmalar yapmak gerekir.

Jeolojik tarih boyunca dünya iklimi sıcak ve soğuk devirlerden geçmiştir. Günümüzde, iklim değişikliği insan etkisiyle olmuştur. Bu durum onbinlerce yıllık bir aşamada değil, 50 yıl gibi çok kısa bir süreçte ortaya çıkmaktadır. 1800'lerde başlayan endüstri devriminden bu yana havadaki CO₂ miktarı giderek artmaktadır. Bunun başlıca kaynağı kömür ve petrol gibi fosil yakıtların kullanımı olup, tüketim otuz ile atmış yıl içinde iki katına ulaşacaktır. Bu da dünya ortalama ısısının 1,5 ile 4,5 °C artmasına neden olacaktır. Buzul çağı ile, ılık devirler arasındaki ortalama ısı farkı sadece 5°C idi.

Hızlı iklim değişimi ile değişecek yağış düzenlerine bağlı olarak dünyanın tarım üretimi kuşaklarında önemli değişiklikler olacaktır, bu durumun önemli ölçüde sosyal etkileri olacaktır.

SUMMARY

THE CHANGES OF CLIMATE AND SOCIAL EFFECTS

Today, the subject which employed to world is the changes of climate.

The changes of climate are global, also in big city it can be local. In 1987, A lot of people died in Athens because of heat.

Because of that; concrete houses, asphalt roads and lack of trees causes the increasing of heat in city.

In the occurrence of climate factors, solar energy works as a motor. The changes occur in the climate factors as solar rays in over shadowed by gass emission and various dust.

During the geological history, world climate went though hot and cold period. Nowadays, climate changes has done with human effects.

This has not come into being several years, it has only come into being 50 years.

İKLİM DEİŞİKLERİ VE SOSYAL ETKİLERİ

Jeolojik araştırmalardan açık bir şekilde ortaya çıkmıştır ki, yeryüzünde şüphe götürmeyecek bir iklim değişimi meydana gelmiştir. Buz devrinden sonra, bir belkide iki periyotda yükselen hava sıcaklıkları nedeniyle bugünkü koşullar ortaya çıkmıştır. Örneğin Akdeniz iklimi, esas itibariyle değişmiştir. Bu durum yaşlı ağaçların gövdelerindeki halkalardan anlaşılmaktadır.

1935'de WMO'nun Varşova'da yaptığı toplantıda 1901-1930 yılları arasında "İklimden Sapmalar" konusunda tartışmalar yapılmıştır.

1977'den bu yana dünya ikliminde önemli değişiklikler gözlenmiştir. Afrika'nın Sahel bölgesinde 1968 yılında yağmurlar sona ermiş, Avustralya'da kısmi kuraklık başlamıştır. Üçüncü dünya ülkeleri 1983'den bu yana yardım istemektedirler. 1984'de uluslararası bir yardım harekatı başlatılmıştır. 1988 ilkbaharında Çin'in kuzeyi kuraklıktan kavrulurken, güneyini seller götürmüştür. Ege bölgesi 10 yıldır kuraklıktan büyük zarar görmüştür. CO₂, NO ve kimyasal gübre atıkları dünya iklimini olumsuz yönde etkilemiştir. 1979'da Birleşmiş Milletler Çevre Programı, WMO (Dünya Meteoroloji Örgütü) önderliğinde "Dünya İklimi Programını" kabul etmiştir. Bu program Avrupa ülkeleri ve diğer ülkelerde uygulanmaktadır "(2)".

Sera efekti (Greenhouse Efect) yüzyılı olasılığı, 1980'lerde önem kazandığında (AAAS) (American Association for the Advancement of Science), bütün yüzyıl boyunca görülecek iklimsel değişikliklerin, su miktarına etkisi projesini kapsayan çalışmaların sponsörlüğünü yapmaktadır.

İklim değişikliği konusunda Rio'da yapılan Birleşmiş Milletler Çevre Kalkınma Konferansında başarı sağlanamamıştır. Atmosferde yıllık CO₂ artışı %4'tür. Bu artışın 30 yıl daha muntazaman devam ettiğini varsaysak, dünyada kontrol edilemeyen ciddi iklim değişikliklerine hazırlıklı olmamız gerekmektedir. Yıllara göre CO₂ emisyon miktarları aşağıda verilmiştir "(1)".

1860 yılında 290 ppm (hacim)

1960 yılında 300 ppm (hacim)

1970 yılında 322 ppm (hacim)

2000 yılında 380 ppm (hacim)

ABD, Çevre Koruma Ajansına göre (EPA) Amerika üzerindeki ozon miktarı 1978'den bu yana %4-5 oranında azalmıştır. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre 2050 yılında deri kanseri olaylarında büyük oranda artışlar görülecektir. Öte yandan azot oksitler, karbonlu bileşikler ve partikül miktarının artışı, atmosferin ısı tutma yeteneğini çoğaltmaktadır. Atmosferin ısınması demek ise tropikal iklim bölgesinin genişlemesi, bütün iklim kuşaklarının her iki yarı kürede kuzeye ve güneye kayması, doğal ekosistemlerin altüst olarak uyum sağlayamaması demektir. Önlenemeyen ısınmanın hızına bağlı olarak hayvanlar yeni alanlara göç ederken, birçoğ bitki türü bu ısınma hızına yetişemeyerek yok olacaktır. Hastalık etmeni virüsler ve bakteriler ozonun seyrelmesi sonucu, dünya üzerindeki yatay ve düşey dağılımlarının genişleyeceği tahmin edilmektedir.

Avrupa ve Amerika'da büyük kentlerde yapılan ölçümlerde, yaz aylarında hava sıcaklıklarının, öğle saatlerinde şehir içi ve şehir dışında pek farketmediği, fakat güneşin batışından sonra, rüzgarsız bir havada şehir içinin, şehir dışına nazaran 7°C kadar daha sıcak olduğu gözlenmiştir. Diğer önemli bir sebep; yeşil alanları çok az olan, yoğun şekilde yapılaşan kentlerin beton bloklarla kaplanmasıdır. Beton bloklar ve asfalt yollar, gündüz depoladıkları güneş enerjisini, geceleyin şehir havasına geri vermektedir. Bu nedenle geceleyin hava sıcaklıkları tahammül edilemeyecek duruma gelmektedir.

Newyork'ta ısı dalgası nedeniyle, özellikle yaşlıların ve hastaların ısı stresine yakalandıkları, ölüm vakaları nedeniyle hasta ve yaşlıların air condition ile koruma yapılmıştır. 2010 yılında Newyork'ta tüm binalarda air condition kullanılması planlanmıştır. Bunda amaç ısı dalgasının artmasına karşın psikolojik stresi azaltmaktır.

