

Kadioğlu, M., 2008: Sel, Heyelan ve çığ için Risk Yönetimi; Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., (editörler), "Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri"; s. 251-276, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara.

Sel, Heyelan ve çığ için Risk Yönetimi

Prof. Dr. Mikdat KADIOĞLU

İstanbul Teknik Üniversitesi Meteoroloji Mühendisliği ve
Afet Yönetim Uyg-Ar Merkezi, 34469, Maslak, İstanbul. kadioglu@itu.edu.tr

ÖZET

Seller, heyelanlar ve çığlar, neden oldukları afetler ile birçok yaşamı tehlikeye atıp ağır ekonomik kayıplara yol açarak toplumlarda büyük facialara/üzüntülere yol açar. Bunlar doğal olaylardır fakat doğru önlemlerle oluşma ihtimalleri ve yaratacakları etkiler azaltılabilir. Ekonomik ve sosyal zararları yanında sel, heyelan ve çığlar ciddi çevresel sonuçlar da doğurabilir. Örneğin, büyük miktarda toksik, vb. kimyasalların bulunduğu tesisleri sel basabilir veya sulak alanlar yok olabilir. Gelecekte Türkiye’de de büyük bir sel, heyelan ve çığ yaşanarak daha fazla can kaybı ve ekonomik zarar görülmesi muhtemeldir. Gelecekteki olası sel, heyelan ve çığların oluşturduğu riskler hakkında öncelikle daha fazla bilgiye ihtiyaç vardır. Küresel iklim değişimi, arazi kullanımındaki değişimler gibi birçok faktör sel, heyelan ve çığ riskinin gelecekte nasıl olacağını ve bu risklerin ne kadar iyi yönetilebileceğini etkileyecektir.

Sel, heyelan ve çığın etkileri, binalarda ve alt yapı sistemlerinde neden olduğu problemlerden, yerleşim yerlerinin tümüyle yıkımından, ekonomik gelişmenin engellenmesine kadar değişebilmektedir. Eskiden sel, heyelan ve çığ riskini belirlemeye yönelik çalışmalar, ya problemin bileşenlerini ayrı olarak ele alıyordu, ya da bu konuyu sadece tek bir disiplin çerçevesinde tanımlamaktaydı. Sel, heyelan ve çığdan kaynaklanacak yıkım ve zararı azaltma yaklaşımları günümüzde belirgin bir şekilde değişmiştir. Dünya genelinde, bu afetlerden korunma stratejisi yerine bu afetlere karşı risk yönetimine geçilmektedir. Yine de bu yaklaşımdaki başarı, gelişmiş koruma ve uyarı sistemleri ile daha iyi afet acil durum planlaması, vb. afet yönetim çalışmalarının bir arada yürütülmesine bağlıdır.

Temel yaklaşımdaki bu değişim küresel iklim değişimine bağlı olarak artan sel, heyelan ve çığların tahminindeki belirsizliklere de yansıtacaktır. Bu afetlere karşı korunma önlemlerini artırma, alt yapı ve toplumu bu afetlere karşı güçlendirmeye devam etmek iklim değişimi ve sosyo ekonomik gelişmelerin arttığı bir dönemde daha zor olacaktır. Bütün bu nedenlerden dolayı bu makale, algılama ve afet yönetimi için bütünleşik afet risk yönetimi yaklaşımlarının geliştirilmesi aracılığıyla sel, heyelan ve çığ tehlikelerine ve bunların riskine kısa bir bakış içermektedir. Bu kapsamda sel, heyelan ve çığlar için yapılması gereken risk yönetimi çalışmaları ana hatları ile ele alınmıştır.

Anahtar sözcükler: Seller, Heyelanlar, ığlar, Risk Yönetimi, Afet Yönetimi.

Risk Management for Floods, Landslides and Avalanches

Abstract

Catastrophic floods, landslides and avalanches endanger lives and cause human tragedy as well as heavy economic losses. These are natural phenomena but through the right measures we can reduce their likelihood and limit their impacts. In addition to economic and social damage, floods, landslides and avalanches can have severe environmental consequences, for example when installations holding large quantities of toxic chemicals are inundated or wetland areas destroyed. The coming decades are likely to see a higher flood, landslide and avalanche risk in Turkey and greater economic damage. More information are needed on future flood, landslide and avalanche risk. Many factors impact on what future flood, landslide and avalanche risk might look like, including changing land use patterns, climate change and how well flood, landslide and avalanche risk is currently being managed.

Impacts of floods, landslides and avalanches range from site destruction, through problems for the maintenance of buildings and infrastructure, to an impediment for economic development. Previous attempts to address flood, landslide and avalanche risk have either treated components of the problem in isolation or characterized the wider issue from just a single discipline perspective. Approaches to limit disruption and damage from flooding, landslide and avalanche have changed significantly in recent years. Worldwide, there has been a significant move from a strategy of flood, landslide and avalanche defense to one of flood, landslide and avalanche risk management. However, the success of this approach depends on integrating: enhanced defenses and warning systems with improved understanding of the river system, landslides and avalanches and better governance, emergency planning and disaster management actions.

This change in approach reflects the future uncertainties in flood, landslide and avalanche prediction arising from climate change and recognition that continuing to rely on raising and strengthening defenses against flooding is no longer tenable in an era of climate change and socio-economic development. Therefore, this paper takes a holistic and brief view of flood, landslide and avalanche hazard and risk through the development of integrated disaster risk management approaches to analysis, perception and disaster management.

Key Words: Floods, landslides, avalanches, risk management, disaster management.

1. Giriş

Dünyada süre gelen doğa olayları, yaşamı önemli ölçüde etkilediğinde doğal afet olarak nitelendirilir. Örneğin, kuraklık, çölleşme, su seviye yükselmeleri, heyelan, çığ ve seller, orman yangınları, tarımsal zararlılar, vb. hava şartları ile yakından ilişkisi olan doğal afetlerdir. Yağışlar, şiddetli yerel fırtınalar, tropikal fırtınalar, fırtına kabarması, şiddetli kış şartları, kırağı, don, vb. ise hava şartları tarafından direk olarak oluşturulan afetlerdir. Meteorolojik şartlar ile doğrudan ve dolaylı olarak ilişkili olan doğal afetlerin tümü, meteorolojik afetler

veya meteoroloji karakterli doğal afet olarak bilinir. Sel ve kuraklık, hidrolojik veya hidro-meteorolojik afetler olarak da adlandırılabilir.

Dünya genelinde ki doğal afetler ele alınınca, 31 çeşit doğal afetin 28 tanesini meteorolojik afetlerin oluşturduğu görülür. Doğal afetlerin çeşitleri ve önem sıraları ülkeden ülkeye de değişmektedir. Örneğin, Akdeniz Bölgesinde doğal afetler kuraklık, seller, orman yangınları, heyelan, dolu fırtınaları, çığlar, donlardır. Ülkemizde ise en sık görülen meteoroloji karakterli doğal afetler ise dolu, sel, taşkın, don, orman yangınları, kuraklık, şiddetli yağış, şiddetli rüzgâr, yıldırım, çığ, kar ve fırtınalardır. Dünya Meteoroloji Örgütü'ne (WMO) göre sadece 1980'li yıllarda dünyada 700,000 kişi meteorolojik afetlerden dolayı hayatını kaybetmiştir (MMO, 1999).

