

İKLİM GÖZLEMLERİNİN DOĞRULUĞU İLE DEVAMLILIĞINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE TÜRDEŞLİK TESTLERİ



Alper AKÇAKAYA

Mesut DEMİRCAN

M. Utku SÜMER

Serhat ŞENSOY

Araştırma Dairesi Başkanlığı

Klimatoloji Şube Müdürlüğü

Ankara, 2013

İçindekiler

GİRİŞ:	1
1. İKLİM GÖZLEMİNİN ON KURALI	5
1.1 Gözlem Ağındaki Değişimlerin Yönetilmesi Ve Paralel Testler:	5
1.2 Metadata (Veribilgi) İle Veri Kalitesi Ve Devamlılığı:	5
1.3 Bütünleştirilmiş Çevresel Değerlendirme:	6
1.4 Tarihsel Önem Ve Tamamlayıcı Veri:	6
1.5 İklim Talepleri Ve Amacın Devamlılığı:	7
1.6 Veriye Ulaşım:	7
2. İKLİM ÖLÇÜMLERİNDE STANDARTLARIN ÖNEMİ:	8
3. PARALEL GÖZLEMLER VE REFERANS İKLİM İSTASYONLARI (Rİİ):	9
4. İKLİM GÖZLEMLERİNİN DOĞRULUĞUNU VE DEVAMLILIĞINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER:	11
4.1 İstasyon Veribilgisi:	11
4.2 Gözlem Sistemleri:	13
4.3 İstasyon Ve Gözlem Sistemlerinin Maruz Kaldığı Etkiler:	14
5. METEOROLOJİ İSTASYONU KURULACAK YERİN SEÇİLMESİ:	16
6. AYLIK, MEVSİMLİK VE YILLIK VERİLER İÇİN DOLAYLI TÜRDEŞLİK (HOMOJENLİK) DEĞERLENDİRMESİ:	19
6.1 Veribilgi Ve Kalite Kontrolü (KK):	19
6.2 Bir Referans Zaman Dizisi Oluşturmak:	21
6.3 Kırılma Noktası Tanımlama:	23
6.4 Veri Düzeltmesi:	25
7. SONUÇLAR VE TAVSİYELER:	27
Kaynaklar:	30

**İKLİM GÖZLEMLERİNİN
DOĞRULUĞU
İLE
DEVAMLILIĞINI
ETKİLEYEN FAKTÖRLER
VE
TÜRDEŞLİK TESTLERİ**

**Alper AKÇAKAYA
Mesut DEMİRCAN
M. Utku SÜMER
Serhat ŞENSOY**

**Araştırma Dairesi Başkanlığı
Klimatoloji Şube Müdürlüğü**

Ankara, 2013

GİRİŞ:

İklim kayıtları, uzun bir dönem boyunca toplanmış meteoroloji verileri üzerine kurulmuştur. İklim bilimcilerin bir kısmı, gözlem verilerindeki sürekliliğin, mutlak doğruluğundan (bu çok önemli değilse) daha önemli olduğu konusunu tartışmaktadırlar. Çünkü iklimin zaman bağımlı davranış izleri olan eğilimini ve değişimini gösteren, iklimsel risk etkileri ve ekstremelerin değerlendirilmesi için verilerdeki süreklilik önemlidir. Her durumda da iklim verisi, meteoroloji ve klimatoloji bilimlerini içeren bütün uygulamaların temel taşıdır.

Geçmiş yıllarda, hava tahmini meteoroloji servislerinin gündeminde, insan hayatlarını ve mülklerini korumak için ön plandayken, iklim değişikliğinin gündeme gelmesiyle birlikte meteoroloji servisleri, iklim çalışmalarına ve iklim verilerine önem vermeye başlamışlardır.

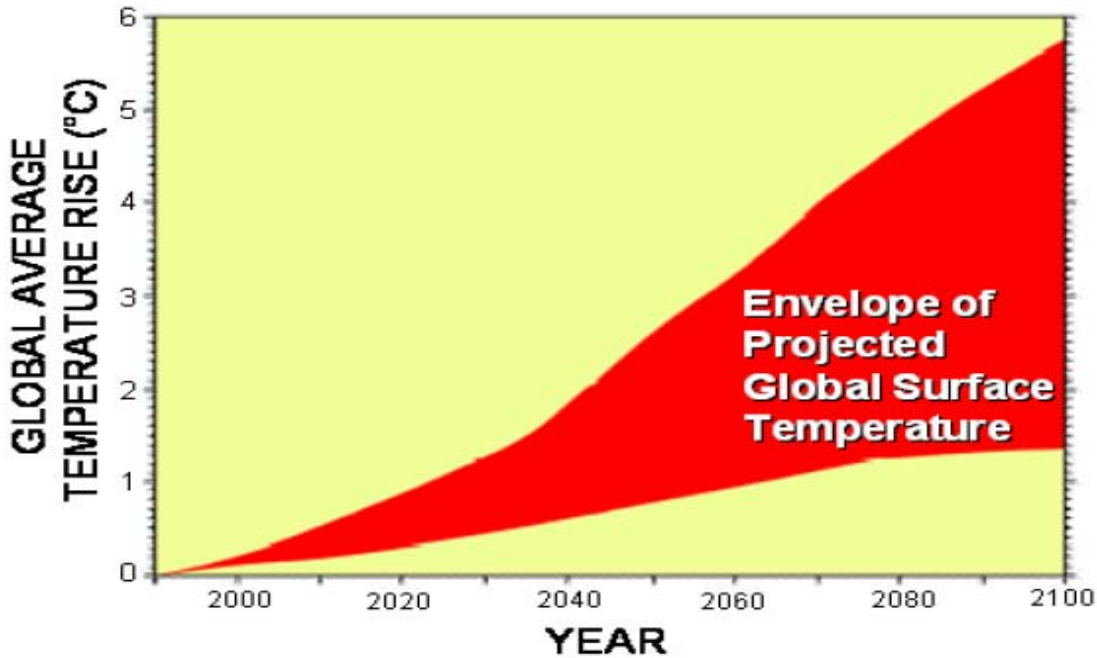
Uzun dönem iklim gözlem sistemlerinin amacı, sürekli ve güvenilir veri ile bilgi toplamaktır. Veri, iklim servisleri uygulamalarındaki; iklim tanımlama, iklim çeşitliliğini gözleme, iklim değişikliğini belirleme, ulusal ekonomik gelişme, iklim araştırmalarını destekleme, modelleme, tahmin ve etkilerin önlenmesini içeren büyük çeşitliliğe hizmet eder.

İklim verileri, sosyo-ekonomik karar vericilerin birçoğu tarafından; fırtına ve sel anında barajların su kaçış yolu büyüklüklerinin hesabından, otoyolların sel suları altında kalmaması için verilecek eğimin, drenaj kanallarının boyutlarının ve binaların uzun dönem sağlam kalmasını sağlamak için yapısal temel derinliklerinin belirlenmesine kadar geniş bir alanda kullanılır. Endüstri sektörü, iş ve satış eğilimlerini (sosyo-ekonomik indisleri) anlamak için meteorolojik ve klimatolojik veriler gerçek zamanlıya yakın kullanır. Bütün bu uygulamalar, uzun bir zaman dönemi için tutarlı ölçümlere gereksinim duyarlar.

İklim verileri ulusal meteorolojik miraslardır şöyle ki: Tahmin ve uyarılar kısa raf ömürlü iken iklim verileri yüz yıllar boyu veya daha uzun süre kalıcıdır. İklim verileri ulusal mirasın bir parçasıdır. Veriler, gelişmiş bilgisayarlar ve algoritmalarla, gelecek

yıllarda da hassas detayları ile tekrar tekrar dikkatli bir şekilde gözden geçirilmeye devam edecektir. Gözlem noktasındaki atmosferin gerçek durumunu temsil eden bu verileri yeterli doğrulukta kayıt etme ve arşivleme için özen ve sebat gösterilerek çalışmalar yapılmalıdır. Birçok yönden, ulusal meteoroloji servisleri gelecek kuşaklara bıraktıkları kayıtların kalitesi ile sorgulanacaklardır.

Geçmiş yıllarda, iklim verilerinin modellerde kullanılması ile diğer bir önemli uygulaması geliştirildi ve küresel ısınmanın (sera gazı ısınmasının) değerlendirilmesinde kullanıldı. Şekil-1'de son Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneline (IPCC) göre çeşitli sera gazı ısınma senaryoları ile birleştirilmiş belirsizlik gösterilmektedir. Projeksiyonlardaki değişimin, tek bir gözlem hatası ile karşılaştırılabilir düzeyde olması, gözlem yeri ve sensörlerin standartlarına sıkı bir şekilde bağlılığının ne kadar önemli olduğunu ifade etmektedir. İklim izleme ve iklim değişikliğini belirleme çalışmalarında, kayıtlardaki doğruluk ile devamlılığın artırılmasının önemini farkına varmalı ve istenmeyen belirsizlikleri azaltmak için sağduyulu bir şekilde veri tabanımızı ve gözlem sistemlerimizi denetleyerek gerekli düzeltmeleri yapmalıyız. Böylece iklim veri tabanının kalitesini artırma ve iklimdeki değişiklikleri daha iyi anlama çalışmalarına destek sağlanmış olacaktır.

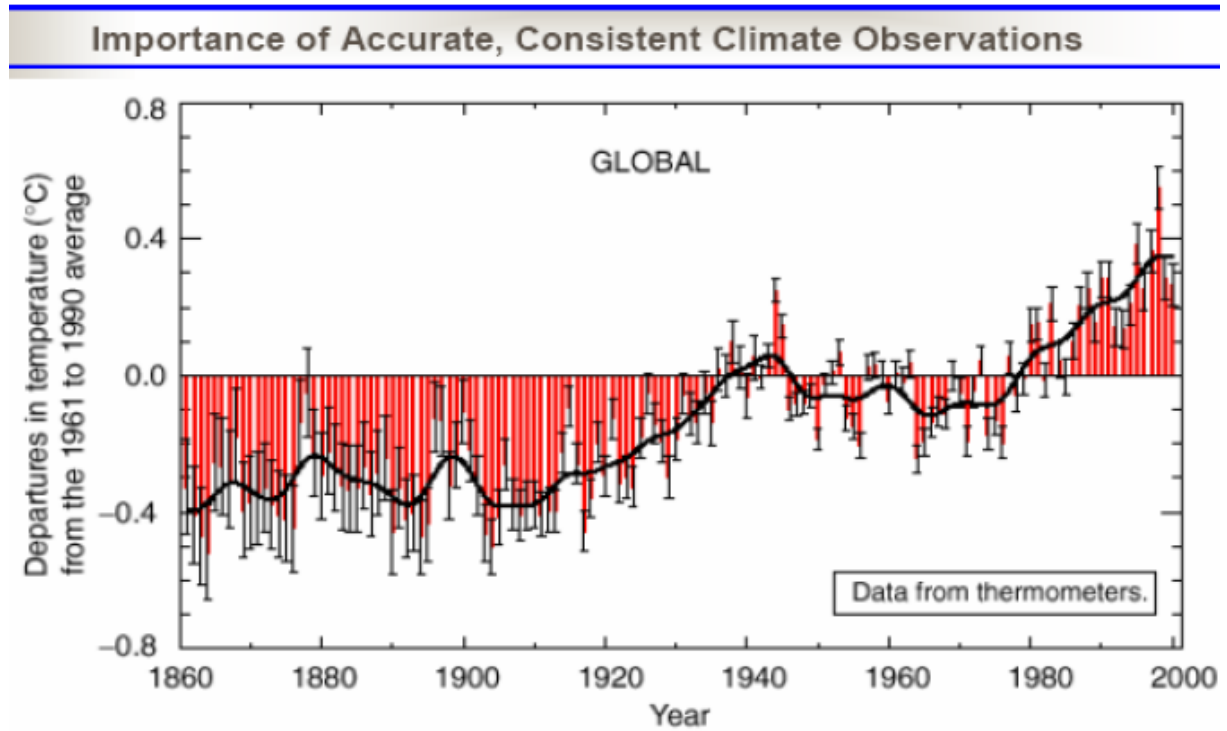


Şekil-1. Sera gazı ısınma senaryolarındaki sıcaklık belirsizliği.