ABD'de Caribbean'da ortaya çıkan George isimli kasırga, Florida da önceden uyarılma ile, şehirlerde boşaltmanın hızla yapılması ile 100'den az hayat kaybedilmiş, bir milyar dolardan fazla zarar meydana gelmiştir. Bu kasırga, politikacıların, iklim değişikliği problemi ile tarımsal ve endüstriyel kaynaklı sorunların yasal adımlarla kontrolünü sağlamanın kaçınılmaz olduğunu anlamalarını sağlamıştır "(3)".

ABD'de tarımsal üretim bölgelerinin başında gelen İllinois'te sık sık görülen kuraklık kriz boyutlarında bir ekonomik çöküntü yaratmıştır. Büyük çiftlik sahipleri, elverişli su ve etkin sulama sistemleri satın alamayan ve iflas etmekte olan küçük aile çiftliklerinin hisselerini ucuza satın alarak mısır yerine, buğday yetiştirmişlerdir. Küçük çiftliklerinin hisselerini ucuza satın alarak mısır yerine, buğday yetiştirmişlerdir. Küçük çiftlik sahipleri ya çiftçiliği bırakmışlar, ya da Kuzey Michigan, Wisconsin ve Minnesota'ya göçmüşlerdir. Şimdilik mısır yetiştirmeye uygun bu yerlerde oluşacak 3°C'lik bir ısınma, yine göç etmeyi gerektirecektir. Çünkü kuzey enlemlerde ısının yoğunluğu daha az hissedilmektedir. Minnesota güvenlik güçleri göçmenlerin toplu halde buldukları eyaletin kuzey bölgelerinde mısır ekmek için ağaçların kesilmesinin büyük bir hızla artmasından yakınmışlardır. Ağaçların yok edilmesi ılık kışları ve son 20-30 yılda sık sık hissedilen sıcak dalgaların artışı getirmektedir "(4)".

25.10.1930'da İzmir'de Melez Çay taşkınında 100'ün üzerinde ölü ve çok sayıda evin yıkıldığı belirlenmiştir. 1920'de Bornova çayı taşmış 20 insan ölmüştür. 1994 yılı Kasım ayında İzmir'de meydana gelen sel felakatinde birçok insan hayatını kaybetmiştir. Bu şekilde ülkemizde meydana gelen sel zararlarının sosyal etkileri olmuştur.

Türkiye yıllardan beri WMO'nun iklim değişikliği konusuna

önem vermiş olmasına rağmen, henüz bir ulusal iklim programına sahip değildir. IPCC (İklim Değişikliği Belirleme Projesi)'ne katılmamız, ülkemizin sosyal ve ekonomik kalkınmasına büyük katkılar yapacaktır. Ayrıca OECD'nin sürdürdüğü iklimin korunması ile ilgili çalışmalara katılmamız yararlı olacaktır.

İnsanoğlu, iklim değişikliklerinin baş sorumlusu olarak, iklim değişikliğine ve özellikle kuraklığa neden olan ulusal ve uluslararası nedenleri bir an önce ortaya koymak ve önlemler almak zorundadır. Yoksa ileriki yıllarda daha büyük iklimsel değişikliklere ve bunun neden olacağı sosyal değişikliklere katlanmak zorunda kalabileceğimiz bir gerçektir.

İklim değişiklikleri ile ilgili olarak, asıl önemli olan 10 yıllık dönemleri kapsayan, uzun zaman periyodlarını içeren tahminler yapılabilmektedir.

Bu tahminler yaşamımızı ve çevremizi etkiler. Dünya ekonomisinin problemlerinin çözümünde yardımcı olur. Yeni meteorolojik tahminlerde geçmişteki tahminlerden, tarihçilerden, botanisyenlerden, izotop fizikçilerinden yararlanılması gerekir. Tüm iklim koşullarını içeren matematik destekli küçük bir laboratuvarında, istatistik yöntemlerden de faydalanılarak iklimde meydana gelen değişiklikler incelenmelidir.

ALINACAK ULUSAL VE ULUSLARARASI ÖNLEMLER

- CO₂ emisyonuna neden olan sanayi ve endüstri kuruluşlarından ulusal ve uluslararası "Karbon Vergisi" gibi vergi sistemleri gereklidir.
- Dünya ekosisteminin akciğeri olan ve dünya yağmur dengesini düzenleyen tropik ormanların kesimine son verilmelidir. Tropik ormanlarından, amazon ormanlarından bize ne diyemeyiz.
- KÖPPEN iklim sınıflandırılmasına göre dünya mevcut 11 ana iklim bölgesinden, bize doğanın bahşettiği Malatya Kayısı, Aydın İnciri, Manisa Çekirdeksiz Üzümlü gibi sayısız meyve ve sebzenin iklim değişiklikleri neticesi yok olmasına izin vermemeliyiz.

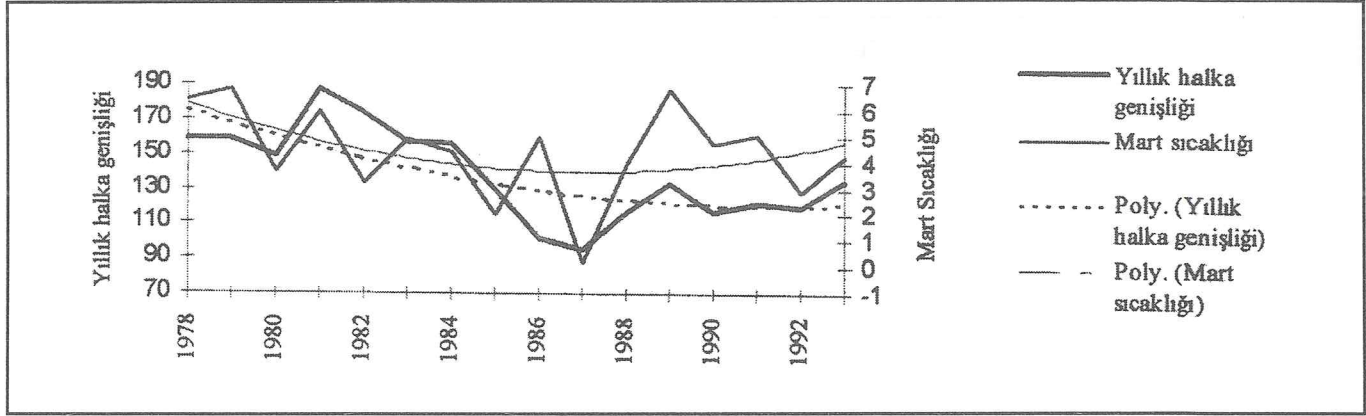
SONUÇ

Daha ılık bir yeryüzüne doğru ilerliyoruz. Ama bizi bekleyen daha sıcak dünya kesinlikle bir cennet değildir.