Küresel iklim değişiminden dolayı son yıllarda sadece tropiklerde ki fırtınaların sayısı ve şiddetinde artış yok; Türkiye gibi tropiklerin dışındaki ülkelerde de şiddetlenen gök gürültülü sağanak yağışlardan dolayı, şehirlerdeki ani sellerin sayısı ve şiddetinde de artışlar var. Artık deprem, sel, vb. tehlikeler, hızla artan çarpık yerleşim bölgelerinde daha fazla afete dönüşebiliyor. Bir hesaba göre 1990-2000 arasında meydana gelen doğal afetlerin sayısının, 1900-1940 yıllarında meydana gelenlerden 7 kat daha fazla. Yani, insanlık afetlere karşı 7 kat savunmasız ve bir o kadar da doğaya karşı saygısız hale gelmiş. Artık deprem, sel vb. tehlikeler, hızla artan çarpık yerleşim bölgelerinde, bilimsel uyarıları ve afet yönetimini ciddiye almayan ülkelerde daha fazla afete dönüşebiliyor.

Böylece, heyelanlar dâhil olmak üzere hidro-meteorolojik afetler özellikle son yıllarda giderek artan bir şiddette ve sıklıkta meydana gelmekte. Günümüzde sanayileşme, yanlış seçilen yerleşim bölgeleri, doğanın tahrip edilmesi gibi insan aktiviteleri bu tür afetlerin etkilerini arttırmasına veya yenilerinin ortaya çıkmasına neden olabilmekte. Önümüzdeki yıllarda küresel iklim değişimi ve ülkemizde artan çarpık şehirleşmeden dolayı, (kuraklık, heyelan, ani seller ve deniz su seviye yükselmesi gibi) hidro-meteorolojik afetlerde ve kentsel yerleşimlerimizde riskleri arttıran tali tehlikelerde önemli artışlar beklenmekte.

Maalesef ülkemizde, örneğin sel tahmini için gerekli olan yağışı DMİ, akışa geçen yağışı ise DSİ ölçmektedir. Benzer şekilde, çığ tahmini için gerekli olan bilgiler DMİ, EİEİ ve DSİ gibi kurum ve kuruluşlar tarafından ölçülmektedir. Türkiye'de meteorolojik gözlemler DMİ, DSİ, EİEİ, vb. gibi ayrı kamu kurum ve kuruluşları tarafından yapılıyor olması büyük kaynak israfı ile birlikte sel, heyelan, çığ ve kuraklı gözetleme ve uyarılarının ülkemizde gerektiği gibi yapılamamasına neden oluyor.

Benzer şekilde, afet ve acil durum yönetimin ülkemizdeki hâlihazır yapısında birden çok kurumun sorumlu olması, buna karşın kimi sorumluluk ve görev alanlarının ise sahipsiz olması uygulamada sık yetki ve sorumluluk karmaşası ile karşı karşıya kalınmasına da neden olmaktadır. Bu sorun, ancak ülkemizde afet ve acil durum yönetimine ilişkin tüm işlevlerin bir elden ve eşgüdümlü olarak yönetilmesi ile ortadan kaldırılabilir.

Bu nedenlerden dolayı, bilimsel ve bütünleşik afet yönetim sistemi ilkelerine uygun olarak, ülkemizdeki afetlerle ilgili yeniden yapılanmada sadece deprem tehlikesine odaklanmayıp mutlaka tüm afetlerin ikincil etkilerinin de birlikte ele alınması gerekmektedir. Çünkü ülkemizde depremler beraber kuraklık, sel, kar fırtınaları ve çığlar gibi birçok hidro-

meteorolojik afet, gelişmiş ülkelere nazaran, çok daha fazla insan ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Artık yaşanan maddi ve manevi kayıplar, her toplumun ve her kurumun bu afetler karşısında zarar kayıp ve azaltma çalışmalarına daha çok önem vermesini gerektirmektedir.

Afet Yönetiminde, afetlere/acil durumlara hazırlık ve onların olası zarar/risklerinin azaltılmasına risk yönetimi; afetler/acil durumlardan sonra müdahale etme ve iyileştirme gibi çalışmalarının tümüne ise kriz yönetimi denilir. Bu nedenle, öncelikle hidro-meteorolojik tehlikelerin göz önüne alınmasını, zarar azaltma çalışmaları başta olmak üzere afet yönetiminin dört evresine yönelik çalışmaların yapılmasını, bu çalışmalara herkesin katılımını ve tüm kaynaklardan yararlanmayı hedeflemeliyiz. Bu nedenlerden dolayı, bu makalede daha çok sele odaklanarak burada sadece hidrolojik afetlerin risk yönetiminin ana hatları ele alınmıştır.

2. Hidro-meteorolojik Afetler

Normal iklim şartlarında bile iklimin değişken karakteri, kuraklıklara veya sellere neden olmaktadır. Diğer bir deyişle ülkemizde suyun fazlası sel ve heyelan; azı ise kuraklık gibi önemli afetlere neden olmaktadır. Bu afetler yarı kurak iklim bölgesinde yer alan ülkemizde sosyo-ekonomik yaşantımızı da çok olumsuz bir şekilde etkileyebilmektedir.

Sel, heyelan ve çığ birer doğa kanunudur. Atmosfer hareketliliği, meteorolojik sistem ve hidrolojik çevrim içinde bazı bölgelerin kimi zaman sulak kimi zaman kurak periyotlar yaşaması ve eğimli arazide biriken kar kütlelerinin tetiklendiğinde kayması doğaldır. Önemli olan ülkemizde sel, heyelan, çığ ve kuraklığı izlemek, önemsemek ve zamanında önlem alabilmektir. Sel, heyelan ve çığ genellikle “fırtınalar” ile birlikte görülür. Diğer bir deyişle, topografik yapıya göre daha çok ve hızlı değişebilen meteorolojik şartlar bu afetlerin oluşumunda en önemli rolü oynar.