Çok sayıdaki etken, iklim kayıtlarındaki belirsizliğe neden olabilir. Bazıları, alet değişimi gibi kaçınılmazdır. Sensörler, kullanım süreleri sonunda yenilenmesi gerekir. Süregelen çevresel değişiklikten bütünüyle kaçınmak imkânsızdır. Ağaçlar büyür ve kır

manzarası değişir. Bu şartlar altında yapabileceğimiz en iyi şey değişim doğrultusunda doğru metadatayı (veribilgiyi) kayıt etmektir. İklim ölçümlerini etkileyen birçok çevresel değişiklik ortaya çıkarken görülmeyebilir, önemsiz ya da ilgi çekici olmayabilir. Bununla birlikte, bu değişiklikler, iklim kayıtlarına bazı seviyelerde belirsizlik eklerler.

Şekil-2 de, iklim bilimciler tarafından çok kullanılan sıcaklık grafiği görülmektedir. Bu şekil iklim veri ve değerlendirmelerindeki doğruluğun önemini resmetmektedir. Grafikteki dikkat çeken husus; iklim eğilimlerinin, uzun yıllır boyunca santigrat (°C) derecenin ondalıkları olarak değerlendirilmesidir. Bu ısınmanın büyüklüğü ve sebepleri üzerindeki büyük küresel tartışma, sadece Amerika Birleşik Devletleri'nde oluşabilecek sosyo-ekonomik hareketlerin etkisinin yüzlerce milyar dolar olacağı etrafında merkezlenmektedir. Küresel kayıplar ise bundan daha büyük olacaktır. Karar vericiler, önlemler için fikirleri değerlendirirken onlara yardımcı olacak kaliteli ve doğru veriye ihtiyaç duyacaklardır. Doğru, tutarlı ve iyi anlaşılmış veri yanlış yapma riskini ve pahalıya mal olacak kararları azaltacak ve uygulamadaki sosyo-ekonomik faydaları artıracaktır.



Şekil-2. Son 140 yıl için yıllık ortalama küresel yüzey sıcaklığı.

Bu çalışma ile elde edilmesi düşünölen amaç; iklim kayıtlarında istenmeyen belirsizlik ve devamsızlığı etkileyen faktörleri belirlemek ve bu faktörlerin ortadan kaldırılması için alınacak tedbirleri ortaya koymaktır.

İklim değerlendirmelerini yapabilmek, iklimdeki değişebilirlikleri ve değişimleri tespit etmek, doğru tahmin ve modelleme yapabilmek için doğru ve tutarlı verilere ihtiyaç vardır. Doğru verileri üretmek; doğru planlama, denetleme, bakım ve yönetimle olur. Doğru ve tutarlı verileri elde etmek için iklimin on kuralına uygun olarak hareket etmek gerekir.

İklim gözleminin on kuralı:

- 1- Gözlem ağlarındaki değişimlerin yönetilmesi
- 2- Paralel testler
- 3- Metadata (Veribilgi)
- 4- Veri kalitesi ve devamlılığı
- 5- Bütünleştirilmiş çevresel değerlendirme
- 6- Tarihsel önem
- 7- Tamamlayıcı veri
- 8- İklim gereksinimleri
- 9- Amacın devamlılığı
- 10- Veri ve veribilgiye ulaşım

1. İKLİM GÖZLEMİNİN ON KURALI

1.1 Gözlem Ağındaki Değişimlerin Yönetilmesi Ve Paralel Testler:

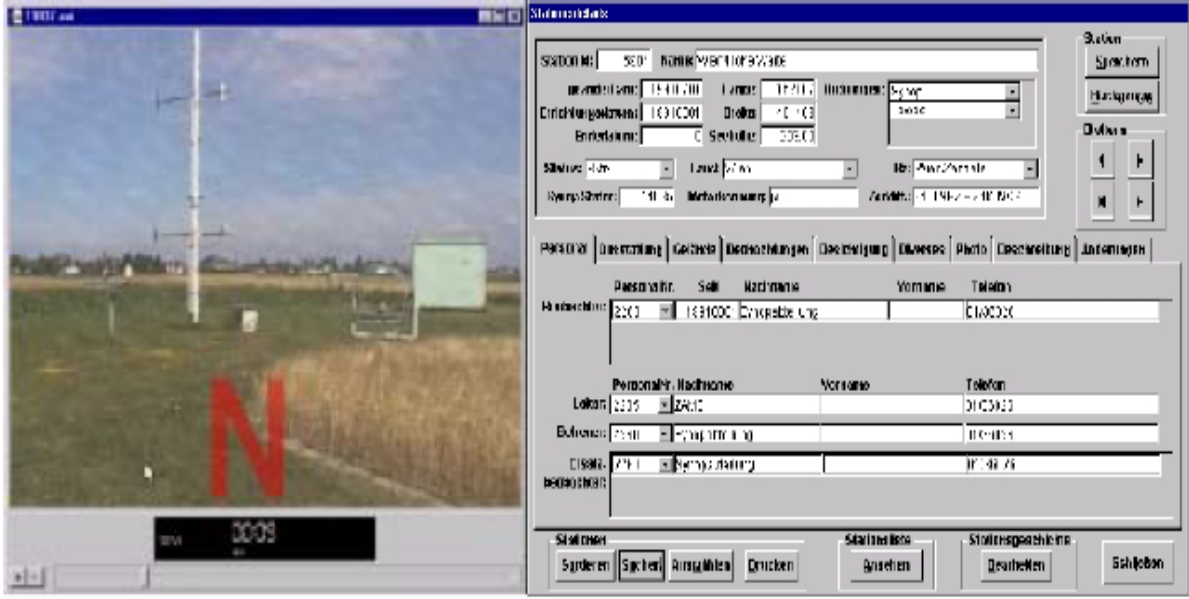
Gözlem zamanı, gözlem sistemi, gözlem yeri ile gözlem yerinin çevresindeki değişimler iklim verisi zaman serisini etkileyebilir. Gözlem sistemleri ve gözlem yerinde değişiklik olduğu zaman eski ve yeni sistemler ile eski ve yeni gözlem yeri arasında paralel gözlem yapmak gerekir. Önerilen sistem değişikliğinin iklim verilerinde nasıl bir değişim yapacağı değerlendirilmelidir. Eski ve yeni sistemler/gözlem yerleri arasında ilişkilendirme çalışmalarında kullanılmak üzere 2 yıl süre ile birlikte çalıştırılmalıdır (paralel gözlem yapılmalıdır). Eski ve yeni sistemlerin ürettikleri veriler arasında türdeşliği (homojeniteyi) sağlamak amacıyla yapılacak çalışmalar için kayıt tutulmalıdır (yer, alet bilgileri vb.). İki sistem arasında geçiş yapılmadan önce türdeşlik çalışmaları bitirilmiş ve yeni sistemin kesintisiz çalıştığı gözlemlenmiş olmalıdır.

1.2 Metadata (Veribilgi) İle Veri Kalitesi Ve Devamlılığı:

Metadata (Veribilgi), veri hakkındaki veridir; yani üretilen veri hakkında gözlem zamanındaki değişimleri, alet veya üretim sistemlerini, algoritmaları, bakımı, değişimi, koordinatlarını ve çevresel koşulları içeren bilgidir.

Veribilgi, gözlem yöntemlerini de içeren istasyonun tarihi bilgileridir. Önemli ekstrem hava olaylarının kayıtları da tutulmalıdır. Bu bilgiler veri kalitesi, devamlılığı ve türdeşliği çalışmalarında kullanıldığı için önemlidir. İklim değişebilirliği ve değişikliğini belirleme çalışmalarında kaliteli ve devamlılığı olan verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin gözlem sırasında kullanılan termometre değiştirildiğinde türü ile kayıt edilmesi sayesinde, ilerde sıcaklık verileri değerlendirilirken uzun dönem kayıtlarında ortaya çıkabilecek bir devamsızlığın nedeni bilinmiş olacaktır. Gözlem yeri seçimlerinde uzun dönem değişikliklerin olmayacağı, topografya etkisinden uzak, açık, bakım ve ulaşımın kolay olacağı, elektriği olan yerler istenir. Bununla birlikte, şehirleşme gibi nedenlerle istasyon çevresinde değişimler olabilir. Bu yüzden yer değişimi veya istasyonun 100m çaplı (yatayda 150m ve 35m dikeyde) alan içerisindeki çevresel değişiklikler resimlenerek, GPS-temelli koordinatları (enlem, boylam, yükseklik) ile kayıt edilmelidir. Örneğin istasyon çevresindeki ormanın kalkması, yeni binalar, arazi kullanım değişiklikleri, yol yapımı vb. fiziksel değişim

bilgileri, istasyonun tarihsel bilgilerini tamamlayarak veri ve verideki değişiklikleri anlamamıza yardım eder (Şekil-3).



Şekil-3. Modern veri tabanları, fotoğraflar, yerleşim bilgileri ve faydalı dokümanları içeren önemli istasyon veribilgilerine etkili erişim sağlarlar. (Kaynak: Meteoroloji ve Jeodinamik Merkezi Enstitüsü ZAMG, Avusturya, WCDM 52)

1.3 Bütünleştirilmiş Çevresel Değerlendirme:

İklim değişikliği ve değişebilirliği çalışmaları sırasında yapılan veri-zaman serisinin istatistiksel veya dinamik analizleri gibi analizler, gelişmiş çevresel değerlendirmelerinde bu çalışmalar katılması ile veri üretimi konusunda yapmamız gerekenleri önceden söyleyebilirler. Ulusal ve uluslararası değerlendirmeler, veri tutarlılığının belirlenmesinde önemli bir rol oynarlar. İklim verilerinin üretimi için önemli olan; tutarlı, sürekli, doğru ve zamanlı veri üretmektir. Bütünleştirilmiş çevresel izleme, gözlem sistemlerine çevre-iklim ilişkisi içerisinde bakım yapmaya yardımcı olur.