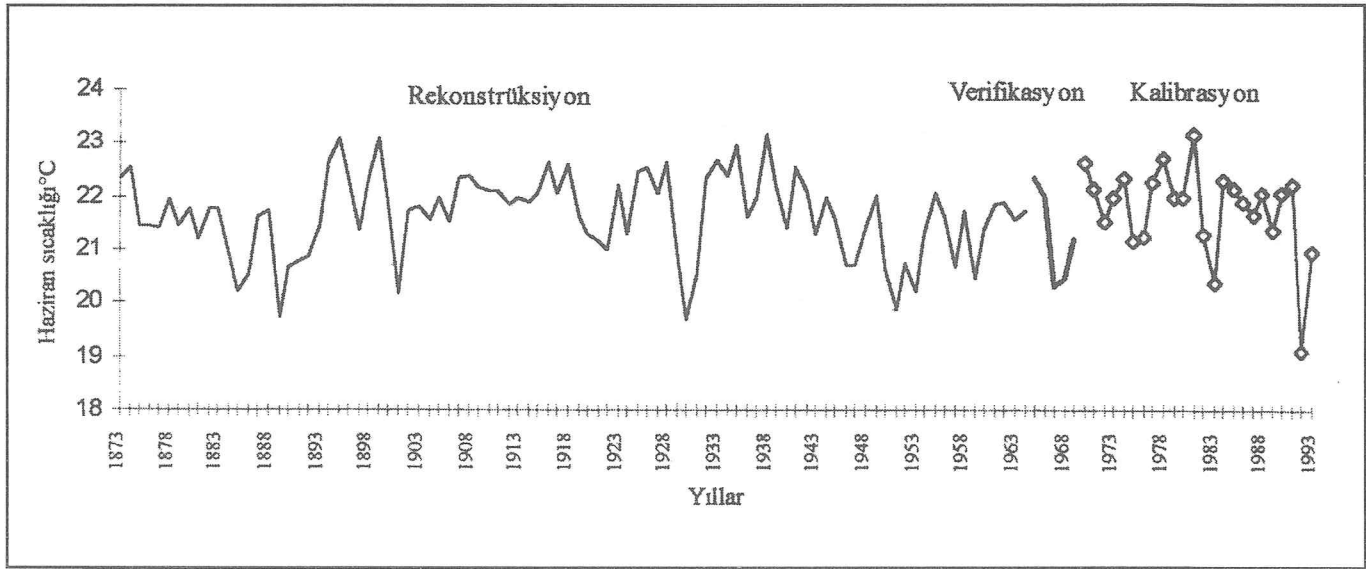
21. asır sonuna doğru, fosil yakıtların tükenmesi ile atmosferde sera etkisi yapan CO₂ miktarı azalacak ve dünya ikliminde soğuma görülecektir. İnşallah, o zamana kadar insonoğlunun sebep olduğu iklim değişiklikleri nedeniyle dünya ekosistemine büyük zararlar ve kayıplara neden olunmaz.

KAYNAKÇA

1. Battan, L. *Wetter Ferdinand Enke Verlag-Stuttgart, Almanya, 1979, 169. sayfa.*
2. LAMB, H.H., *Climatic History and the Future Princeton University Press; Princeton, Newjersey, ABD, 1977, 835. sayfa.*
3. Henderson, A., Sellers and, Robinson, P.J. *Contemporary Climatology; John Wiley Sons, Inc. Newyork-ABD, 1986, 439. sayfa.*
4. Schneider H. S.; *Global Warming Vintage Book, 1990, 343. Sayfa. A division of Random House Inc. Newyork, ABD.*



Şekil -2- Kastamonu yöresindeki Karaçam ortalama yıllık halka genişliği ile Kastamonu İli Mart sıcaklıkları arasındaki ilişkilerin grafik olarak gösterimi



Şekil -3- Batı Toros Dağları'ndan alınan Toros Göknaarı'nın yıllık halka genişlikleri yardımıyla Haziran sıcaklığının geriye doğru 1873 yılına kadar tahmin edilmesi

Toros göknaarı uzun ömürlü bir ağaç olmadığından dolayı, ancak 1878 yılına kadar bir tahmin gerçekleştirilebilmiştir. Çok daha uzun ömürlü olan Karaçam, Toros Sediri, Meşe gibi ağaçlarda da benzer çalışmalar yapılarak benzer tahminler yapılabilir. Nitekim, Akkemik (1997b)(9) Batı

Akdeniz Bölgesi'ndeki Karaçam için yaklaşık 400 yıl uzunluğunda bir grafik oluşturulmuş ve çalışmalar devam etmektedir.

Ülkemizde iklim kayıtları ne yazık ki uzun bir dönemi

kapsamamaktadır. Özellikle güvenilir iklim kayıtları 1960'lı yıllardan önceye gidememektedir. Bu nedenle, dendroklimatolojik çalışmalar ülkemiz için son derece önemlidir ve yaygınlaştırılmalıdır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. Fritts, H. C. (1976): *Tree Rings and Climate*, Academic Press London.
2. Blasing, T. J., Duvick, D. N. ve West, D. C. (1981): *Dendroclimatic calibration and verification using regionally averaged and single station precipitation data*, *Tree Ring Bulletin*, Vol. 41: 37-43.
3. Schweingruber, F. H. (1989): *Tree Rings, basics and applications of dendrochronology*, Kluwer Academic Publishers, ISBN: 90-277-2445-8.
4. Kantay, B. (1986): *Çoruh Meşesi (Quercus dschorochensis K. Koch)'nde Dendrochronolojik araştırmalar*, Doktora Tezi.
5. Özkan, Z. C. (1990): *Türkiye'deki Doğu Ladini (Picea orientalis (L.) Link.) üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar*, Doktora Tezi.
6. Akkemik, Ü. ve İnan, M. (1996): *Dendroklimatoloji ve İstanbul iklimine dendroklimatolojik bir yaklaşım*, XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, İstanbul.
7. Akkemik, Ü. (1995): *Kastamonu yöresindeki Karaçam (Pinus nigra Arn.) ve Uludağ Göknarı (Abies bornmülleriana Mattf.)'nın Dendrokronolojisi ve Dendroklimatolojisi*, I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 23-25 Ekim 1995, Trabzon.
8. Akkemik, Ü. (1997): *Master chronology of Abies cilicica Carr. and its contribution to Dating and Climatology*, First Balkan Botanical Congress 19-22 Eylül 1997, Selanik-Yunanistan (Sunulmak üzere kabul edilmiş bildiri).
9. Akkemik, Ü. (1997): *Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki Pinus nigra Arn ve Abies cilicica Carr. Taksonlarında Dendrokronolojik Araştırmalar*, Doktora Tezi.