Ülkemizde doğru bir fırtına tanımı yoktur. Fakat örneğin ABD’de aşağıdaki kriterler oluştuğunda Ulusal Meteoroloji Teşkilatı Bölge Müdürlükleri” Şiddetli Yerel Fırtına Uyarısı” yaparlar (Hales, 1988):

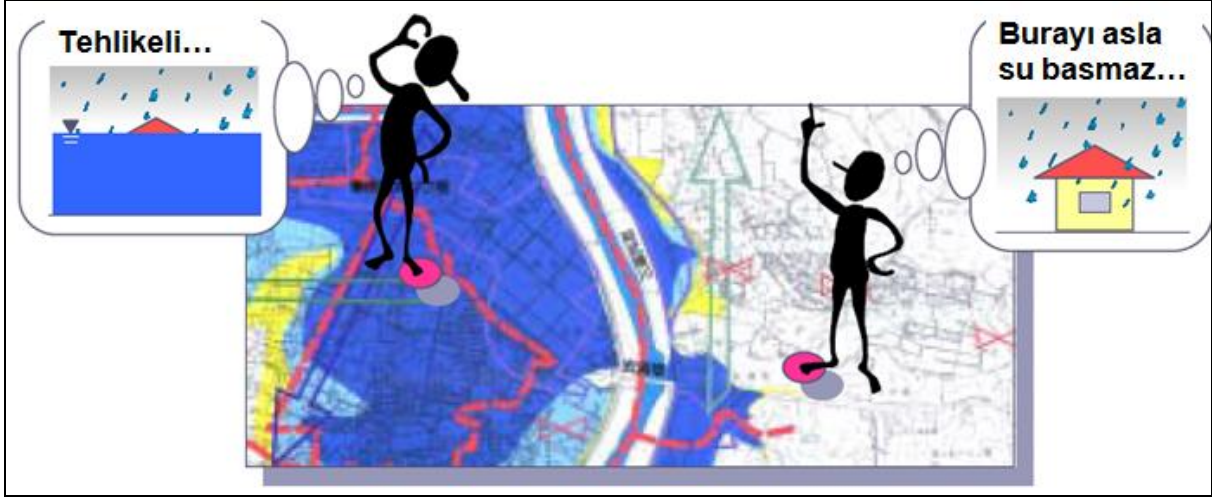
- Hortumlar
- 5 cm veya daha büyük çaplı dolu
- 65 knot veya daha büyük rüzgâr hamleleri
- Bir ölü, 3 veya daha fazla yaralı, ya da 50,000 \$’dan daha fazla ekonomik kayba neden olan hava olayları genel olarak “fırtına” olarak adlandırılır.

2.1. Seller

Sel: Suların bulunduğu yerde yükselerek veya başka bir yerden gelip genellikle kuru olan yüzeyleri kaplamasına denir.

Sel Afeti: Sel sularının fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara neden olup, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak veya kesintiye uğratarak, olumsuz bir şekilde etkileyen ve yerel imkânlar ile baş edilemeyen durumlardır.

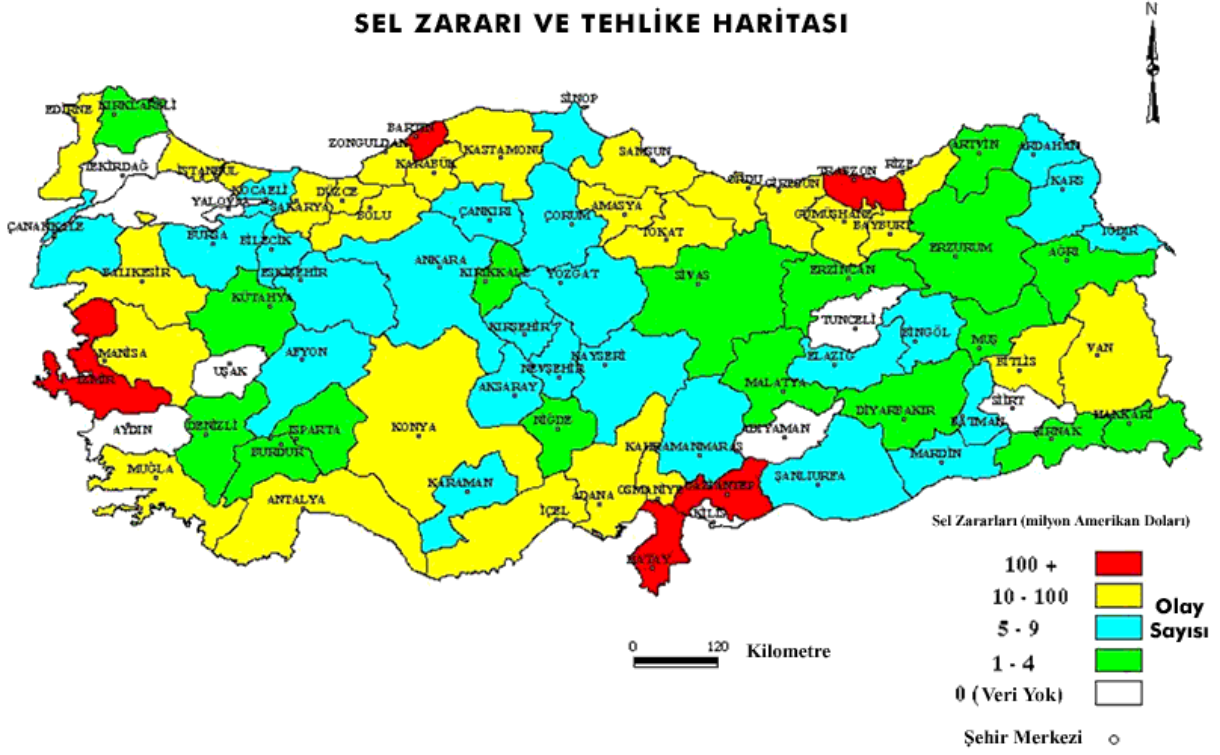
Aslında, “Daha önce burada hiç sel olmadı” denmemeli. Dünya üzerinde yağmurlar yağmaya başladığından beri (çöller, el değmemiş ormanlar dâhil) dünyanın her tarafında seller olmaktadır (Şekil 1). Örneğin, Milattan Önce 3200 yılında Fırat Nehri taşarak bugün Irak olarak adlandırılan Ur şehrini 2,4 metrelik bir çamurla kaplamıştı. 27 Temmuz 1301 tarihinde Sakarya Nehri taşmıştı. 20 Eylül 1563 yılında İstanbul’da büyük su baskını yaşanmıştı...



Şekil 1. Sel riskinin algılanmasında toplum genellikle tehlikeyi küçümser. Bu nedenle sel haritaları vb. çalışmalara halkın katılımı esastır (JICA, 2007).

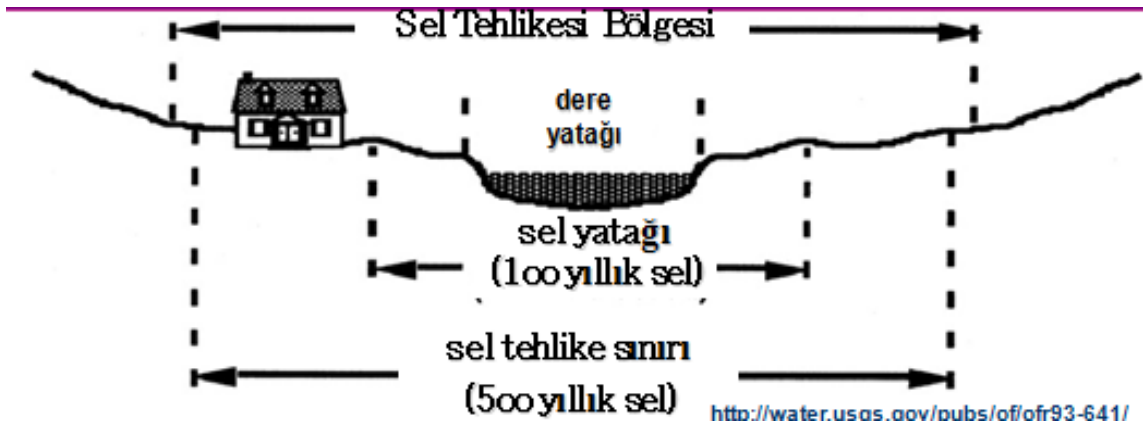
Dünyanın birçok yerinde olduğu gibi Türkiye’de de peş peşe gelen şiddetli sağanaklar veya uzun süren hafif yağışlar sonucu oluşan taşkınlar ile birlikte sık sık seller görülebilmekte ve bunlardan dolayı büyük can ve ekonomik kayıplarımız olmaktadır. 21 Mayıs 1998 Batı Karadeniz, 23 Mayıs 1998 Hatay selleri Türkiye’de oluşan ilk seller değildir ve sonuncusu da olmayacaklardır. Daha önceleri de, örneğin, 18-20 Haziran 1990’da Trabzon, 16-17 Mayıs 1991’de Doğu Anadolu, 25-26 Ağustos 1982’de Ankara, 1994’de Marmaris, 1995 İkitelli, Senirkent, Rize ve 4 Kasım 1995’de İzmir’de korkunç sel felaketlerini yaşamıştık. Sadece 1995 sellerinde 150 kişiyi kaybettik (Şekil 2).