1.4 Tarihsel Önem Ve Tamamlayıcı Veri:

Uzun dönemlere ait türdeş verilerin olması iklim çalışmaları için büyük bir önem taşımaktadır. Bakımlı, ayarlı gözlem sistemleri ile elde edilen uzun yıllık türdeş veriler iklimde tarihsel olarak meydana gelen değişimleri göz önüne serer. Bu nedenle cetvellerde

bulunan kayıtların süratli bir şekilde sayısal ortama aktarılması gerekir. Cetveller sayısallaştırılırken bir taraftan da resimlerinin alınarak saklanması ile yapılacak geriye dönük tekrar çalışmalarında yardımcı olacaktır. Günümüzde iklim değişikliği ve değişebilirliği çalışmalarında tarihsel iklimbilimi (paleo-klimatoloji) ile geçmiş bin yılın verisini anlayabilmek için izotop teknikleri, ağaç halkaları kullanıldığı ve bunlarında %60 doğruluk payına sahip olduğu göz önüne alınırsa düzeltilebilir ölçümlenmiş verinin önemi ortaya çıkacaktır. Gözlem ağındaki boşluklar yeni sistemler kurulurken öncelik verilmesi gereken yerlerdir. Bu yerlere gözlem sistemi kurularak buralardan veri toplamak değerlendirmelerin daha doğru yapılmasına yardımcı olur. Diğer yandan başlangıçta ideal yerlere kurulan gözlem istasyonlarını, zamanla çevrelerinde meydana gelen değişikliklerden korumak oldukça güçtür. Bununla birlikte uzun yıllık türdeş, tutarlı verileri olan istasyonlar iklim çalışmaları için çok önemlidir ve bu tür istasyonların korunması gerekir.

1.5 İklim Talepleri Ve Amacın Devamlılığı:

Aletler, iklim değişimlerini ve ilgili parametrelerdeki değişimleri ölçebilecek hassasiyete ve küçük hata payları ile yeterli doğruluğa sahip olmalıdırlar. Kararlı, uzun dönemli gözlemleri elde etme yükümlülüğü altında, gerek işletimsel gerekse araştırma amaçlı olarak, aletlerin kullanıma sunulması çok iyi planlanmalıdır. Gözlem ağları geliştirilirken; ağ tasarımcılarına, işletmecilerine ve alet/sistem tasarım mühendislerine iklim talepleri konusunda yeterli bilgi verilmelidir. Modelleme ve teorik çalışmalarda alansal ve zamansal çözünürlük talepleri tanımlanmalıdır. Yapılan çalışmalar, sıcaklık verisindeki sapmalarda, insan kaynaklı (yer değişimi, gözlem zamanı değişimi, standart olmayan hatalar, şehir ısı adası ve alet değişikliği) sapmaların, doğal iklim değişimi (iklim değişikliği, tahmin doğruluğu, volkanik patlamalar ve El Nino-Güneyli Salınım “ENSO” değişimi) sapmalarına göre çok fazla olduğunu ortaya koymuştur.

1.6 Veriye Ulaşım:

Veri yönetimi ile kalite kontrolü bütünleşik olmalı ve kullanıcıya sunulacak veriler kalite kontrolünden geçirilmiş, türdeşlik testleri tamamlanmış olmalıdır. Kullanıcılar veriye ve veribilgiye kolayca erişebilmelidir. Veri sunumu yapılırken, veri setleri ile veribilgileri birlikte sunulmalıdır. Veri yönetiminde uluslararası işbirliği önem taşımaktadır.

2. İKLİM ÖLÇÜMLERİNDE STANDARTLARIN ÖNEMİ:

İklim ölçüm standartları, kaliteli verinin elde edilmesi ve artması için gözlem yöntemleri arasında uygunluk sağlar. Standart, sahada önemli bir görev üstlenir. Standartların uygulanması ile uzun yıllar boyunca ve farklı istasyonlar arasında, bütün ölçülebilen ve sürekli toplanan veri, aynı ölçütlerde olur.

Gerçekte, ölçüm standartları her zaman karşılanamaz (yani aletler ve çevre etkisine maruz kalır). Her yer, bazı bakımlardan ölçümlerde farklılığa yol açan faktörlere sahiptir. İyi bir yağış ölçüm yerinin, sıcaklık için iyi olması veya sıcaklık için iyi olan yerin rüzgâr için de iyi olması beklenemez. Bununla birlikte standartlar, ölçümlerin toplanması için önemli ve uyumlu çerçeveler sağlar.

Standartlara bağlılık; verinin doğruluğunu, sürekliliği ile karşılaştırılabilirliğini ve verinin temsil yeteneğini artırır. Bunun tersine standartlara bağlılığın olmadığı durumlarda, veri kayıtlarındaki ve doğal iklim değişkenliği ile eğilimlerini güvenle değerlendirme yeteneğimizdeki belirsizlikler artar. Belirsizlikler artarken, iklimimize ne olduğu değerlendirmelerinde yanlış yapma riski doğar.

İklim gözlem sistemlerini işletirken, yapacağımız her şeyi gözlem standartlarına makul ölçülerde uyarak yapmalıyız. Yargı sistemine benzer bir şekilde, sorunları (katılmasanız bile) standartlarla (yasalarla) çözmelisiniz. Önemli nokta, sistemlerin çalışması sırasında herkezin aynı prensipleri uygulamasıdır. Toplumda standartlara (kanunlara) bağlılığın yoksunluğu anarşiye yol açar (kuralsızca işleyen trafiğe ve onun yol açtığı kargaşaya bakın). İklim dünyasında, aynı durum uyumsuz ve tutarsız veriye yol açar (kar ölçümlerindeki tutarsız yöntemler üzerindeki mevcut tartışma buna güzel bir örnektir).

3. PARALEL GÖZLEMLER VE REFERANS İKLİM İSTASYONLARI (Rİİ):

Gözlem şebekesine yeni sistemler ve aletler girdiğinde belirli bir süre birlikte çalıştırılması gerekir. Her ölçüm sistemi/aleti tasarımlarının doğruluk ve tepki sürelerinin farklı olması ve ölçüm yerinde meydana gelen değişiklikler, ölçülen değerlerde bir miktar farklılıklar oluşturmaktır. Meteorolojik gözlemlerin 19. Yüzyıldan başladığı ve o zamandan beri ölçüm sistemlerinde teknolojik gelişmelere bağlı olarak sürekli bir gelişme gösterdiği göz önüne alınır, oluşturulan meteorolojik veri arşivlerinin yeni gelen sistemlerle ilişkilendirilebilmesi için birlikte çalıştırılması gerektiği ortaya çıkar. Bu süre mevcut rehber dokümanlarda en az iki yıl (iki mevsim ve yağış için 5 yıl) olarak tavsiye edilmekle birlikte, ne kadar uzun çalıştırılabilirse o kadar iyi olacağı da belirtilmiştir.

Paralel gözlem süreci, her iki sistemin de düzenli ve eş zamanlı olarak çalıştırılıp gerekli ilişkilendirme çalışmaları bittikten ve yeni sistemin kusursuz bir şekilde çalıştığı kanaati oluştuktan sonra, sona erdirilmelidir. Bununla birlikte gözlem şebekesi içerisinde belirli şartlara göre seçilmiş (iklim bölgeleri, gözlem şebekesinin büyüklüğü gibi), belirli bir sayıda istasyonu, referans iklim istasyonları (Rİİ) olarak tutmak ve bu istasyonlarda paralel gözlemlere devam etmek verilerin kalite kontrolü ve bilimselliği ile ilgili çalışmalar için büyük fayda sağlayacaktır.

Referans iklim istasyonları, iklim verilerinin eğilimlerini belirlemek amacıyla tasarlanan istasyonlardır. Bunlar, 30 yıldan az olmamak koşuluyla ve insan etkili çevresel değişikliklerin minimum düzeyde olduğu ya da beklendiği uzun dönemleri kapsamalıdır. İdeal olarak kayıtlar, iklim değişikliklerini uzun dönemli tanımlanmasını sağlayacak yeterli uzunlukta olmalıdır" (WMO 1986) (Şekil-4, Şekil-5).



Şekil-4. Blue Hill Gözlemevi, 110 yıl önce olduğu gibi. Soldaki, orijinali "Yüzyıl Dergisi" Mayıs, 1897 yılında yayınladı. Muhtemelen William Eddy tarafından fotograflandı.



Şekil-5. Tarihsel ölçüm koşullarının deneysel tekrar üretimi. Paralel ölçümler özdeş sensörler ile alınır (WCDMP 53).

4. İKLİM GÖZLEMLERİNİN DOĞRULUĞUNU VE DEVAMLILIĞINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER:

Doğal iklim değişebilirliğini belirsizleştiren iklim verilerindeki hataların büyüklüğü, sapmalara neden olan çeşitli faktörler ile değişir. İklim gözlemlerinin doğruluğunu birçok etken etkileyebilir. Ölçüm duyarlılığı, bakım, veri güvenliği ve kalite kontrolü gibi bazı faktörler büyük önem taşır. Fakat burada bunlardan çok aşağıdaki konulara yoğunlaşacağız:

- 1- Veribilgi (Metadata)
- 2- Gözlem sistemleri
- 3- Maruz Kalınan etkiler
- 4- Çevredeki değişiklikler
- 5- Veri devamlılığı
- 6- Gözlem uygulamaları

Her etken gözden geçirildikten sonra, olası etkileri ve azaltılması yönünde yapılabilecek eylemler tavsiye edilecektir.

İklim gözlemindeki amacımız doğal çevredeki iklim değişebilirliğini ve değişikliğini ölçmektir yoksa alet değişimi, istasyon yer değişimi ve gözlem uygulamasındaki değişimler gibi yapay değişiklikleri ölçmek değildir.

Şekil-2’de sıcaklık gözlemlerinin doğruluğunu etkileyebilecek çeşitli faktörlerin göreceli tahminleri anlatılmaya çalışılmıştır. Yağış (kar yağışını da içeren) gibi diğer iklim elemanları benzer şekilde etkilenebilir. Şekil-2 incelendiğinde, yapay farkların (devamsızlıkların büyüklükte), ölçmeyi ve izlerinin takip edilmesi, arzulanan doğal iklim değişikliği (değişebilirliği) sinyallerinden daha büyük olduğu görülür. Eğer bu hesaba katılmazsa, yapay etkenler doğal iklim değişebilirliği ve değişikliği sinyallerini bütünüyle örtebilir. Öyleyse izleme ve olası azaltma için dikkatli davranılmalıdır.