DOĞAL METEOROLOJİ İSTASYONLARI VE DENDROKLİMATOLOJİ

Araş. Gör. Dr. Ünal AKKEMİK

Araş. Gör. Halil GERÇEK

Orman Fakültesi İstanbul Üniversitesi

oluşturduğu "kambiyum" tabakası meydana getirmektedir; kambiyum tabakası ülkemizin de içinde bulunduğu ılıman kuşakta, her yıl sınırları belirgin bir halka oluşturmaktadır. Oluşan yıllık halkaların genişliği, bir yıldan diğerine farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların nedenleri başta genetik yapı olmak üzere, iklim verilerinden sıcaklık ve yağış, ağaçların bulunduğu topoğrafik ve coğrafik koşullardır. Yıllık halkaların bu özellikleri, dendroklimatoloji bilim dalının temelini oluşturmaktadır. Orman ağaçlarının bazıları iklim ve çevre koşullarına karşı son derece duyarlı, bazıları da duyarsızdır. Özellikle, orman alanlarının alt ve üst sınırlarında ve elverişli olmayan yetişme ortamlarında daha duyarlı yıllık halkalar oluşmaktadır. Orman alanlarının üst sınırlarında düşük sıcaklıkların, alt sınırlarında da düşük yağışların, yani kuraklığın sınırlayıcı bir etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle, yağışların tahmin edilmesinde alt orman sınırlarındaki ağaçların kullanılması, sıcaklıkların tahmin edilmesinde de üst orman sınırlarındaki ağaçların kullanılması daha etkili sonuçlar vermektedir.

Dendroklimatoloji, günümüzdeki mevcut iklim verileri ve yıllık halkalar arasındaki ilişkilerden yararlanarak, yüzlerce ve hatta binlerce yıl önceki iklim verilerini tahmin etmek için kullanılan bir bilim dalıdır. Özellikle Avrupa ve Amerika'da çok gelişmiş olan bu bilim dalı, ülkemizde ne yazık ki fazla gelişmemiştir.

Geçmiş dönemlerdeki iklim verilerinin tahmin edilmesi üç aşamada gerçekleşmektedir: Birinci aşamada, mevcut iklim verileri ve yıllık halkalar arasındaki ilişkiler istatistik yöntemlerle incelenerek, ilişkilerin en yüksek olduğu aylar belirlenir. Bundan sonra, yıllık halka genişliklerinden elde edilen transfer fonksiyonu bağımsız, tahmin edilecek olan ayın iklim verileri de bağımlı değişken alınarak regresyon yapılır. Bu işlem sonucunda bağımlı bir seri elde edilir. Bu işlem sürecine "Kalibrasyon" (Calibration)

Yararları saymakla bitmeyecek kadar çok olan ağaçlar, kimilerine göre sadece doğal bir güzellik, kimilerine göre de ekonomik çıkar sağlayan bir metadır; ama doğa bilimcilerine göre ağaç, doğa olaylarının çoğunu yapısında taşıyan canlı birer kütüphanedir. Önemli olan, doğa bilimcilerinin, ağaçların yapılarında bulunan bilgileri, bilimsel yöntemlerle ortaya koymasıdır. Bizlere bu konuda en iyi bilgileri sunan elemanlardan biri, ağaçların yıllık halkalarıdır. Yıllık halkalar bir yandan geçmişten günümüze, ahşap malzeme kullanılarak yapılmış olan binaların yapılış tarihlerinin saptanması, göl oluşumu, sel ve taşkınlar gibi doğa olaylarının meydana geldiği yılların belirlenmesine; diğer yandan da, günümüzden geriye doğru, iklim kayıtlarının bulunmadığı dönemlerdeki iklim değerlerinin tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır.

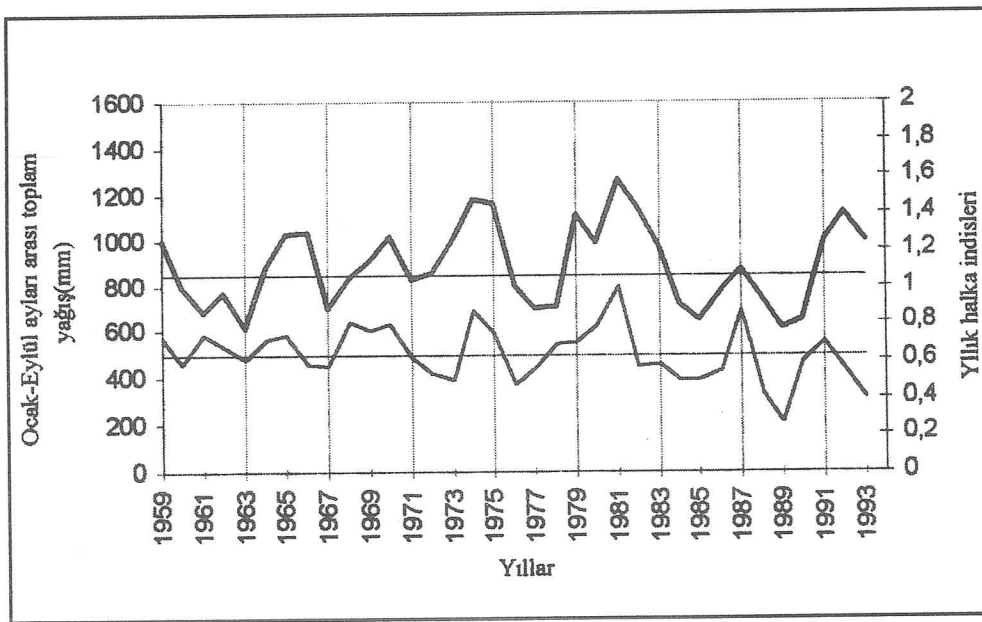
Yıllık halkaları, ağaçların kabukları ve odunları arasında yer alan ve bölünebilme yeteneğine sahip canlı hücrelerin

denmektedir. İkinci aşama "Verifikasyon" (Verification) olarak adlandırılmaktadır. Bu aşamada, kalibrasyonda kullanılmayan mevcut iklim verileri ile aynı dönem için tahmin edilen veriler arasındaki ilişkiler, istatistik olarak incelenir. Yani, kalibrasyonun doğruluğu kontrol edilir. Verifikasyonda sonuçların anlamlılık denetimi yapıldıktan sonra, üçüncü aşama olan "Rekonstrüksiyon" (Reconstruction) da iklim kayıtlarının bulunmadığı dönemler için tahminler yapılır (Fritts, 1976 (1); Blasing ve ark., 1981(2); Schweingruber, 1989(3)).

Ülkemizde bu konuda yapılmış çalışmaların sayısı son derece azdır. Kantay (1986)(4), Belgrad ormanındaki Meşe (*Quercus dschorochensis* L.) ile iklim arasındaki ilişkileri incelemiş ve anlamlı sonuçlara ulaşamamıştır. Benzer şekilde, Özkan (1990)(5), Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.)'inde de anlamlı sonuçlar elde edememiştir. Akkemik ve İnan (1996)(6), İstanbul'daki Fıstık Çamları (*Pinus pinea* L.) ile sıcaklık ve yağış arasında önemli sonuçlar bulmuş ve genel bir yargı olan, alt yetişme ortamlarında kuraklığın sınırlayıcı bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Bu sonuçlara dayanarak, Şekil 1.'de görülen grafik üzerinde hangi yıllarda yağışların yüksek olduğunu, hangi yıllarda da düşük olduğunu anlamak mümkündür. Grafikte ortalamanın belirgin şekilde üzerinde olan yıllar, yağışların yüksek olduğu yılları; belirgin şekilde altında olan yıllar da, yağışların düşük olduğu yılları göstermektedir (Şekil -1).