SEL ZARARI VE TEHLİKE HARİTASI



Şekil 2. Afet İşleri Genel Müdürlüğü'ne göre ülkemizde yaşanan sel zararlarının illere göre dağılımı.

Hidro-meteorolojik çalışmalarda, yağış istasyonlarına ait şiddet-süre-tekerrür eğrilerinden 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 yıllık en büyük günlük yağış değerleri bulunur. Havza için bu yıllar için sel hidrografları ile birlikte sel su seviyeleri hesaplanır. Ama bunlar için elde 100 ya da 500 yıllık verinin olması gerekmez. Halk arasındaki kafa karışıklığı "100-yıllık sel" in, 100 yılda bir olan sel olarak düşünülmesinden de kaynaklanıyor. Bunun doğrusu, "bir yılda sel oluşma ihtimali yüzde 1 veya daha büyük olan sel" dir (Şekil 3).

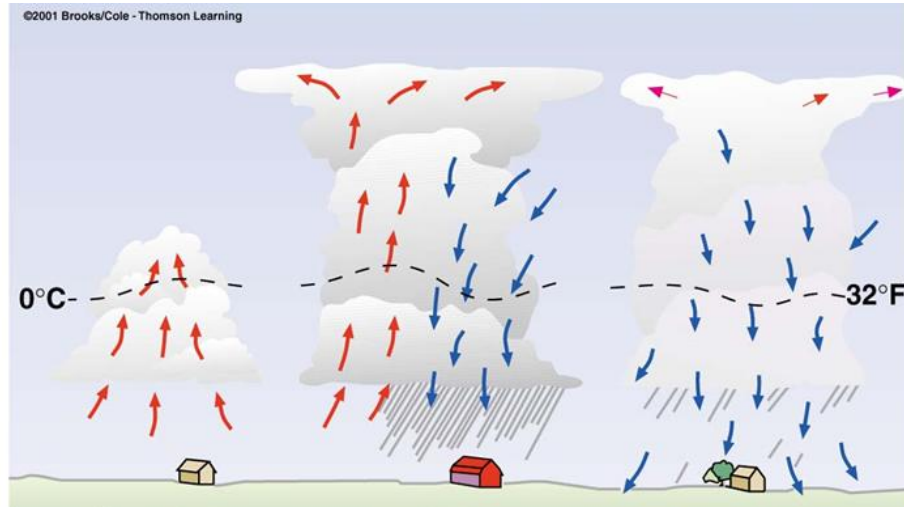


Şekil 3. Yağış tekerrürlerine göre sel yatağı, sel tehlike sınırı ve sel tehlike bölgesini şematik gösterimi.

Bu nedenlerden dolayı, “Bu bölgede sel olmaz. Olsa da burada olmaz. Burada olsa da bana bir şey olmaz!” asla denmemeli (Şekil 1). Özellikle ani seller, 6 saat içinde dağ ve çöller dâhil, her yerde olabilir. Örneğin, Mekke’de Kâbe bile defalarca ani sel sularının altında kalmış. Türkiye’de bu afetin adına taşkın, feyezan veya şişmiş su diyenler de olur. Gerçekte seller oluşum sürelerine göre literatürde aldığı isimler şöyledir:

Oluşma süreleri bakımından seller:

1. **Yavaş Gelişen Seller** (Slow-Onset Floods), bir hafta veya daha uzun bir süre içinde oluşabilir,
2. **Hızlı Gelişen Seller** (Rapid-Onset Floods), bir-iki günde içinde oluşabilir,
3. **Ani Seller** (Flash Floods), 6 saat içinde oluşabilir. Ani seller, çöller dâhil dünyanın her yerinde görülür.



Şekil 4. Sağanak yağışlar ile ani sellere neden olabilen konvektif fırtınaların başlangıç, olgunluk ve bitiş aşamaları.

Akdeniz bölgesinde yağışlı dönemle kurak dönemler arasındaki farklar oldukça fazladır. Hem yıl içinde ve hem de yıllar arası dönemlerde oldukça düzensiz bir dağılım gösteren şiddetli yağışlar, yıkıcı sellere neden olabilmektedir. Akdeniz kıyı bölgesi nehir havzalarında bu şiddetli yağışların neden olduğu seller sıklıkla görülen ve ekonomik açıdan en çok zarar veren doğal afetlerdendir. Akdeniz kıyı şeridinde, "flash flood" olarak adlandırılan ani seller konvektif yağışlar nedeniyle de oldukça sık yaşanan olaylar olarak kabul edilir (Şekil 4).

Türkiye’de meteorolojinin ve yerel yönetimlerin sahip çıkmadığı için tüm sellerin adı "taşkın" olmuş. Ama her sel bir taşkın değildir! Yani sel olması için mutlaka bir derenin veya akarsuyun taşması gerekmez. Oluşum yerlerine göre seller literatürde;

1. Dere ve Nehir Selleri (Taşkınlar),
2. Dağlık Alan (Kuru Vadi) Selleri,
3. Şehir Selleri,
4. Kıyı Selleri ve

5. Baraj Selleri

gibi beşe ayrılır. Fakat mevzuatımız ve istatistiklerimizde tüm seller yoktur, sadece taşkın vardır.

- 1.) **Dere ve Nehir Selleri:** Nehirler boyunca sellerin oluşması doğaldır ve bu 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 hızla yükselebilir ve ani seller yağmur kesilmesinden önce başlayıp yağmur kesilmesinden sonra da devam edebilir. 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.