4.1 İstasyon Veribilgisi:

İstasyon veribilgisi, iklim bilgilerinin esas parçalarından biridir. Doğru veribilgi, kontrol dışı olayların sonucunda ortaya çıkan ve yapay devamsızlıklara yol açan durumların

kayıt edilmesidir. Veribilgi, gözlem verilerini anlamada veri kullanıcıları için en önemli araçtır.

Basit ifade ile veribilgi veri hakkında verilerdir. Veribilgi, verinin nerede, nasıl toplandığının ve zaman içerisindeki değişimleri hakkında önemli tarihsel bilgileri sağlar. Bu bilgiler; aletlerin kuruluşu (kuruluşundan kaynaklı etkileri), aletlerin çeşitlerini, aletsel değişimleri, gözlem uygulamalarındaki değişimleri (gözlem zamanı, kar ölçüm tahtasının kullanılması gibi), çevresel yer karakteristiklerindeki değişiklikleri, bakım tarihleri, ölçüm çevresi ile aşamaları için algoritmalarındaki değişiklikleri, yapılan işin türünü ve benzeri konuları içerir.

Veribilgi iklim kayıtlarındaki istenmeyen yapay belirsizlikleri anlamamıza ve hesaba katmamıza yardım eder. İklim kayıtlarını veya verileri yorumlarken etkileyecek bütün faktörler kayıt edilmelidir. Bunlar şunları içermelidir:

- 1- Ölçümlere etkisi/engel olan değişiklikler
- 2- Yerel fiziksel çevredeki değişiklikler (Ölçüm noktası çevresinde olan geçici ve kalıcı tüm değişiklikler).

Veribilgi ile ilgili tavsiye edilen eylemler (takip eden eylemler iklim kayıtlarındaki istenmeyen belirsizlikleri azaltmak için tavsiye edilir):

1- Veribilginin, gözlemler gibi verinin önemli bir parçası olduğu temel prensibi iyi anlaşılmalıdır. İklim gözleminin 10 prensibine uygun olarak çalışan her iklim istasyonu için tam bir veribilgi kaydı tutulmalıdır.

2- Ölçüm yerindeki aletsel ölçümlerde farklılık oluşturabilecek bütün değişiklikler (ani veya yavaş) kayıt edilmelidir. Örneğin; istasyon çevresindeki geceleri ek infrared radyasyon sağlayan dikey duvarlar, orman kesimi, yakındaki tarlaların sulama/nadasa bırakılmalarındaki değişiklikler, asfalt yolların yapılması/genişletilmesi/değişmesi, park ve yolların kaybolması, bitkilerin etrafı sarması, rüzgâr akışını etkileyen yeni engeller gibi çevresel fizikî değişiklikler bunlardandır. İstasyondaki çimlerin sulanması, ölçüm sistemindeki değiştirilen veya eklenen yeni sensörler, beyaz siper rengindeki değişiklik veya kirlilik, aletlerin kalibrasyonu ve benzeri durumlar dikkatlice kayıt edilmelidir. İstasyon veribilgi arşivinin, ölçüm yerinin sekiz

pusula yönünden çekilmiş ve yıllık bakımlarda güncellenmiş dijital resimlerini de içermesi sağlanmalıdır.

3- Gözlem zamanlarındaki değişiklik, gözlem sistemindeki aletlerin/sensörlerin kaldırılması, aletlerin yeniden servise konulması veya yeni aletlerle değiştirilmesi, yeni kar ölçüm tahtasının işleme konulması, istasyon çevresindeki 150m içerisindeki değişiklikler, farklı ölçüm yöntemleri algoritmaları ve benzeri gözlemlerdeki değişiklikler ile oluş tarihlerini içeren veribilgi kayıtları yapılmalıdır.

4.2 Gözlem Sistemleri:

Gözlem sistemlerindeki değişiklikler, çevresel izleme için kolay kolay kaçınılmayan olgunlaşmış aşamaların doğal bir parçasıdır. Ölçüm sistemlerinin basit veya karmaşık olması önemli değildir. Ölçüm aletinin/sisteminin ölçüme nasıl alınacağı ve ölçüm aletinde/sisteminde kullanılan malzemelerin ölçüm parametresine hangi sürede tepki vereceği önemlidir. Tepki süresi ölçüm sistemlerinin malzemesine, yapısına ve ölçüm yöntemine göre değişiklik gösterebilirler. Aletler/sistemler değiştirildiği zaman az da olsa sapma veya bozulma ve devamsızlık gösterebilirler.

Veriyi anlamak için, gözlem sistemlerinin etkilenmesi beklenen çevre koşulları içinde nasıl çalıştığı anlaşılmalıdır. Aksi halde doğruluk aralığından tamamıyla emin olunamaz.

Bilindiği gibi iklim biliminde, özellikle, iklim değişikliğinin bir işareti olduğu için şiddet ve sıklıkları yakından izlenen ekstrem olaylarda doğruluk önemlidir. Doğruluk için gereksinimler kısaca aşağıda özetlenmiştir:

- a) Aletler/sistemler, gereksinimler doğrultusunda ölçüm duyarlılıklarını sağlayacak, bakım ve kalibrasyona sahip olmalıdır.
- b) Aletler/sistemler dışında diğer şartlardan kaynaklanan hatalar bilinmeli, istenilen ölçüm duyarlılığı limitleri içerisinde kalmalı ve zamanla değişim göstermemelidir.

Böylece, aletin/sistemin tepkileri önceden anlaşılmalı ve bir sensörün iklim taleplerini karşılayıp karşılamayacağı belirlenmelidir. Kaliteli aletler/sistemler üreten çok sayıda üretici

olduğu halde, eğer geçerli test sonuçları görülmezse, iklim verisinin doğruluğu için hangisinin talepleri karşılayacağı anlaşılamaz. Diğer dikkat edilmesi gereken bir konu da, aletlerin/sistemlerin, reklamlarındaki kapasitelerine gerçekte %100 ulaştıklarından emin olunmasıdır. Gözlem ağı tasarımcıları; reklamlardaki aletlerin/sistemlerin limitleri konusunda çok uyanık olmalıdır. Limitlerin kanıtları, referans sistemler ile bu sistemlerin ölümlerinin test edilmesidir. şu unutulmamalıdır ki, iklim bilimciler, uzun koşulu bir iklim izleme çalışması içindedirler. Bunun anlamı gözlem ağlarının on yıllarca veya daha uzun süre için işletilecek olmasıdır. Aletleri/sistemleri kurmaktan daha zor olan nokta, uzun dönemli doğru gözlemler yapabilmek için aletleri/sistemleri bakımlı, kalibrasyonlu ve sürdürülebilir bir şekilde işletme sorumluluğudur.

Gözlem sistemleri ile ilgili tavsiye edilen eylemler (takip eden eylemler iklim kayıtlarındaki istenmeyen belirsizlikleri azaltmak için tavsiye edilir):

1- Duyarlılıkları ve süreklilikleri ile iklim gereksinimlerini karşılayan ölüm sistemleri kullanılmalı. Aksi durumda; iklim kayıtlarının kalitesi, sürekliliği ve karşılaştırılabilirliğindeki belirsizlikler artar.

2- Bütün alet/sistem değişiklikleri ve tarihi, ister yeni alet kurulumu, isterse değiştirilmesi veya mevcudunun modifikasyonu olsun, istasyonun veribilgi kayıtlarına yazılmalıdır.

4.3 İstasyon Ve Gözlem Sistemlerinin Maruz Kaldığı Etkiler:

İstasyon (evre) ve alet etkileşiminin, ölümlerin temsili, sürekliliği ve doğruluğu bakımından büyük değişkenlik oluşturan faktörler olması nedeniyle, dikkatle incelenmesi gerekir. Bunlar aynı zamanda istenilmeyen etkilerini azaltmak ve kontrol etmek için önemli çaba sarf ettiğimiz faktörlerdir.

İstasyonun maruz kaldığı etkiler; genel yer karakterleri (şehir, banliyö, kırsal, vb.) ile topografik ortamı ve gözlem sisteminin maruz kaldığı etkiyi içerir. Gözlem sisteminin maruz kaldığı etki, sensörlerin özel yerleşimi ile ilgilidir (yerden yüksekliği, çevresindeki nesneye uzaklığı, vb.).

İstasyonun özel topografik ve çevresel ortamı, toplanan iklim verilerinin ölçülen değerlerinin belirlenmesinde çok önemli bir değişkendir. Bazı durumlarda, istasyonun topografik etkisi, sıcaklık ve yağış verilerinde söylenenden daha çok değişkenlik ile sonuçlanabilir (yatayda $\cong 8\text{km}$ ve dikeyde $\cong 40\text{m}$). Hatta yükseklikteki az bir değişme (2 veya 4m) veya yatayda 20m'den az bir değişim ölçümleri etkileyebilir. Bir gözlem istasyonunu bulunduğu yerden tepe veya vadi yakınına veya boşaltım ve sulama kanalları civarına veya hemen göze çarpmayan diğer özellikli etkilerin bulunduğu yerin yakınına taşınması iklim gözlemlerini değiştirebilir. Her ne kadar olası gözükme de, türdeş düz alanlardaki istasyon yeri değişikliklerinde bile gözlemlerin değiştiği birçok kez kayıtlara geçmiştir. Kar sıcaklık üzerinde büyük etkiye sahip olabilir, çünkü istasyon çevresinde kar toplanması ve erimesi zamanla değişebilmektedir. Şunu da not etmek gerekir ki, sıcaklık yer değişikliği nedeni ile önemli ölçüde etkilenebilirken, yağış az etkilenir veya tam tersi olur. Faktörlerin etkisi parametreye özgü olarak farklı davranış gösterir.

Bir yerin topografik etkisinin tipi nokta iklimi fazlaca etkiler. Şekil-6'da Batı Virjinya'nın yüksek Allegheny dağlarında, topografik ortamının farklı türleri klasik bir örnek olarak gösterilmektedir. Bunlar;

- a) Yükseklik (deniz seviyesinden ve yerel olarak birkaç metrelik küçük değişimler),
- b) Eğim (kuzey, güney, doğu ve batı yüzü veya seviye),
- c) Topografik ortam (zirve sırtı, vadi, vb.)



Şekil-6. Topografik ortam istasyon yer değiştirmeleri için iklim uyumunu belirlemede önemlidir (Batı Virjinya'nın Allegheny Dağları).

5. METEOROLOJİ İSTASYONU KURULACAK YERİN SEÇİLMESİ:

Rasatların yapılacağı yerin seçilmesi, aletleri gayet uyumlu ve doğru bir şekilde çalıştırabilmek kadar önemlidir. Bu nedenle bir istasyon kurulmadan önce dikkat edilecek en önemli husus, uygun yerin seçilmesi olmalıdır (DMİ, 2008).