Akkemik (1995) (7)'e göre Kastamonu-Karadere yöresindeki Karaçam (*Pinus nigra* Arn.) ile Mart sıcaklığı arasında önemli bir uyum bulunmuştur. Mart ayı sıcaklığının yüksek olduğu yıllarda yıllık halkalar geniş, düşük olduğu yıllarda, yıllık halkalar dar olmuştur. Bu ilişki Şekil -2'de görülmektedir. Ayrıca, Mart sıcaklığı ve yıllık halka genişliğine ait genel trendlerin de benzer yönde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara dayanarak, iklim verilerinin bulunmadığı dönemlerde Mart ayı sıcaklığının yüksek mi, yoksa düşük mü olduğu kolaylıkla tahmin edilebilir (Şekil -2).

Toros Göknaarı (*Abies cilicica* Carr.) üzerinde yapılan dendroklimatolojik bir çalışmada, Haziran sıcaklığının geriye doğru tahmini değerleri elde edilmiştir. Burada ilk önce Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki üç yöredeki 10'ar ağaçtan örnek alınmış ve toplam 30 ağaç üzerinde bu çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Her bir ağaç için tek tek grafikler elde edilmiş ve aralarındaki ilişkiler istatistik olarak denetlendikten sonra, bölge için ortalama bir grafik elde edilmiştir. Her üç yöredeki iklim kayıtlarının da ortalaması alındıktan sonra, yıllık halkalar ve iklim arasındaki ilişkiler incelenmiş ve en anlamlı ilişkinin Haziran sıcaklığı ile olduğu görülmüştür. Bu dizi istatistik işlemlerden sonra, geriye doğru Haziran sıcaklığı tahmin edilmiştir (Akkemik, 1997a)(8) (Şekil -3)



Şekil -1- Kandilli Rasathanesi Ocak-Eylül ayları arası toplam yağış (ince çizgi) ile İstanbul-Alemdağ'daki Fıstık çamlarının ortalama yıllık halka indisleri (kalın çizgi) arasındaki ilişkilerin grafik olarak gösterimi

KÖRFEZ SAVAŞINDA "HAVA GENERALİ"

Doç. Dr. Mikdat KADIOĞLU

Meteoroloji Mühendisliği Bölümü
İstanbul Teknik Üniversitesi

Irak'ın büyük bir kısmı ve başkenti Bağdat, Basra (İran Körfezi'nin çok kuzeyinde yer almaktadır. Buna rağmen 23 Şubat 1991'de Çöl Kalkanı ve Çöl Fırtınası adları ile başlayan bütün askeri müdahaleler "Körfez savaşı" veya "Körfez krizi" olarak adlandırıldı. Bundan sonra sadece Bağdat'ın bombardımanı ile sınırlı kalsa da Irak'a yapılan bütün müdahaleler de Basra Körfezi ile ilişkilendirilmektedir. Bu günlerde Bağdat, yine ABD'nin yoğun hava saldırısı tehdidi altında bulunmakta. Bu durumdan da basında "Körfezde savaş rüzgarları esiyor", "Savaş havası", "Bu sefer iş ciddi, fırtına geliyor", "Türkiye savaş rüzgarlarını yakından hissediyor" ve "Çöl fırtınası" şeklinde meteorolojik benzetmeler ile bahsedilmektedir. Arada bir de "Irak krizinin yükselen tansiyonu" gibi "tıbbi" açıklamalar da yapılmaktadır.

Şüphesiz bu kriz, yakından ilişkili olduğu için, Basra Körfezi ile özdeşleşmiş bulunmakta. Fakat krizin ulaştığı aşamaların ve olayın vehametinin anlatılmasında

meteoroloji terimlerini mecazi anlamda kullanmak bir rastlantı mıdır?

Meteorolojik anlamda "savaş havası" nedir? Bu terim bilimsel midir? Savaşlarda havanın rolü nedir? şeklinde bir çok soru sorulabilir. Bu sorulara kendi tarihimizden ve dünyadan örnekler vererek bir çok savaşın kaderinin "Hava Generali" tarafından nasıl belirlendiğinin ilginç hikayelerini anlatabiliriz. Barışta olduğu gibi savaşta da hava şartları çok önemlidir. Bundan dolayı, örneğin, ABD'de üniversitelerin meteoroloji bölümlerindeki öğrencilerin önemli bir kısmı askeri öğrencidir. Hava şartlarını önceden belirleyerek askeri taktik geliştirme ve planlamanın yanı sıra gelişmiş ülkelerde artık havanın savaşlarda bir silah olarak kullanılmasına yönelik ciddi çalışmalar da yapılmaktadır. Bütün bunları şimdilik bir yana bırakarak Körfez Savaşı'nda "Hava Generalinin" oynadığı önemli rolü kısaca inceleyelim.

1991 Körfez savaşında Irak, İsrail, Suudi Arabistan ve Kuveyt'in yaptığı gibi, herhangi bir savaşa taraf olan ülkeler meteorolojik gözlemlerini ve tahminlerini gizli tutar ve yayınlamazlar. Bu nedenle gelişmiş ülkeler barış anında çevre ülkelerin veya ABD gibi tüm dünyanın meteorolojik verilerini analiz ederek önemli şehir ve noktaların kara ve hava hareketleri için gerekli olan iklim bilgilerini belirlerler. Bağdat'a ait olan bu şekilde hazırlanmış iklim bilgileri 1991 yılının Şubat ayında Amerikan Hava Kuvvetleri (USAF Environmental Technical Applications Center) tarafından, halka açık, bir raporda yayınlanmıştır.

Bu rapora göre, Şubat ayında İran Körfezi'nin Kuzeyinde deniz suyu sıcaklığı ortalama 17 °C iken güney ucunda 26 °C civarındadır. Bu aylarda Körfez'in kuzey ve güney uçlarında deniz yüzeyindeki su sıcaklıkları hava sıcaklıklarından daha büyüktür. Bu demektir ki Şubat ayında Körfez'in kuzey ve güney ucu sislidir ve sis savaş gemilerine doğal kamuflaj sağlar.