Havzanın bütününe ele alarak taşkın zararlarının azaltılması doğrultusunda inşa edilen barajlar ile yağışlı sezonlarda oluşan yüksek akımlar depolanarak, taşkınların pik dönemlerinde barajlardan mansaba kontrollü su bırakmak (veya hiç bırakmamak suretiyle) mansapta oluşacak yüksek akımların can ve mal kayıplarına neden olması önlemektedir. Fakat Türkiye'de nehir, göl ve deniz su seviyeleri tahmin edilememektedir. Diğer bir deyişle, hiç kurum ve kuruluşumuzun resmen böyle bir görevi yoktur. Örneğin, ABD Meteoroloji Genel Müdürlüğü Nehir Tahmin Merkezi ABD içinde "3 saat içinde neresi ne kadar yağış alırsa sel olur" diye Sel Tehdit Haritası hazırlamaktadır.

Özetle taşkın tahmini için bilinmesi gereken belli başlı parametreler şunlardır:

1. Nehir ve nehirleri besleyen derelerde ne kadar su var?
2. Son zamanlarda nehrin su toplama havzasına ne kadar yağış düştü ve ne kadar daha yağış düşmesi bekleniyor?
3. Yağan yağmurun, eğer varsa, ne kadar karın erimesine neden olabileceği?
4. Toprağın nemi ve toprağın ne kadar daha suyu sızdıracığı?

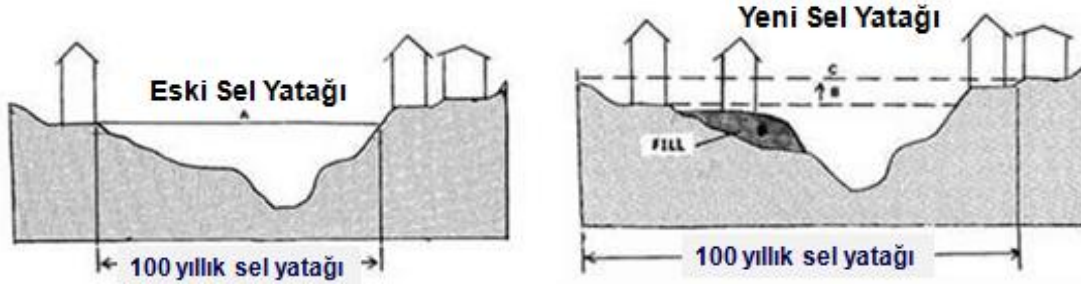
- 2.) **Dağlık Alan Selleri:** Şiddetli yağışlı fırtınalar kuru su kanallarını veya küçük çayları, gürül gürül akan tehlikeli sel sularına dönüştürdüğü zamanlarda dağlık alanlarda ve dağlık alanlara yakın yerlerde de ani seller oluşur. Örneğin Arizona'daki kuru vadilerde ani sellerin 58 saniyede gelişebildiği tespit edilmiştir.

- 3.) **Şehir Selleri:** Şehir selleri, şehir içindeki her türlü arazide oluşabilir. Özellikle binalar, yollar ve otomobiller için parklar inşa edilmesiyle doğal bitki örtüsü yok edilmiş şehirsal 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. Mazgallar bu suları hemen tahliye edemez ve kısa bir süre içinde caddelerimiz ve sokaklarımız derelere dönüşebilir. Böylece caddeler nehirlerle, binaların bodrum katları da birer ölüm tuzağı kapalı yüzme havuzlarına benzer.

Sonuç olarak son yıllarda şehirlerimizde yüzlerce su baskını yaşanıyor. Sağanak yağışlarda cadde ve sokaklarımız hemen derelere dönüşebiliyor. Yollarda ve araçlarında mahsur kalanlar pis sel sularına girmek zorunda kalıyor. Evi veya işyeri sular altında kalanlar ise bir yandan eşyalarını kurtarmaya çalışırken, diğer yandan da kirli ve tehlikeli sel sularını dışarı atmaya çalışıyor.

Son yıllarda küresel iklim değişimi ile birlikte sağanak yağışların şiddetinde artışlar olduğu kesin. Küresel iklim değişimi ile birlikte Türkiye’de de artması beklenen önemli problem ve afetlerden biri de şehirlerdeki ani sellerdir. Şehirlerde sellerin artmasının nedenlerinden biri de sel yataklarına yanlış bir şekilde dolgu, bina, vb. şeylerin zamanla yapılmasıdır (Şekil 5). Böylece eskiden sel su seviyesi dikkate alınarak yapılan yerleşim birimleri de sel ve/ya dere yatağına yanlış bir şekilde müdahale edildiği için günümüzde daha fazla sellere maruz kalmaktadır.

Böylece küresel ısınma, ülkemizdeki plansız yerleşimler, plansız-yetersiz alt yapı, vb. nedeniyle, sayısı ve şiddeti her gün artan şehir selleri ile yüzleşmeye devam edeceğiz. Bu nedenle, Şehir İmar, Metropolitan Alan Nazım, vb. gibi planların ve alt yapının sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için ilgili Bakanlıklarımızda ve Belediyelerimizde Meteoroloji Mühendisleri de bulundurulmalıdır. Ülkemizde yanlış bir şekilde zannedildiği gibi meteoroloji sadece hava tahmini veya sağanak yağış uyarısı yapmaz. Meteorolojinin bir de “mühendislik” yönü vardır.



Şekil 5. Eski sel yataklarına uygun olarak inşa edilmiş yerleşim birimleri, sel yataklarına dolgu vb. yapılması gibi müdahaleler sonucu oluşan, yeni sel yatağında tehlike altına girmektedir.

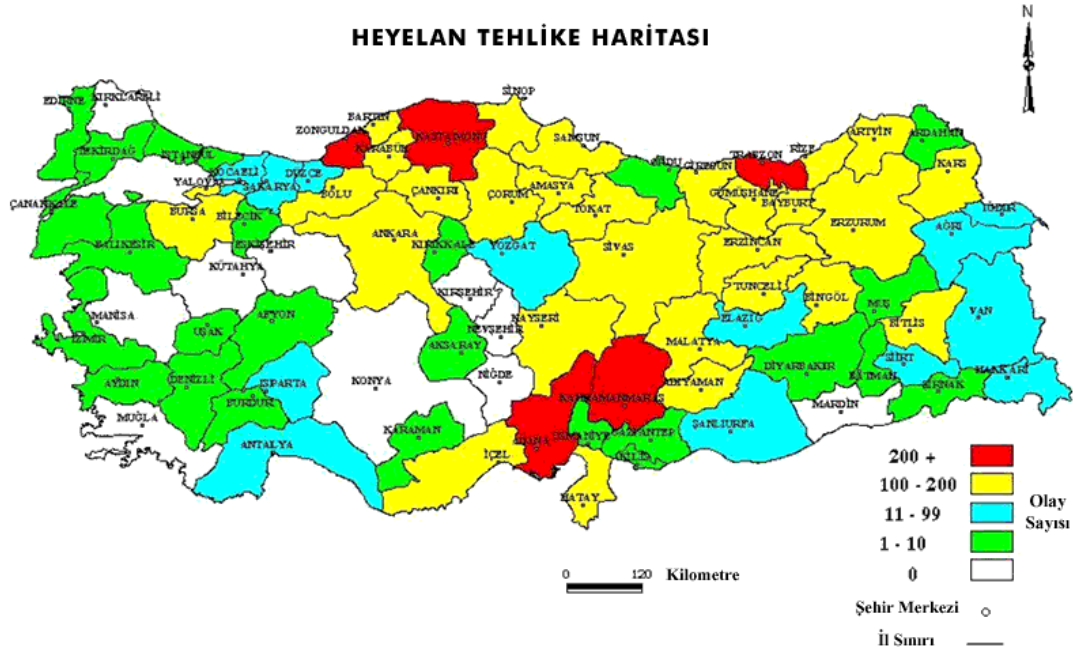
- 4.) **Kıyı Selleri:** Tropikal fırtınalar ve tayfunlar veya kıyıdan uzakta deniz/okyanusta bulunan kuvvetli alçak basınç sistemlerinin, neden olduğu fırtına kabarması ile deniz/okyanus sularını kara içlerine sürükleyerek önemli sellere neden olabilir. Benzer şekilde göllerin su seviyesinde herhangi bir nedenle görülen yükselme, göl kıyılarında suyun taşması sonucunda sellere neden olur.
- 5.) **Barajlar:** Büyük barajlar deprem, vb. olaylar sonucu patlarsa çok büyük ve tehlikeli sellere neden olabilirler. Barajlar insan yapısı olduğundan, baraj selleri insan kaynaklı bir afet olarak da görülür. Bunun yanı sıra, ülkemizde buzlarla yapılan köprü ve menfezler ile birlikte dere yataklarındaki kalıntılar veya yamaçlarda oluşan heyelanlarla daralan kesitleri nedeniyle derelerde oluşan göletler birer baraj gibi görev görüp, aşırı yağışlarda patlayarak büyük sellere neden olabilir. En tehlikeli seller barajların çökmesi sonucu oluşurlardır.