Bir istasyon için yer seçilirken rasatların o civarı temsil etme kabiliyetine sahip olması akıldan çıkarılmamalıdır. Rasatların, iklimi ortaya çıkarılacak yerin özelliklerini temsil edecek şekilde yapılması bir kural haline getirilmelidir. Şayet geniş bir bölgenin iklimi söz konusu ise; seçilen yerin, o bölgenin karakterini mümkün olan oranda temsil etmesi gerekir. Bazı zamanlar bu şartların yerine getirilmesinde büyük güçlüklerle karşılaşılabilir. Meteoroloji istasyonları, daha iyi görüş alanı ile elde edilen verilerin sinoptik kartlar ve uçuş meteorolojisi açısından faydalı olması nedeniyle, genellikle yüksek yerlerde bulunurlar. Burada toplanan veriler, iklim bakımından o yeri tamamen temsil etmezler. Zira sokaklardaki halk üzerine etki yapan güneş ışınlarının yoğunluğu ve güneşlenme süresi, böyle yüksek yerlere oranla buralarda daha farklı gözlemlenebileceği, rüzgâr hızının da istasyona göre, alçakta kalan bölgelere oranla daha fazla olabileceğini düşünmek gerekir. Aynı şekilde sıcaklığında yüksek binaların tepesinde sokaktakine oranla bir hayli değişik olabileceğini de hesaba katmak gerekir. Bu nedenle çok iyi olan meteoroloji istasyonları bazı hallerde iyi bir klimatoloji istasyonu olamazlar. Klimatolojik amaçlar için kurulacak istasyon yerinin iyi etüt edilmesi gerekir. Bilhassa bu amaçla topografya açısından kır durumu gösteren yerlerden kaçınılmalıdır. Çünkü bu tarz yerlerin mikro klima üzerine etkisi oldukça büyüktür. Bu nedenle, dar bir vadi veya tepenin taban kısmı, dik bir meyil, herhangi bir sırt veya zirve, yerin temel iklim karakteristiğini temsil etmezler. Bu tür yerler serbest atmosferin etkisinde bulunan iklimik özelliklere büyük engel teşkil ederler. Sadece yağış ve sıcaklık rasatları yapan istasyonlar, özel tipteki küçük siperlere sahip olunması halinde, pratik olarak herhangi bir yere kurulabilir. Teknik şartları itibariyle uygun yerlerde kurulan istasyonların yer değiştirmeden önce en az 10 yıl rasat yapması gerekir.

Ülkemizde sistemli ve resmî rasatlara geçildiğinden bu yana değişik zamanlarda, ihtiyaçlara uygun şekillerde istasyonların açılmasına devam edilmiştir. İstasyonlar açılırken

uygun olan yerlerin seçilmesine özen gösterilmiştir. Türkiye'nin büyümesiyle birlikte seçilen yerler bazen şehirlerin büyük binaları arasında ve bu binaların etkilerinde kalmıştır. Halen bu olumsuz durumlardan en az etkilenen yerler tercih edilmekte veya olumsuzluklar, mümkünse giderilmeye çalışılmaktadır.

Bu nedenle istasyonlar için uygun olan yerler ile uygun olmayan yerler aşağıda sıralanmıştır:

I. Bir meteoroloji istasyonu için uygun olan yerler şunlardır:

- a) Rasat parklarını yerleşim alanlarının dışına kurmak gerekir. Bu yerler belediye hizmetlerinden faydalanmalı,
- b) Arazinin imar planı incelenmeli; yol, yeşil alan gibi ileride problem olacak yerler tercih edilmemelidir. Rasatlar, o yörenin iklimini temsil edebilmesi açısından, aynı yerde uzun süre yapılmalı,
- c) Ulaşımın kolay ve hızlı olması için ana yol güzergâhlarına yakın olmalı,
- d) Geniş ve düz bir arazi seçilmeli ve seçilecek yerin en az 4-5 dönümlük bir alanı kaplamalı,
- e) Rasat parkının yeri, çayırılık gibi doğal bir yer olmalı ve düz bir arazi tercih edilmeli,
- f) Rasat parkının etrafı açık olmalı gün boyunca gölge düşmemeli,
- g) Halkın kolayca bulabileceği, yararlanabileceği bir yer seçilmeli,
- h) Kumsal alanlardan, spor sahalarından, eğitim alanlarından uzak olmalı,
- i) Çöplük, sulak alan, sulanan arazi ve su kanallarına yakın olmamalı,
- j) Meteoroloji istasyonları 24 saat hizmet verdiği için, istasyon ve ölçüm sistemleri için güvenli, ulaşımı kolay, enerji ve veri iletiminin sağlanabileceği yerler tercih edilmelidir.

II. Bir meteoroloji istasyonu için uygun olmayan yerler şunlardır:

- a) Bina, ağaç gibi engellerle çevrili olan yerler,
- b) Dar ve derin vadi ağızları,
- c) Su baskınına maruz kalan yerler,
- d) Bina üstleri,

- e) Yüksek duvar ve çitlerle etrafı kapalı yerler,
- f) Göl kenarları, bataklık ve deniz kumsalları,
- g) Bayır ve yamaçlar, kayalık, çukur yerler,
- h) Isı yayan fabrikalar gibi yapılara çok yakın yerler,
- i) Beton ve asfaltlanmış yer zeminleri,
- j) Yol kenarı ve demiryoluna çok yakın yerler tercih edilmemelidir.

6. AYLIK, MEVSİMLİK VE YILLIK VERİLER İÇİN DOLAYLI TÜRDEŞLİK (HOMOJENLİK) DEĞERLENDİRMESİ:

Türdeşliği (homojenliği) sağlamanın en iyi, zor olmakla birlikte, gözlem çevresi ve sistemlerinin uygun yönetimlerle kayıtlarının tutulmasıdır (WCDMP 53). Bunun yanı sıra, geçmiş verilerin kalitesi hakkında %100 emin olmak neredeyse imkânsız olduğu için, bir türdeşlik değerlendirmesi her zaman tavsiye edilir. Tavsiye edilebilecek tek bir iyi teknik yoktur. Bununla birlikte, aşağıda belirtilen dört adım sıkça takip edilmektedir:

- 1) Veribilgi analizi ve kalite kontrolü
- 2) Referans zaman serilerinin oluşturulması
- 3) Kırılma noktasının belirlenmesi
- 4) Veri setinin uyarlanması (ayarlanması)

Farklı yaklaşımlar ile farklı gruplar tarafından geliştirilmiş ve uygulanan homojenlik sınamaları şunlardır:

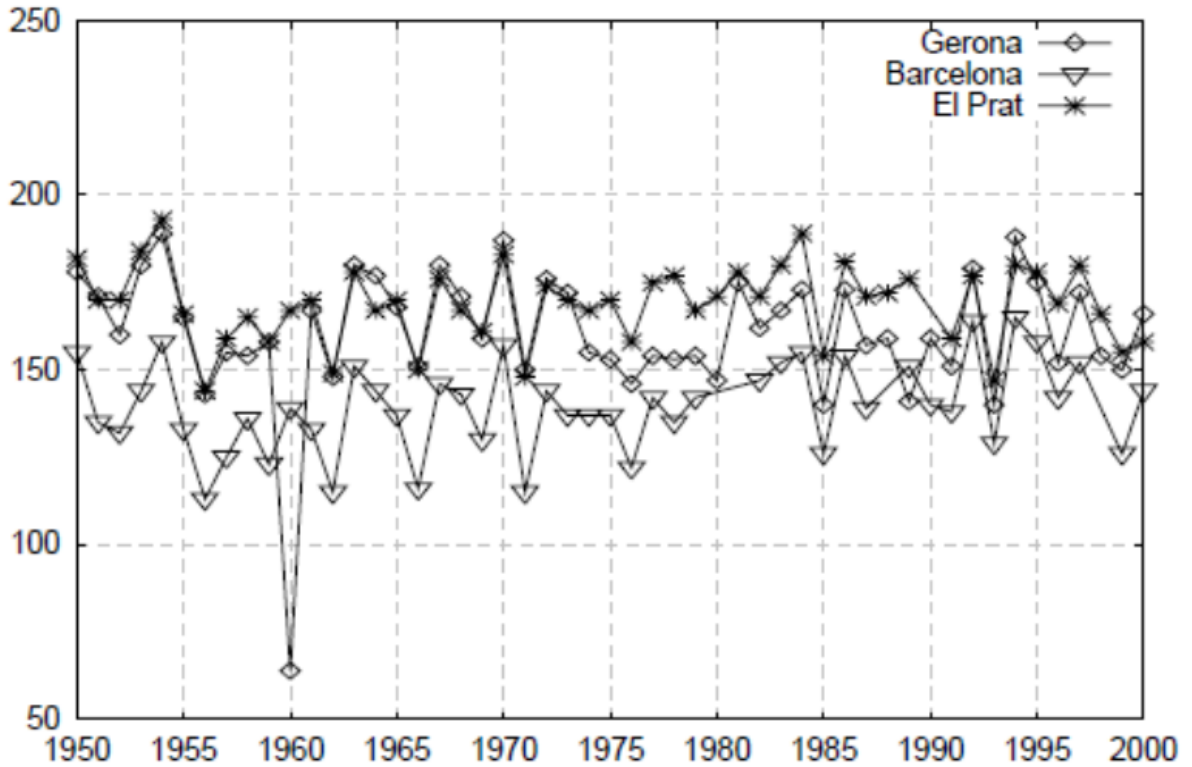
Kruskal-Wallis Homojenlik Sınaması, Buishand Sıralama Testi, Caussinus-Mestre Tekniği, Craddock Sınaması, Uzman Kararı Yöntemleri, Aletlerin Karşılaştırmaları, Homojenizasyon İçin Serilerin Çoklu Analizi (MASH), Çoklu Doğrusal Regresyon, Pettit Test, Potter Yöntemi, Sıra-Düzeni Değişim Noktası Sınaması, Standart Normal Homojenlik Sınaması, Trend-Durdurma Yöntemi ve benzerleridir.

6.1 Veribilgi Ve Kalite Kontrolü (KK):

Veribilgi ile ilgili bölümlerde, gözlem sistemleri ve çevresindeki değişimlerin bir zaman serisinde kırılmalar oluşturduğu ve veribilgilerin bu kırılmaların belirlenmesi için ne kadar önemli olduğu açıklanmıştır. Mevcut tüm veribilgileri bir araya koyup istasyon tarihini oluşturarak, veri setinde ortaya çıkabilecek sorunlar ve ne zaman görülebileceği öngörülebilir. Bazı türdeşlik yaklaşımları sadece veribilgide kayıtlı kırılmaları kabul eder. Eğer ilk gözlemden son gözleme, veribilginin kesinlikle tam olduğuna inanılıyorsa, bu gerçekten iyi bir yaklaşımdır. Verideki türdeş olmayan düzensizlikler tespit edilmeye çalışırken, iklim ve hava dışındaki faktörlerin parmak izleri aranmaktadır. Bunun anlamı, herhangi bir türdeşlik sorunu için her zaman bir neden var demektir. Veribilgi mükemmel olursa, her zaman bu neden tanımlanabilir ve bir zaman serisinde daha fazla kırılma noktası bulmak için herhangi

bir istatistiksel yöntem çalışmaya gerek kalmaz. Yine de, en dikkatli bir şekilde belgelenmiş veribigi olsa bile, istasyon tarihsel bilgileri ne gösteriyor ve veri analizi ne tanımlıyor gibi karşılaştırmalar yapmak suretiyle ikili kontrol yapılması tavsiye edilir.