Sibiryaya yüksek basınç merkezinin etkisi ile Şubat ayında Irak'ta aşağı seviyedeki en kuvvetli hava akışları (rüzgarlar) kuzeylidir. Şubat ayında yukarı seviyelerdeki ortalama hava akışları, 1.5 km'de kuzey batılı, 3.5 km ve daha yukarı seviyelerde ise tamamen batılıdır. Kısacası,

Irakın kimyasal ve biyolojik silah depoları (eğer varsa ve) bombalanırsa kimyasal ve biyolojik serpintiler yerel olarak hedeflerin güneyindeki; uzun mesafelerde de hedeflerin doğusundaki yerleşim birimlerini ve İran gibi ülkeleri etkileyebilecektir. Türkiye, ancak bombardıman anında Irak üzerinde bir cephe sistemi etkili ise siklon ve sıcak cephenin önündeki ile birlikte sıcak sektördeki güneyli rüzgarlar ile kısa menzilli bir taşınım sonucu etkilenebilir. Fakat derin sığınaklara inerek, buralardaki zehirli kimyasal ve biyolojik silahları yok etmek için ABD'nin yeni geliştirdiği "bunker buster" adlı bomba patlatılarak çok yüksek sıcaklık oluşturulup bombalar yakılıp yok edilerek zehirli kimyasal ve biyolojik gazların atmosfere karışmaları önlenmek istenmektedir.

Toz fırtınaları özellikle Irak'ın Fırat ve Dicle nehirleri arasındaki bölgesinde 1220 m'den daha alçak arazide etkilidir. Atlas ve Kıbrıs alçak basınç merkezlerinin Doğu Akdeniz'e sokulması ve kuvvetli yerel rüzgarlar ile oluşan toz fırtınaları 1-2 gün sürebilir. Güneye, Arabistan Çölü'ne doğru inildikçe buluttan ayrılan fakat sıcak çöl yüzeyine ulaşamadan havada

buharlaştıran yağmurlar da toz fırtınalarına neden olur. Toz fırtınasının olduğu yerlerde görüş 10 metreden daha

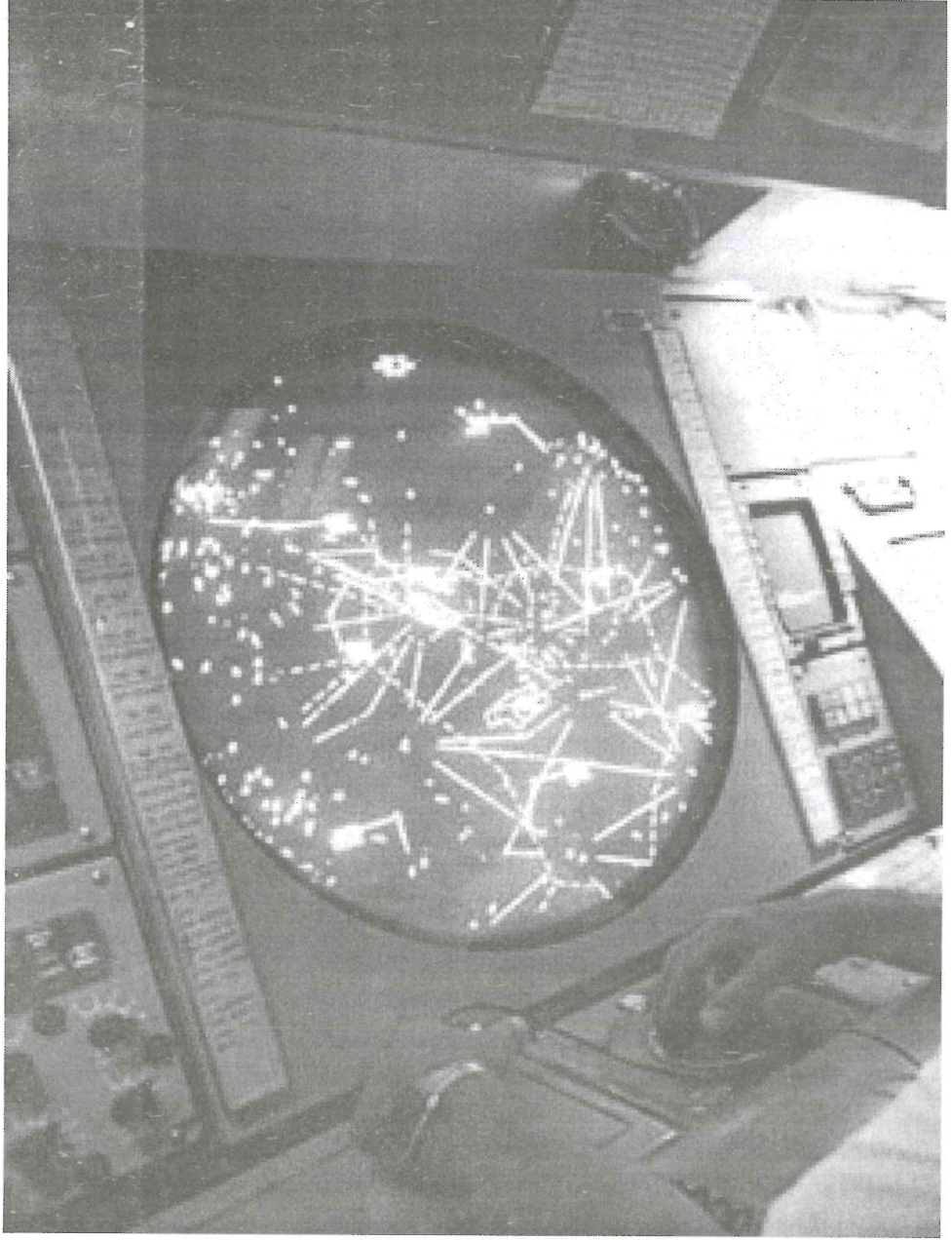
azdır. Şubat ayının sonunda başlayan ve yaklaşık olarak 40 gün süren kuvvetli Hamsin rüzgarları ile oluşan toz fırtınaları ise 36-48 saat etkili olabilmektedir. Şubat ayında gözlenen ortalama toz fırtınası sayısı 4'dür. Bunun anlamı, toz fırtınaları nedeniyle karadaki askeri hareketler ve görerek hedefi bombalama, keşif uçuşu ve fotoğraf alma işlemleri, radar gözlemleri, lazer telemetreleri kör olur. Kara harekatı için hava desteği ve mekanize kuvvetlerin hareket kabiliyeti ortalama 4 ile 8 gün boyunca aksayabilir.

Genellikle kara harekatı başlatılmasında hava desteği alabilmek için gelecek üç gün boyunca havanın açık olacağı bir günün tercih edileceğinden bir çok kaynakta bahsedilmektedir. 1991'de Çöl Fırtınası hareketinin ilk saldırısı için de açık hava fakat ay ışığı olmayan bir gecenin beklendiği sonradan açıklanmıştı. Şimdi ABD basınında önümüzdeki günlerde yapılması beklenen askeri hareketin tarihi üzerine yapılan spekülasyonlar da yine ay ışığı olmayan tarihler dikkate alınarak yapılmaktadır. Fakat 21 Şubat 1991'de Irak'a ilk bombanın atılmasından 17 saat sonra, ABD Hava Kuvvetleri'nin meteoroloji kayıtlarına göre, Irak ve Kuveyt'te son 14 yılda görülen en kötü hava şartları ortaya çıktı. Böylece hava saldırısının ilk haftasında yağmur ve sis yüzünden müttefik kuvvetlerin pilotları üslerine bombaları ile beraber geri döndü. Sis ve yağmurda lazer güdümlü füzeler kullanılmadığından pilotlar hedefi görerek

vurmak zorundaydı. 21 Şubat'ta Suudi Arabistan Çölü'ne yağın yağmurlar da çölü çamur deryasına çevirdi ve tanklar yarım metre çamura battı. USAF'a göre Şubat ayında Bağdat'ta ortalama sisli gün sayısı 8 ve ortalama aylık yağış metre karede 35 kg, maksimum aylık yağış 200 kg ve maksimum günlük yağış ise 33 kilogramdır.