Sellerin oluşması doğaldır. Fakat ülkemizde yıllardır tekrarlanan bu doğal afetler için risk yönetimi yeterli ölçüde uygulanamamış olması şuan ortaya çokta doğal olmayan bir durum çıkartmakta.

2.2. Heyelanlar

Heyelanlar, kaya, toprak veya diğer doğa kalıntılarının yer çekimi etkisiyle yamaç aşağıya kaymasıyla oluşur. Bu kaymalara, depremler, yangınlarla bitki örtüsünün tahribatı, insanların yer yüzeyinde yaptığı değişiklikler, volkan patlamaları, aşırı yağışlar ve deniz dalgaları neden olabilir. Yamaçlarda oluşan çatlaklar, eğilen ağaçlar, direkler ve duvarlar, kaya ve toprağın aşağı doğru yavaşça kayması bir heyelana dair uyarı işaretleridir.

Bunların oluşumunda yağışlar, hazırlayıcı bir rol oynar. Fakat asıl heyelan kütle, su ile hamurlaşmış halde değildir. Kuru bir kütle halinde, fakat kaymaya uygun bir zemin üzerinde yer değiştirmiştir. Bu tip heyelanlar ülkemizin dağlık ve yağışlı bölgelerinde sık sık oluşurlar. Bu heyelanların en büyük olanları, genellikle bol yağışlı ve dik eğimli sahalarda, özellikle kuvvetle yarılmış, nemli ve litoloji bakımından da elverişli olan Kuzey Anadolu dağlık alanında oluşmuştur. Örneğin Geyve, Ayancık, Sinop çevresi, Maçka, Of-Sürmene ve Trabzon-Sera heyelanları bunların başlıcalarındandır (Şekil 6).



Şekil 6. Afet İşleri Genel Müdürlüğü'ne göre ülkemizde yaşanan heyelan sayılarının illere göre dağılımı.

Heyelanlar: Oluşumunda su, hazırlayıcı bir rol oynar. Fakat asıl heyelan kütle, su ile hamurlaşmış hâlde değildir. Suyun etkisiyle, kayganlaşan zemin üzerinde kuru bir kütle hâlinde yer değiştirir. Göçmeler: Yamaçların alt kısımlarının akarsular, dalgalar gibi etkenler tarafından fazlaca aşındırılması sonucunda üst tabakanın göçmesi şeklinde oluşmaktadır.

Toprak kaymaları: Su ile doymuş hâlde gelen ve bu şekilde kayganlaşan yüzeysel topraklarının yer aldığı yamaçlarda oluşur. Çamur akıntısı, çamur ve diğer kalıntıların nehir gibi akmasıdır.

Şiddetli yağışlar veya hızlı kar erimesi sonucu biriken suyun hızla harekete geçmesiyle bu akıntılar oluşmaktadır.

Heyelanlar ve çamur akıntıları;

- Geniş bir alanda zarara neden olabilir.
- Binalara ve evlere de zarar verebilir.
- Elektrik hatlarını koparabilir; su, gaz ve kanalizasyon borularını kırabilir.
- Kara ve demir yollarında büyük zararlara yol açabilir.
- Yanlış arazi kullanımından da kaynaklanabilir.
- Daha önce oluştuğu yerde tekrar oluşabilir.
- Şiddetli yağış veya karın erimesi ile ilişkili olarak da meydana gelebilir.

Şekil 7’de bir kısmı gösterilen heyelana uygun yerler şunlardır:

- Eskiden heyelan görülen yerler
- Çatlaklar, çökme ve kabarma görülen yamaçlar
- Dolgu alanları
- Yeni kaynak sularının çıktığı yerler
- Eğik ağaç, çit, direk ve duvarların bulunduğu yerler
- Kapıları ve pencerelerinde sıkışma görülen evler
- Kırılan su ve kanalizasyon borularının bulunduğu yerler
- Toprak, bahçe duvarı, dış merdivenlerin uzaklaştığı evler.
- ...



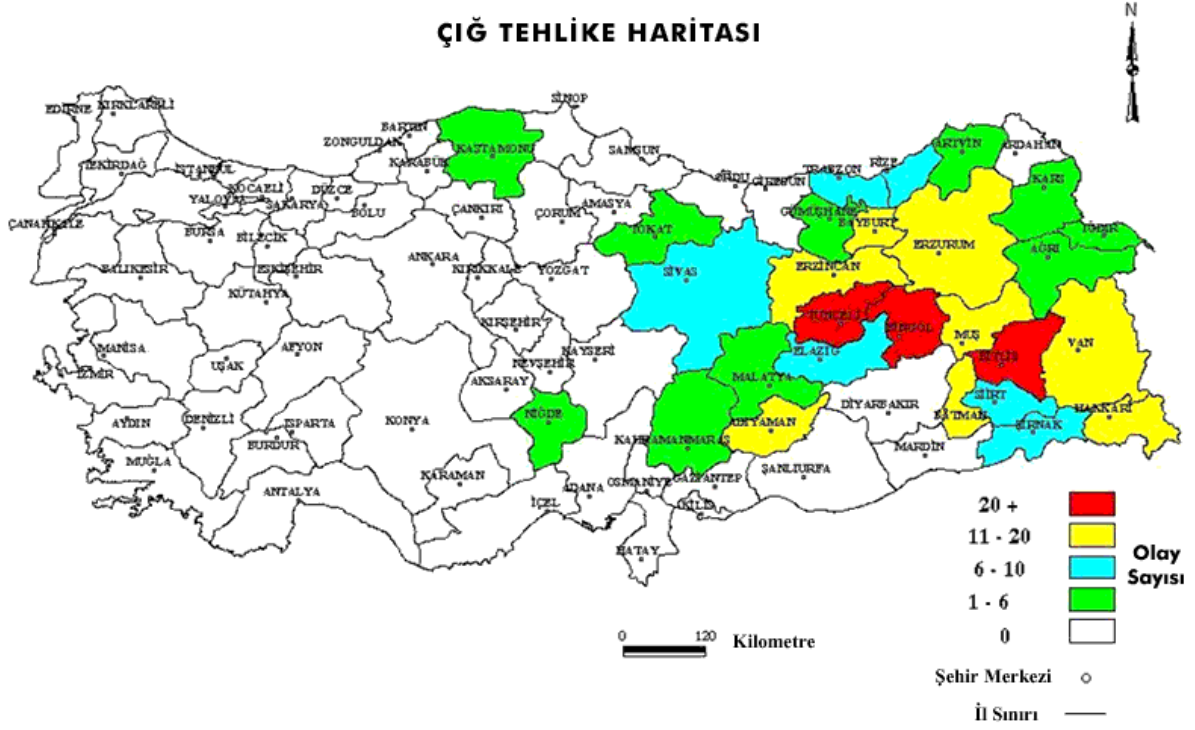
Şekil 7. Heyelana dair arazide bulunan veya tespit edilebilen işaretler.