Başka bir şekilde, veribilgiden, veriye ne tür bir kalite kontrolü (KK) uygulandığını bilmek için yararlanılabilir. KK aşamaları; veri-zaman grafiği çizmek (tek başına veya komşu istasyonlar ile birlikte) veya veriyi önceden belirlenmiş sabit eşikler ile analiz etmek gibi çok basit tekniklerden, aynı istasyonun farklı meteorolojik elemanları ve/veya farklı istasyonların verileri ile çapraz doğrulama gibi karmaşık analiz tekniklerine kadar değişmektedir. Hatta tam bir KK uygulanmış olduğu bilinse bile, yanlış veriyi düzeltme veya iptal etmek için atılması gereken adım olarak, türdeşlik aşamaları ile çalışmalara başlamadan önce, verilerin çizilmesi önerilir. Birçok türdeşlik teknikleri, iki farklı veri bölümünden merkezi değeri karşılaştırmaya dayandığından bu işlem çok önemlidir (Şekil-7).



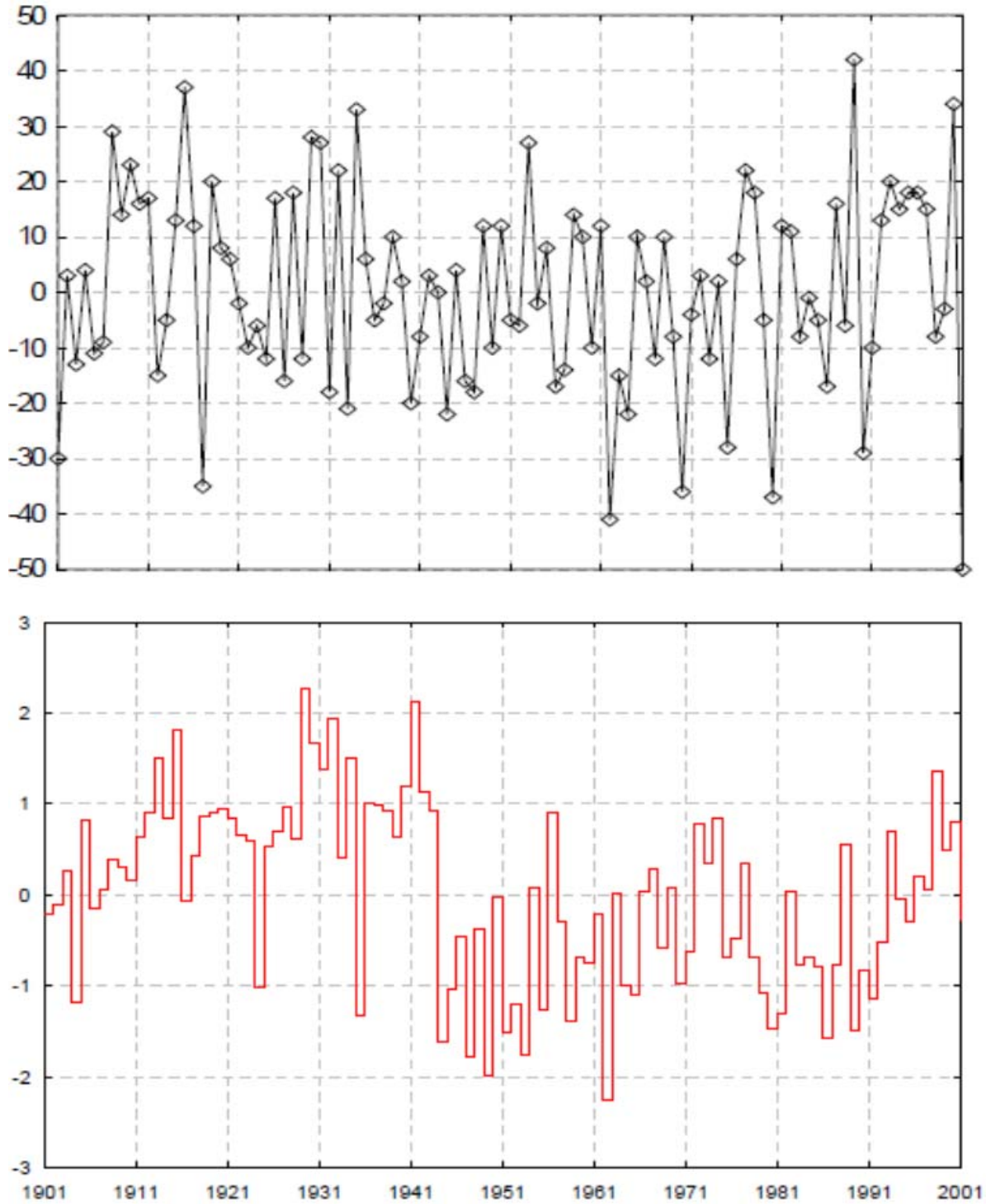
Şekil-7. Kasım ayı günlük maksimum sıcaklıklarının aylık ortalaması. Veri formatı 1/10°C. Veri 1960 yılında salınım dışı (bir dış) değer gösterir. Bu değer herhangi bir türdeşlik analizi yapmadan önce çıkarılmalıdır (WCDMP 53).

6.2 Bir Referans Zaman Dizisi Oluşturmak:

Türdeş olmayan düzensizliklerin büyüklükleri çoğu kez gerçek iklim ilişkili değişimlerle aynı veya daha küçük olması nedeniyle, türdeşlik sorunlarını algılamak ve ayarlamak zor bir görevdir. Bu nedenle, türdeşlik çalışması yapılacak aday istasyonun veri serisi için bir referans zaman dizisi oluşturulması ve istasyon verisi ile karşılaştırılması tavsiye edilir. İdeal bir referans zaman dizisi, aday istasyonun tüm geniş iklim etkilerini yansıtırken, yapay (doğal olmayan) sapmalardan arındırılmış olmalıdır.

Aday istasyon verisi, herhangi bir türdeş olmayan düzensizliklere sahip olmamalıdır. Aday istasyon verisi ve referans dizisi, farklılaşma (bir aralıkta ölçülen değişkenlerin durumunda; sıcaklık gibi) veya hesaplama oranları (oransal ölçekte ölçülür değişkenler için; yağış gibi) ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan zaman dizisi ne ani değişiklikleri, ne de eğilimleri sadece sabit bir değer etrafında salınımı göstermelidir. Bununla birlikte, bir veya daha fazla türdeşlik sorunu varsa, fark veya oran zaman dizisi kendi parmak izini ortaya koyacaktır (Şekil-8).

Bir referans zaman dizisi oluşturmak için en yaygın yaklaşım, veribilgisinin türdeş veri setine sahip olduğunu gösteren komşu istasyonların zaman dizileri veya bölümlerinden her yıl için ağırlıklı bir veri ortalaması hesaplamaktır. Benzerliklerin bazı ölçüleri (genellikle ortalama korelasyon katsayıları), aday istasyonun kendi verisinin istatistiksel benzerliğine göre ağırlık vererek ve en uygun komşuları seçmek için kullanılmaktadır. Çeşitli yaygın olarak kullanılan teknikler, aday istasyon verisine göre farklı zaman dizileri arasında korelasyon katsayıları hesaplarlar. Birinci fark dizisi, birinci gözlem yılını ikinciden, ikinci yılı üçüncüden ve benzeri şekilde çıkarılarak yapılır. Korelasyon daha sonra yıldan yıla yıllık değişikliklerdeki benzerliğin bir ölçüsüdür ve türdeşlik sorunu, doğal olmayan bir şekilde daha sıcak ve daha soğuk salınımlı türdeşlik bozukluğu ile yapılan tüm gözlemlerden daha çok bir gözlemi etkiler. Yaygın bir şekilde kullanılan diğer alternatif yöntemse, bir ortalama referans içinde bütünleştirilen farklı dizilerin aday istasyon verisi ile tek tek karşılaştırılmasıdır.



Şekil-8. Üsteki: Burgos'un (İspanya) aralık ayı için günlük minimum sıcaklığının aylık ortalaması. Veri formatı; 1/10°C. Alttaki: 10 komşu istasyon ile Standart Normal Homojenlik Testi kullanarak, aday ve normalleştirilmiş referans zaman serisi arasındaki hesaplanan fark. Aday ve referans zaman serisi arasındaki fark (altta) açıkça, veribilgi dokümanlarında yer değişikliği olarak kayıt edilmiş, 1941 yılında bir türdeşlik sorunu gösterir. Orijinal veri (üstte) türdeşlik sorununu maskeleymektedir.

6.3 Kırılma Noktası Tanımlama:

Aday istasyon verisi ve referans zaman dizisi (ya da uygun bir referans oluşturulmadığı durumlarda veriler) arasında, mevcut veribilgi ile karşılaştırarak ve hangi kırılmaların gerçekten doğru türdeşlikle ilgili olduğuna karar verip fark veya orandaki kırılma noktaları için araştırmadır (Şekil-9). Bazı yöntemler aslında kırılma noktalarını araştırmazlar ve sadece referans zaman dizisinde, istasyon tarihinin verisindeki etkisinin düzeltme gerektirecek kadar büyük değişiklikler olup olmadığının bulunmasında karar vermek için kullanılırlar. Bu, sadece tam ve güncel veribilgi olduğuna inanılıyor ise iyi bir yaklaşımdır.

Örnekleri karşılaştırma için ortak istatistiksel testler, t-testi veya sıralama tabanlı alternatifleri (eğer, veri normalliği şüpheli ise) gibi, alet değişimleri veya yer değişimleri gibi ani sapmalar oluşturan olaylarla ilgili olduğu durumlarda, karar vermek için yeterlidir.

Regresyon analizi, şehirleşmenin neden olduğu istasyon çevresindeki sulu ekin tarlalarındaki yavaş bir değişim ya da gölge veren bir ağacın büyümesi gibi doğal olmayan değişimlerin veri dizisinin eğilimine yaptığı etkiyi ararken kullanılabilir.