Çöl Fırtınası Harekatı sırasında Irak, geceleyin veya, havanın sadece Irak'ın batısında ve güneyinde çok bulutlu olduğu akşamlar İsrail ve Suudi Arabistan'a Scud füzeleri ile saldırıyordu. Bunu bilen müttefikler de uzun-vadeli hava tahminlerinde bu tür hava şartlarını belirleyerek sivilleri korumak ve mobil füze rampalarını avlamak için planlar yapıyordu. Şubat ayında Bağdat % 40 ihtimalle yoğun bulut örtüsü le kapalıdır. Yani, Saddam Hüseyin'in Şubat ayındaki yoğun bulut örtüsü altında, (eğer varsa) Scud ve benzeri füzelerini askeri aydullardan görülmeden ateşleme şansına sahiptir. Fakat, artık balistik füze ateşleme sistemlerinin koordinatlarını belirlemek için geliştirilen ve kısaca IMEWS olarak adlandırılan yeni sistem her türlü hava şartında mobil füze sistemlerinin yerlerini tespit edebilmektedir. IMEWS sistemi bir kaç uydudan oluşmakta, füzenin ateşlendiği bataryanın koordinatlarını füzenin egzost ateşi ve geceleyin beliren yörüngesinden belirleyebilmektedir.

Lazer güdümlü bombalar da bulutlu, yağışlı ve sisli havalarda verimli bir şekilde kullanılamamaktadır. Bu nedenle ABD hava kuvvetleri lazer güdümlü bombalar



yerine istenilen hedefi gece veya gündüz ve her türlü hava şartında vurabilmek için GPS (Arz Konumlama Sistemi) güdümlü yeni bomba ve füzeler geliştirdi ve bu silah da Irak'ta denenmek isteniyor.

Her ne kadar F-15E, F-111, F-117 ve A-6E gibi uçaklar hedefe kilitlenebilen radarlar ile donatıldıklarından alçak bulut örtüsünden etkilenmez iseler de, diğer saldırı uçakları için gökyüzü açık olan hava durumu gerekir. Uçaksavar tehlikesi yüzünden bu tür saldırı uçakları hedefi görmek amacıyla alçak bulutların altına inmezler.

Böylece düşük taban yüksekliğine sahip alçak bulutların oluşturduğu kapalılık pilotların görerek hedefini vurmasını engeller.

Bu nedenle Bağdat'ta önceden belirlenmiş asil ve yedek hedeflerinin kış boyunca görerek vurulması, lazer güdümlü füzelerin kullanılması, lazer ile ölçüm yapılması ve kurtarma ve benzeri askeri operasyonlar için uygun olmayan günlerin, değişik yerel saatlere göre hedeflerdeki görüş mesafeleri ve bulut örtüsünün ortalama frekansları barış anında belirlenmiş olması gerekmektedir. Böylece savaşın planlanmasında günün hangi saatlerinin görerek hedef vurma, bombardımandan sonrası hasar tespiti için keşif yapmak ve fotoğraf çekmek v.b. için uygun olduğu bilinir. Bu nedenle ABD Hava Kuvvetleri, Bağdat ve, Türkiye dahil, tüm Ortadoğu için bulut taban yüksekliklerinin 900 metreden daha az, görüş mesafelerinin 4.5 kilometreden daha düşük olduğu zamanları yıllar öncesinden belirlemiş durumdadır.

Irak ise sadece 1991 öncesi ABD'den satın aldığı APT terminali ile (eğer hala çalışıyorsa), Amerika'nın NOAA, Avrupa'nın METEOSAT, Rusya'nın METEOR ve Çin'in Feng Yun uydularından kendi ülkesi için şifresiz olan meteorolojik görüntüleri almaya çalışmakta olup bu uydu görüntüleri ve yabancı basından aldığı meteorolojik bilgiler yardımı ile Scud füzelerini ve diğer askeri operasyonlarını planlayabilir.

ABD, 1991 Çöl Harekatından aldığı dersler ile teknolojisini yenilemiş ve tecrübe kazanmıştır. Diğer bir deyişle, "Hava Generali" bu kez Irak'tan yana değil gibi görünmekte. Ancak bu arada hava olaylarının kaotik davranışlarını da unutmamak gerekir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Pehlivanoğlu, V. ve Kadioğlu, M. 1993: Bir Başka Silah Aracı-Hava. Hava Harp Okulu Bülteni, 12 (31-32), 79-86.*
- Gulf War Special Issue, 1992: Weather, 47 (6), 181-226.*
- Berman, S.D., 1997: Desert Storm-Military Space Weather Systems.*
- Kuznetsov, A.N., 1992: Technical Capabilities of U.S. Space Assets. Moscow VOYENNAYE MYSL No 8-9, 70-76.*
- Newsletter, The Battlefield Environment, <http://call.army.mil/call/newsltrs>*
- CNN U.S. News, February 9, 1998. New bombs use satellites to find their targets.*
- SWANEA, 1991: A Climatological Study. Volume II- The Middle East Peninsula USAF Environmental Technical Applications Center, Scott Air Force Base, Illinois.*

JEOİSTATİSTİKSEL YÖNTEM İLE NOKTA VA ALANSAL YAĞIŞLARIN SAPTANMASI VE STOKASTİK OLARAK MODELENMESİ ÖRNEK HAVZA UYGULAMALARI⁽¹⁾

Mahmut ÇETİN⁽²⁾

ABSTRACT

In this study, it is aimed at determining monthly point and areal rainfall depths through using geostatistical techniques, and learning the stochastic structure of point

and areal rainfall series observed monthly and generated geostatistically. Long term monthly rainfall depths, obtained from 175 stations scattered point-wise over approximately 127 000km² area encompassed by Adana-Mersin-Karaman-Konya-Aksaray-Nevşehir-Niğde-Kayseri and Antakya provinces; have been used in the study. At the end of geostatistical analysis, it is concluded that the best theoretical semivariogram model, which characterizes the study area and fits best to the experimental semivariograms, is spherical model. After sample points and areas have been chosen in the Seyhan and Asi basin, long term monthly point and areal rainfall series have been generated by punctual and block kriging techniques. Time series analysis have been done on the data generated and observed in Seyhan basin. Paired monthly observed and generated monthly point rainfall series have not shown any significant differences in the mean and standard deviation. No trend has been detected in the monthly observed, punctual and block kriged rainfall series. The periodic component in the mean and standard deviation of the series has been explained by Fourier series with the 12-month cycle and two subharmonics. Standardized series have been obtained by parametric standardization. All calculated autocorrelation coefficients were found to be within the confidence limits in Anderson test. So standardized fitted series have been considered as independent stochastic processes. The empirical frequency distribution of independent stochastic processes was determined as Long-Normal probability function. By using Long-Normal probability distribution, monthly point and areal rainfall depths, for Tarsus Research Institute Rainfall Observation Station and Tarsus plain, have been calculated for standard return periods such as 2, 5, 10, 25, 50 and 100-year. The magnitude of T-year event was always found maximum in December, but minimum in August.