2.3. Çığlar

Eğimli arazi üzerinde birikmiş kar örtüsü yer çekimi etkisiyle kaydığı anda çığ oluşur. Çığı oluşturan şartlardan hareket ederek çığ tehlikesi belirlemek olanaklıdır. Çığın oluşumu, arazi, hava ve kar örtüsünün durumu ile ilişkilidir. Çığ, genellikle bitki örtüsü olmayan, dağlık ve eğimli arazilerde görülür. Bu nedenle, ülkemizin doğu ve güneydoğu bölgelerindeki dağlık kesim, çığ oluşumuna uygundur.

Türkiye, coğrafik olarak sarp dağlık alanlara sahiptir. Dağlık koşulların neden olduğu eğim, kar ve şiddetli yağışlar çığ, heyelan ve kaya düşmesi gibi birçok tehlikeli doğal afetin oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı çığ afet genellikle, ülkemizin doğu, güney

doğu ve kuzey doğu Anadolu Bölgelerini etkilemekte olup, bu alan ülkemiz topraklarının yaklaşık % 35'inin çığ afetine maruz kaldığını ifade etmektedir (Şekil 8).

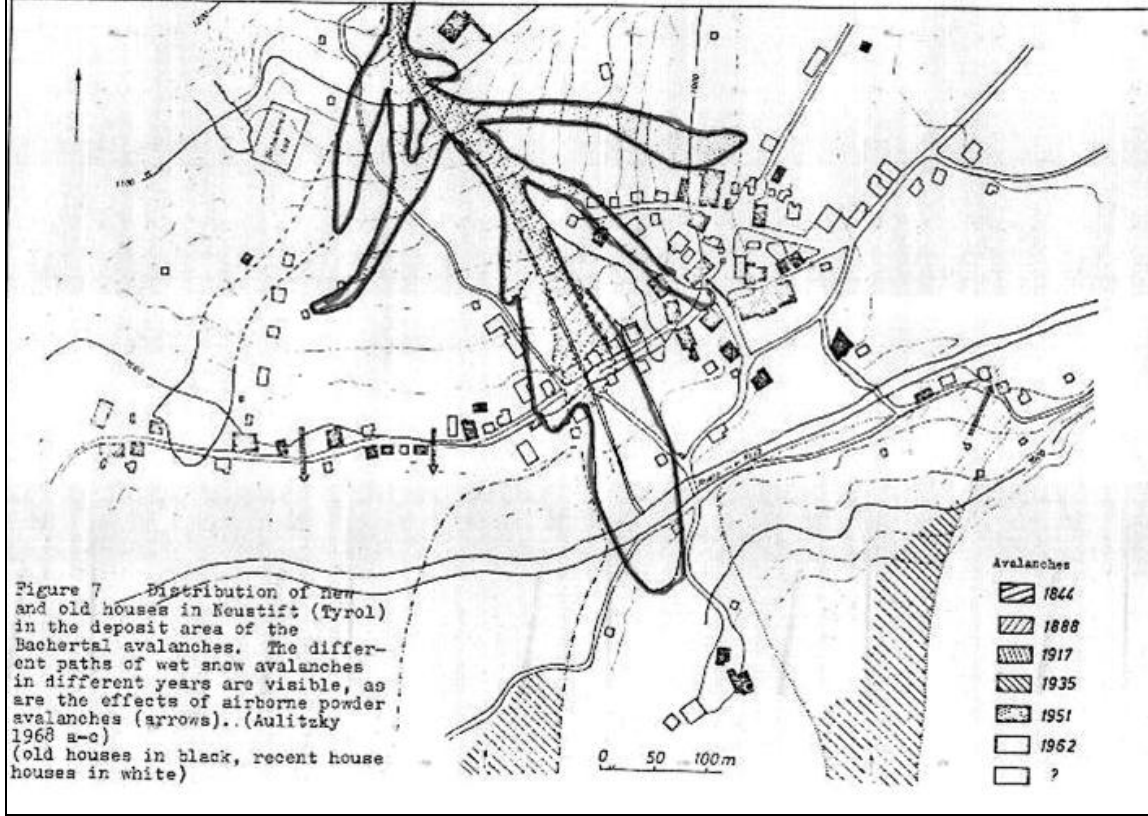


Şekil 8. Afet İşleri Genel Müdürlüğü'ne göre ülkemizde yaşanan çığ olayları sayılarının illere göre dağılımı.

Türkiye'de; ortalama yüksekliği 1 000 m'nin üzerinde olan sahalarda yerleşmiş bulunan kış turizm merkezleri ile Doğu ve Güneydoğu bölgelerinin ağaç örtüsünden yoksun olan özellikle Hakkari, Tunceli, Bingöl, Siirt ve Bitlis illerini kapsayan kesimi çığ afetlerine en hassas olan alanları içermektedir (Şekil 8). Böylece, eğimli bir arazi üzerinde, yeni yağın miktarı, kar örtüsünün yapısı, rüzgâr ve sıcaklık gibi çabuk değişen hava şartları çığ tehlikesini ortaya çıkartır. Ülkemizin iklim şartlarına göre, kar yağışı görülen kış ve ilkbahar aylarında çığ meydana gelebilmektedir. Ülkemizde Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları çığ afetlerinin en çok meydana geldiği aylardır. Fakat Türkiye'deki çığların % 80'i özellikle Ocak ve Şubat aylarında oluşmaktadır.