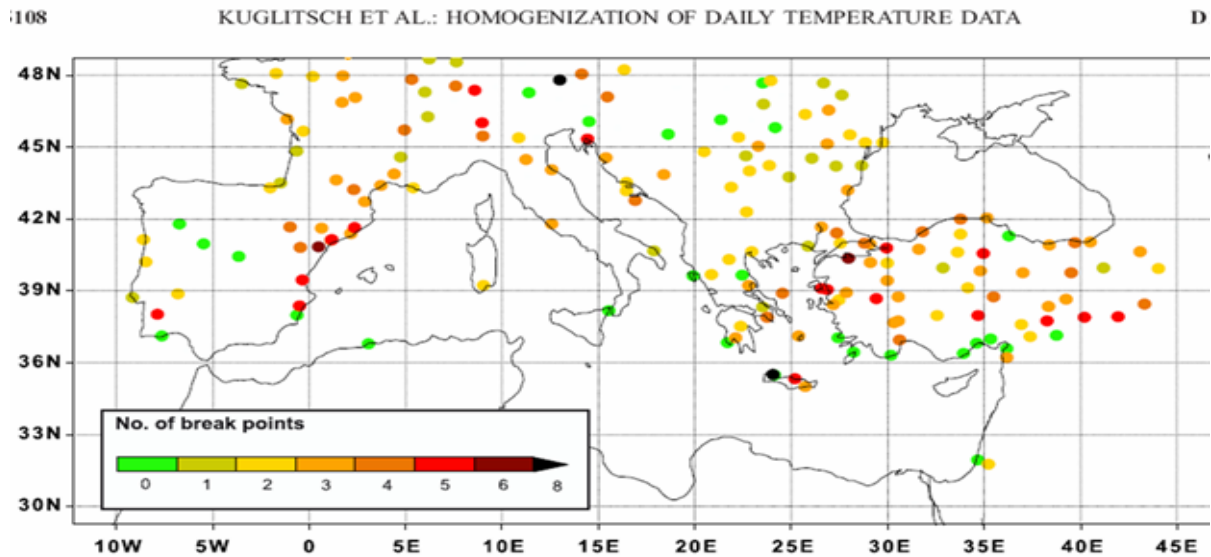


Figure 9. The number of breakpoints detected for each series indicated by color.

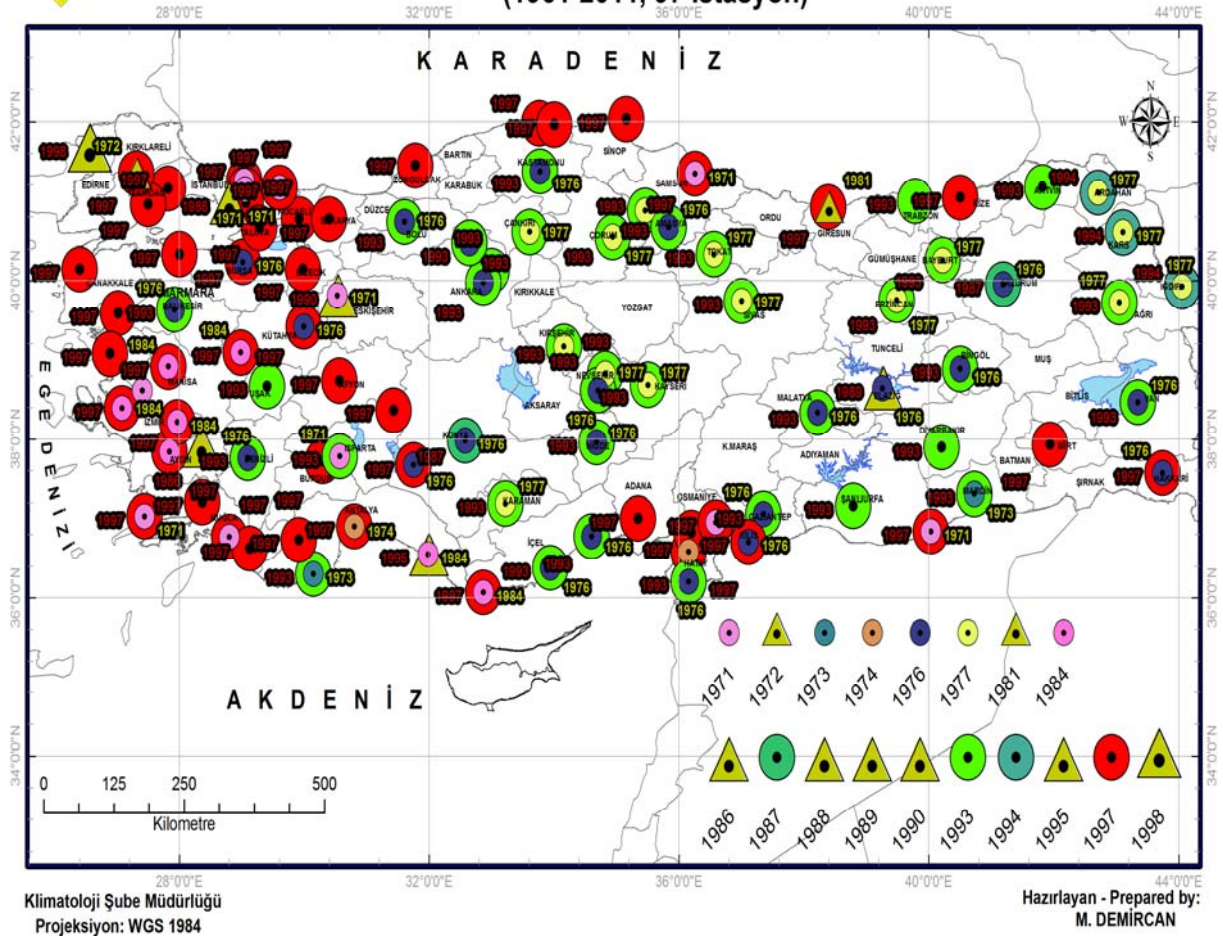
Şekil-9. Türkiye iklim verilerinde türdeşlik (Homojenizasyon) sorunları; İsviçre Bern Üniversitesi'nin yaptığı bir çalışmaya göre Türkiye'de kıyı kesimler hariç iç kesimlerde kırmızı ve turuncu nokta ile belirtilen istasyonlarda yer, alet, yöntem değişiklikleri ve

şehirleşme etkilerinden dolayı verilerin zaman serilerinde 4-5 kez kırılmalar olmuştur. Bu verilerin türdeşleştirilebilmeleri (homojenize edilebilmeleri) ve düzeltilebilmeleri için her değişikliğin veribilgisinin kayıtlı olması gerekir fakat sahip olduğumuz veribilgisi bu işlem için yeterli değildir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait Türkiye üzerinde dağılım gösteren 97 istasyonda yapılan sıcaklık ölçümlerinden elde edilen ve 1961-2010 dönemine ait uzun yıllar sıcaklık veri setinden her istasyon için, 1961 yılı ocak ayından başlayıp 2010 yılı aralık ayında sonlanmak üzere, aylık ortalama sıcaklık veri hazırlanmıştır (Demircan, M., 2013). Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO) İklim Komisyonu'nun (CCI) ve Dünya İklim Araştırma Programı (WCRP) Okyanus-Atmosfer Sisteminin Değişkenlik ve Öngörülebilirliği (CLIVAR) ortak İklim Değişikliği Belirleme ve İndisleri Uzmanlar Grubu tarafından geliştirilen RH-Test yazılımı kullanılarak istasyonların veri setlerinin homojenliği incelenmiştir. Çalışma sonucunu kısaca özetleyecek olursak; istasyonların veri setleri, 8 istasyon için değişik tarihlerde sadece bu istasyonda kırılmış olup bu kırılma yer değişikliği ile ilişkilidir. Birçok istasyonun veri setinde ortaya çıkan kırılma tarihleri 1997 (48 istasyon), 1993 (37 istasyon), 1976 (24 istasyon) ve 1971 (11 istasyon) olarak görülmektedir. Bu tarihlerin birçok istasyonda görülmesi, iklim kendi doğal kırılmaları olduğunu düşündürmektedir. Özellikle 1997 yılı ülkemiz için ortalama sıcaklıklardaki artışların başlangıç yılı olması dikkat çekicidir (Şekil-10).



HOMOJENİTE TEST SONUÇLARI KIRILMA TARİHLERİ (1961-2011, 97 İstasyon)



Şekil-10. Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait 97 istasyonu ve 1961-2011 dönemi için yıllık ortalama sıcaklıklarına göre RH Test ile yapılan türdeşlik sonuçları. Üçgen simgeleri sadece bir istasyonda görülen kırılma tarihlerini, yuvarlak simgeler birden fazla istasyonda aynı tarihli kırılmaları göstermektedir.

6.4 Veri Düzeltmesi:

Kırılma noktası tanımlaması bitirildikten sonra, bir sonraki adım, gerçek türdeşlik sorunu olarak hangi kırılma noktalarının kabul edileceğine karar vermektir. İlk olarak, her zaman uygun bir fiziksel neden için veribilgiye bakılması tavsiye edilir. Bulunamadığı zaman, gerçek kırılma noktaları ve yanlış pozitif testler arasındaki ayırım için uzman görüşüne ihtiyaç olacaktır.

Bunun için, görsel incelenmesi açısından fark ya oran zaman serisini çizdirmek, kullanıcıya kırılma noktalarının bulunması için öznel değerlendirme yapmasına ve tersine

tespit edilemeyen problemlerin incelenmesine yardımcı olan, iyi bir araçtır. Gerçekten de, bazı yetenekli bilim adamları kırılma noktalarını bulmak için herhangi bir istatistiksel test kullanmazlar ve fark veya oran zaman dizisi çizim değerlendirmelerine güvenirler. Bazen, daha iyi bir inceleme için veri, anomalilerinin birikimli toplamı şeklinde çizilir. Daha önce söylendiği gibi, anılan belirleme tekniklerinin çoğu yeterli referans verisinin yokluğunda, doğrudan istasyon verilerine uygulanabilir ancak bu durumda, iklimin gerçek dalgalanmalarını türdeşlik sorunu gibi belirlemek olası, veribilgi analizi yapmak ve kişisel kararlar vermek kaçınılmaz olur.

7. SONUÇLAR VE TAVSİYELER:

İklim oldukça geniş bir bölge içinde ve uzun yıllar değişmeyen ortalama hava koşullarıdır (Yalçın, G., ve ark., 2005 ve Eken, M., ve ark., 2008). Bir yerin iklimi, temel olarak enlemi, deniz seviyesinden olan yüksekliği ve okyanusa olan mesafesi ile belirlenir (Şensoy,S., ve Demircan, M., 2010). İklimin standart ortalama süresi 30 yıl olmakla birlikte diğer süreler amaca bağlı olarak kullanılabilir. İklim, uzun bir süre boyunca belirli bir bölgedeki sıcaklık, nem, atmosferik basınç, rüzgâr, yağış, atmosferik parçacık sayımı ve çok sayıda diğer meteorolojik elemanların istatistiklerini kapsar. İklim; belirli bir zaman aralığında, belirli bir yer için atmosferin kolektif durumu olarak da tanımlanmaktadır. Kolektif durum istatistik kümelerin bir kısmı temelinde sınıflandırılır. En yaygın istatistik ortalamadır. İklim tanımları atmosfer gözlemleri ile yapılır ve sıcaklık, yağış, basınç, rüzgâr vb. meteorolojik parametrelerin ortalamaları ve ekstremeleri ile tanımlanır.