(1) Doktora Tezi

(2) Dr. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 01330 Balcalı-ADANA/TÜRKİYE.

Tel: 0-322-338 63 18 (ext. 25); E-Mail<mcet@pamuk.cc.cu.edu.tr>

ÖZET

Bu çalışmada, bir bölgedeki noktasal ve alansal yağışların jeoistatistiksel yöntem ile saptanması ve stokastik olarak modellenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, Adana-Mersin-Karaman-Konya-Aksaray-Nevşehir-Niğde-Kayseri ve Antakya il sınırları içinde kalan, yaklaşık 127 000km²'yi kapsayan bölgedeki 175 yağış gözlem istasyonu uzun yıllık aylık yağış verileri kullanılmıştır.

İki aşamalı olarak yürütülen bu çalışmanın 1. aşamasında jeoistatistiksel yöntemin yağış analizinde uygulanabilirliği araştırılmış ve bu yöntemle noktasal ve alansal yağış serilerinin türetilmesi yapılmıştır; 2. aşamada ise; gözlenen, türetilen noktasal ve alansal yağış serilerine uygun stokastik modeller araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda;

- Aylık yağışların deneysel yarıvariogramları, teorik yarıvariogram tip ve parametreleri,
- Yöre için standart sapma haritaları,
- Uzun yıllık aylık noktasal ve alansal yağış serilerinin tahmini,
- Gözlenen ve tahmin edilen aylık noktasal ve alansal yağışların zaman serisi analizlerinin yapılması ve sentetik seri türetilmesi gerçekleştirilmiştir.

Yapılan jeoistatistiksel analiz sonuçlarına göre, aylık deneysel yarıvariogramlar küresel tip model yapısı göstermiştir. Belirlenen tüm aylık yarıvariogram modelleri kontrolsüz (nugget) etki bileşeni içermiştir. Kontrolsüz etki Ocak ayında minimum %0.9, Temmuz ayında maksimum %28.6 bulunmuştur. Aylık yarıvariogramların yapısal varyans bileşeni Ocak ayında maksimum %99.1, Temmuz ayında minimum %71.4 değerini almıştır. Yarıvariogramların maksimum etki uzaklığı ekim ayında 273.2km, minimum etki uzaklığı Ağustos ayında 25.4 km olarak belirlenmiştir. Bu parametreler kullanılarak çalışma alanının aylık yağış ve standart sapma haritaları çizilmiştir.

Jeoistatistiksel yöntemin yağışlara uygulanabilirliği tesbit edildikten sonra amaç doğrultusunda iki havza ve bu havzada bir alan ve bir yağış gözlem istasyonu seçilmiştir:

- Seyhan havzası, Tarsus ovası ve Tarsus Araştırma Enstitüsü (Tarsus A. E.),
- Asi havzası, Amik ovası ve Serinyol DMİ Yağış gözlem istasyonu. Örnek olarak seçilen bu nokta ve alanlarda kriging yöntemi ile noktasal ve alansal uzun yıllık aylık yağış tahminleri yapılmış, eksik veriler tamamlanmıştır.

Tarsus A. E. gözlem istasyonu gözlenen ve tahmin edilen noktasal yağış serileri ile Tarsus ovası tahmini alansal yağış derinlikleri zaman serisi analizine tabi tutularak gidiş, periyodik ve stokastik bileşenleri incelenmiştir. Yağış serilerinin %95 güvenle gidiş bileşeni içermediği saptanmıştır. Periyodik bileşen yıl periyodu ile iki alt harmonik tarafından %98 düzeyinde açıklanabilmektedir. Bütün serilerin ortalama ve standart sapma etrafındaki periyodikliği parametrik standardizasyonla giderilerek, yaklaşık standardize stokastik süreçler elde edilmiştir. Yaklaşık standardize stokastik süreçler genel ortalama ve standart sapmaları kullanılarak tekrar standartlaştırılmış ve sıfır ortalamalı, standart sapması bir olan tam standartlaştırılmış stokastik bileşenler elde edilmiştir. Tam standartlaştırılmış serilerin otokorelasyon katsayıları Anderson testinde önemsiz bulunduğundan, bu serilerin p inci mertebeden otoregresif lineer modellerle ifade edilemeyeceği sonucuna varılmıştır. Bu seriler, rastgele karakterli bağımsız stokastik süreçler olarak değerlendirilmiş ve çalışma olasılık yöntemler kullanılarak sürdürülmüştür.

Bağımsız stokastik süreçlerin χ^2 ve Kolmogorov-Smirnov testleri sonucunda olasılık dağılımlardan Log-Normal dağılıma en iyi uyum gösterdikleri belirlenmiştir. Saptanan Log-Normal dağılım fonksiyonu kullanılarak, Tarsus A. E. yağış gözlem istasyonu gözlenen, tahmin edilen noktasal ve Tarsus ovası alansal yağış serilerinin standart yinelenme yılları için yinelenme-yağış ilişkileri aylara göre belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar çizelge ve şekiller halinde verilmiştir.



AKIM ELEKTRONİK

Hidroloji, Hidro-Jeoloji ve Meteoroloji
Rasat Aletleri İmalat ve Tic.



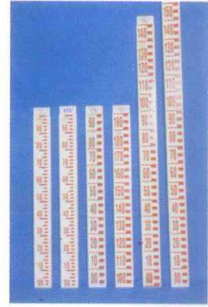
İmalatını Yaptığımız RASAT ALETLERİ



Elektronik LİMNİGRAF Seti
(Elekt. Su Seviyesi Kayıtedici)



Elektronik PLÜVİOGRAF
(Elektronik Yağış Ölçer)



Emaye EŞEL



Buharlaştırma Leğeni

- 3 Yıl Garanti
- İmalattan Satış
- TSEK Belgeli



PLÜVİOMETRE

T. Özal Bulvarı No: 45/1 Tlf: (322) 234 10 17 - 234 54 44 • Fax: (322) 234 54 44 ADANA

Siparişlerinizi Fax., Tlf. veya Mektupla verebilirsiniz