Dünya'nın var olduğu tarihten günümüze kadar ki yaşam süresi incelendiğinde, Dünya ikliminin onlarca, yüzerce ve binlerce yıllık farklı döngülere sahip olduğu görülmektedir. Bu döngüler ise iklimde soğuma ve ısınma dönemleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Aletli gözlemler, yani meteorolojik ölçümler 1860'lı yıllardan itibaren yapılmaya başlamıştır. Ölçümlerin olmadığı zaman dilimine karşılık gelen iklim bilgileri ise, tarihsel-iklimciler (paleo-klimatolojistler) tarafından vekil veriler kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Vekil veri buz havuçları, ağaç halkası, lösler, sedimentler vb. doğal tarihsel yeryüzü veri kayıtlarıdır. Vekil verilerin güvenilirliği yaklaşık %60 civarındadır. Özellikle suyun izotop (O_{18} , Dötoryum, vb.) içeriği incelenerek yapılan çalışmalarda "Yağışın İzotopik İçeriğinin" incelendiği gözlem ağlarına geresinin vardır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü kurum, kuruluş ve üniversiteler ile yapılacak tarihsel-iklim çalışmalarında, ülkemiz için tarihsel iklim veri elde edilmesinde ve veri setleri oluşturulmasında öncü ve sürükleyici bir görev üstlenmelidir.

İklim Değişikliği'nin konuşulduğu, ulusal ve uluslararası tedbirlerin, uyum ve önleme çalışmalarının tüm paydaşlar ve hükümetler tarafından dikkatlice izlendiği günümüzde, en önemli konu değişikliğin olup olmadığı ile varsa ne kadar olduğunun belirlenmesi ve izlenmesidir. Doğru bir iklim izleme yapılması, gerek gözlemlere dayalı olarak gelecek iklim şartlarının ne olacağının modellenmesinde, gerekse uyum ve önleme çalışmalarının başarıya ulaşmasında olmazsa olmaz ilk şarttır. Bu bağlamda doğru bir izleme ağı için aşağıdaki hususların dikkate alınması gereklidir.

İklim İzleme Ağının (İİA) çalışma süresi ne kadar uzun ise elde edilecek sonuçlar o kadar başarılıdır. İİA içerisinde yer alan istasyonların kapatılması, yer değişikliği, gözlem sistemlerindeki değişiklik ve çevresindeki değişiklikler, iklim veri setlerinde güvensizliğe yol açar. Bu nedenle, İİA içerisinde yer alan istasyonlarda bu ve benzeri değişikliklere olabildiğince müsaade etmemek, hatta bu istasyonları korumak için gerekli düzenlemeleri yapmak gerekir. Kaçınılmaz değişimlerin ise, veribilgi olarak adlandırılan, bir veri tabanında tutulması büyük önem taşır.

İİA istasyonları içerisinde, bazı istasyonlar için bu yer değişikliği kaçınılmaz olduğunda, her iki yerde en az 2 yıl (yağış için 5 yıl) birlikte çalışma sağlanıp ilişkilendirme çalışmaları yapıldıktan sonra yeni istasyon gözlem ağına dâhil edilmeli ve diğer istasyondaki gözlemler sonlandırılmalıdır. Bunun da mümkün olmadığı durumlarda istasyonun çevresinde var olan diğer istasyonlar ile ilişkilendirme çalışmaları yapılmalıdır. Ancak, şu gözden kaçırılmamalıdır ki, zorunluluktan dolayı yapılan bu çalışmalar ne kadar başarılı yürütülürse yürütülsün, iklim izleme çalışmalarını zafiyete uğratırlar.

Günümüzde elektronik iletişim ve ölçme sistemlerindeki gelişmeler İİA için yeni fırsatlar doğurmuştur. Birçok Ulusal Meteoroloji Servisi, gözlem ağlarını Otomatik Meteoroloji Gözlem Sistemleri ile yenilemektedir. Bu yeni ağların kurulması sırasında veri kaybını asgari düzeye indirecek tedbirler alınmalıdır. Yeni ve eski sistemlerin en az 2 yıl (yağış için 5 yıl) birlikte çalışmasını sağlayacak, geleneksel gözlem sistemleri ile otomatik sistemlerin verileri arasında ilişkilendirmeyi yapacak ve her adımı itina ile kayıt altına alacak bir süreç ile bu yenilemeyi planlamak gerekmektedir.

Bununla birlikte gözlem şebekesi içerisinde belirli şartlara göre seçilmiş (iklim bölgeleri, gözlem şebekesinin büyüklüğü gibi) belirli bir sayıda istasyonu, referans iklim istasyonları (Rİİ) olarak tutmak ve bu istasyonlarda paralel gözlemlere devam etmek verilerin kalite kontrolü ve bilimselliği ile ilgili çalışmalar için büyük fayda sağlayacaktır. Rİİ istasyonlarında, eski sistemleri ile birlikte, değişen teknoloji ile ortaya çıkan her yeni sistemi bir arada çalıştırmak, bu sistemlerin kalibrasyon ve bakımlarının düzgün ve sürekli şekilde takip edilerek işletilmesi, uzun yıllar çalışacak şekilde (gözlem görevinin sürekliliğinin sağlanması; onlarca, yüzlerce yıl veya daha fazla) tasarlanmalıdır. Rİİ'ler ayrıca çevresinde/bölgesinde işletilen ağlar için de kontrol istasyonu görevini üstleneceklerdir.

Ülkemiz bilindiği gibi üç tarafı denizlerle çevrili, Karadeniz ve Akdeniz bölgesinde denize paralel dağlarla kuşatılmış, Ege bölgesinde denize dik uzanan sıra dağları ve Doğu Anadolu bölgesindeki dağ kuşakları sebebiyle farklı iklim bölgelerinden oluşmaktadır. Meteorolojik parametrelerin en değişken olanı ise yağıştır. Bu nedenle ülkemizdeki yağış faaliyetinin tespiti için yağış izleme ağının kurulması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Değişik yüksekliklerdeki dağ kuşaklarında ve yağış geçiş bölgelerinde 2 parametrelili yağışın ve sıcaklığın ölçüldüğü bir ağın kurulması faydalı olacaktır. Bu ağ ile ülkemizdeki yağış rejimi daha doğru bir şekilde tespit edilerek, su kaynaklarının beslenme oranı ve sel-taşkın gibi afetlere karşı duyarlı bölgelerin tespiti de daha doğru bir şekilde yapılabilecektir. Ayrıca buradan çıkacak sonuç iklim değişikliği ile uyum ve önleme çalışmalarına da yüksek çözünürlüklü veri girdisi sağlayacaktır.

Geçmişte Uludağ'da yapıldığı gibi, Uludağ ve diğer 6 bölgemizde de pilot dağlar seçilerek bu dağların değişik yükseklikleri, yöney ve bakılarında istasyonlar kurularak meteorolojik parametrelerinin değişiminin tespiti için en az 2 yıl istasyon kurulup çalıştırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Buradan elde edilecek veriler ile topografya ile meteorolojik parametreler arasında kurulacak ilişkiler ile tespit edilecek değişim katsayıları modelleme çalışmalarına veri girdisi sağlayacaktır.

İklim verileri, basitten gelişmişe bir dizi kalite kontrol mekanizmaları ile kontrol edilmeli, kaba hatalardan arındırılmalı ve olası hatalara karşı bayraklanarak veri tabanında kullanıcılara sunulmalıdır.

Geçmişte toplanmış ve veri tabanındaki iklim verileri için veribilgileri derlenip toplanarak bir veribilgi veri tabanı oluşturulmalı ve veriler kullanıcıya bu veribilgileri ile birlikte sunulmalıdır. Veri sunucu ya da kullanıcı bu veribilgiler yardımı ile verilerin türdeş (homejen) hale getirilmesini sağlamalıdır. En ideali veri sunucunun verilerden türdeş bir veri seti oluşturarak kullanıcıya sunmasıdır. Böylelikle farklı türdeş veri setleri oluşumunun önüne geçilebileceği gibi aynı zamanda iklim eğilimlerindeki değişimin miktarının ve yönünün doğru bir şekilde tespit edilmesi de mümkün olacaktır.

Kaynaklar:

- 1- <http://www.weather.gov/om/csd/pds/PCU6/IC6.1.shtml>
- 2- FACTORS AFFECTING THE ACCURACY AND CONTINUITY OF CLIMATE OBSERVATIONS; Robert J. Leffler, NOAA/NWS/OCWWS/Climate Services Division, Kelly Redmond, NOAA/Western Regional Climate Center http://www.weather.gov/om/csd/pds/PCU6/IC6_2/tutorial1/Factors.htm
- 3- Demircan, M., Meteorolojik Miras, LODOS, Metlis
- 4- THE WCDMP “GUIDELINES” SERIES, WCDMP 52, Neil Plummer, (Terry Allsopp, José Antonio Lopez, ve Neil Plummer’in katkılarıyla; Düzenleyen: Paul Llansó), WMO/TD No. 1185, WMO, 2003
- 5- THE WCDMP “GUIDELINES” SERIES, WCDMP 53, Enric Aguilar, (Enric Aguilar, Inge Auer, Manola Brunet, Thomas C. Peterson, and Jon Wieringa katkılarıyla; Düzenleyen: Paul Llansó), WMO/TD No. 1186, WMO, 2003
- 6- Yalçın, G., Demircan, M., Ulupınar, Y., ve Bulut, E., Klimatoloji – I, DMİ Yayınları, Yayın No : 2005 / 1, 2005, Ankara, Sayfa 4, <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/klimatoloji1.pdf>
- 7- Eken, M., Ulupınar, Y., Demircan, M., Nadaroğlu, Y., Aydın, B., ve Özhan, Ü., Klimatolojik Rasat El Kitabı, DMİ Yayınları, Yayın No: 2008/3, 2008, Ankara, Sayfa 1,
- 8- Sensoy, S., ve Demircan, M., Climatological Applications In Turkey, 2010, Ankara, Sayfa 1, <http://www.rtc.dmi.gov.tr/FILES/KURS/336/DOCS/Climatological%20Applications.pdf>
- 9- Guide to Climatological Practices Third Edition, WMO-No. 100, 2011, Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, Sayfa 4-16, 17, www.wmo.int/pages/prog/wcp/documents/Guide2.pdf
- 10- Alan, İ., Demircan, M., Uçar, A., Köksal, S., Yücel, G., ve Darende, V., C., Gözlem Dağılım Standardizasyonu (Teknik Gereklilik Ve Çeşitliliği) Komisyon Raporu, Ankara, 2011
- 11- Demircan, M., Arabacı, H., Bölük, E., Akçakaya, A., ve Ekici, M., İklim Normalleri: Üç Sıcaklık Normalinin İlişkileri Ve Uzamsal Dağılımları, III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 2013, İstanbul, 2013