Borhan ve Kadioğlu (1998) çalışmasında, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da 1982–1993 yılları arasında oluşan çığlar incelenmiştir. Çığ oluşumunda meteorolojik parametrelerin rolü ve bu parametrelerin cepheler ile olan ilişkilerini belirlemek için sinoptik analiz yöntemi kullanılmış. Bu bölgelerde çığ oluşumunda iki temel mekanizmanın etkin olduğu bulunmuştur. Bunlardan biri, cephesel siklonların geçişini takip eden donma noktasının hemen altına kadar olan bir soğuma; diğeri ise cephesel siklonları takiben donma noktası yakınına kadar ısınma ile birlikte yağmur yağışıdır. Bölgede gözlenen 37 çığdan 30'unun cephesel siklonların gelişmesiyle yakından ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, fırtına esnasında veya fırtınadan sonra yeni

kar veya yağmur sonucunda oluşan çığların tahmininde sinoptik meteoroloji yaklaşımının en iyi yöntem olduğu belirlenmiştir.



Şekil 9. Çığ alanlarındaki yapılaşma farkı. İçi boş kutular yeni yerleşimleri; için dolu kutular ise eski yerleşim bölgelerini göstermektedir. Eski yerleşim bölgelerin tümüyle çığ yatağının dışındayken yeni yerleşimlerin bir kısmı çığ yataklarındadır.

Dağlık bölgelerde yaşayanlar ve dağlara gidenler kışın ve ilkbaharın başında çığ tehlikesi ile çok sık karşı karşıya gelir. Çünkü çığ tehlikesiyle karşılaşanların çoğu, çığın oluşumuna kendileri neden olur. Çığ tehlikesi olan dağlık araziye giden kişi, kendi ağırlığı ile kar örtüsünün kırılmasına ya da çıkardığı ses ile (bağırma, korna çalma, silah atma, vb.) kar örtüsünün kaymasına neden olabilir.

Tonlarca ağırlıktaki bir çığın altında kalan insanın yaşama şansı çok azdır. Çığlar genellikle aynı yerlerde, belirli vadi ve sırtlarda tekrar tekrar oluşur. Bu nedenle, çığ yataklarında eskiden oluşmuş çığlara yönelik bazı işaretler bulunur. En iyisi çığ olasılığı olan yerleri tanımak, oralardan uzak durmak ve çığın oluşumuna neden olacak davranışlardan kaçınmaktır (Şekil 9). Bunun için öncelikle;

- Öncelikle çığ bölgelerine yeni yerleşim birimleri kurulmamalı.
- Çığ ve sel yataklarında var olan yapılar derhal kaldırılmalı.
- Mevcut yapılar, çığ bölgesinden kaldırılana kadar sigortalanmalı.
- Ormanlar tahrip edilip çığ güzergâhları yaratılmamalı.

- Hava, yol durumu ve çığ tehlikesi hakkında düzenli olarak halka bilgi verilmelidir.

3. Kayıp, Zarar Azaltma ve nleme

Ülkemizde bugüne kadar yapılan afet çalışmaları yakından incelendiğinde, gayretlerimizin çoğunu afetlerden sonraki “müdahale etme” aşamasına yöneltmiş olduğumuz görülmektedir. Oysa "Afet Yönetimi" sadece insanları enkaz altından kurtarmak, yangın söndürmek veya sel sularından insanları tahliye etmek, vb. müdahale çalışmalarını yapmak değildir. Aksine modern afet yönetimi önceliği (müdahale çalışmalarına duyulabilecek ihtiyacı minimize edebilmek için) insanları olası tehlikelerden korumak ve mevcut riskleri afetler olmadan çok önce azaltmaya yöneliktir.

Sel, heyelan ve çığ gibi hidro-meteorolojik tehlikeler ve onların etkileri sonucu oluşacak can ve mal kaybından kaynaklanacak zararları uzun dönemde azaltmak veya ortadan kaldırmak için yapılan ve sürekliliği olan çalışmalara kayıp ve zarar azaltma çalışmaları denir. Bu aşama zarar azaltmayı içerdiği için, afet ve acil durum planı yürürlüğe girmeden önce veya sonra oluşturulabilir. Bu kapsamdaki çalışmalar şöyle sıralanabilir; büyük tehlike içeren alanlarda bölgeleme, yapılaşma ve imar yönetmelikleri, heyelan, sel, çığ ve diğer tehlikeli durumlarla ilgili verilerin toplanıp, hangi bölgenin yerleşme için uygun olduğunun belirlenmesi, acil durumlarda barınaklar açılması veya afet sonrası geçici barınma birimlerinin konumlandırılması. Zarar azaltma, aynı zamanda, işyerlerini ve halkı almaları gereken basit önlemler konusunda eğitmek, böylece kayıp ve yaralanmaları eğitim ile de azaltmayı amaçlar.

Maalesef Türkiye’de bugün ne hava şartlarını, ne iklimi, ne de nehirlerimizdeki ne de gllerimizdeki su seviyelerini takip edip sele, “sel”; çığa, “ığ”; kuraklığa, “kuraklık” demek, onları izlemek ve önceden haber vermekle resmen görevli herhangi bir kurum veya kuruluşumuz bulunmamaktadır. 1937 yılında kurulan DMİ Genel Müdürlüğü’n ve 3127 sayılı Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanunda, “... hava ve deniz seferlerini korumak ve memleketin hava hadiseleriyle ilgili haberleri vermektir.” denilirken 8/11/1986 tarihli ve 3254 sayılı kanunla yanlış bir şekilde değiştirilen DMİ Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanunda artık sadece “... meteorolojik destek ...”den bahsedilmektedir. 3254 sayılı kanunda belirlenen, amaç ve görevleri arasında sel ile birlikte fırtına, kuraklık, don, dolu, vb. gibi 28 adet meteorolojik afet ile ilgili tek bir kelime bile yoktur. Bununla beraber 1954 yılı ve 6200 sayılı DSİ Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanunda ise sadece “Taşkınlara karşı koruma yapıları inşa etmek” yer almaktadır.

Maalesef, lkemizde hala sel tahmini için gerekli olan, yağış miktarını DMİ, akışa geçen yağış miktarını ise DSİ gibi farklı kurumlar ölçmektedir. Diğer bir deyişle, Türkiye’de meteorolojik gözlemler DMİ, DSİ, EİEİ ve Köy Hizmetleri gibi ayrı ayrı kamu kurumları tarafından yapılıyor. Bu dağımık yapı büyük kaynak israfı ile birlikte sel vb. gözetleme ve uyarılarının ülkemizde yapılamamasına neden oluyor. Hlbuki lkemizde havza lğinde toprağın nem durumunu, kar örtüsünü, fırtınanın etkili olma süresini, yağmış ve yağacak olan yağışın miktarlarını vb. belirleyip tahmin eden ve nehirdeki akışı ve yükselmeleri sayısal modeller ile bir bütün içinde sürekli olarak takip edip sel ihbarlarını yapacak şekilde donatılmış ve görevlendirilmiş bir teknik kurum olmalıdır.

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü'ne göre, ülkemizde son 50 yılda yaşanan bin 768 taşkında, bin 344 kişinin hayatını kaybetti, 260 bin hektar tarım arazisi etkilendi. Ekonomik kayıpların ise yılda ortalama 100 milyon doları aşıyor. Meteoroloji Mühendisleri Odasına göre, taşkınların kontrolü ve zararlarının azaltılmasına yönelik olarak genelde yapısal önlemler bağlamında sürdürülen projeler için ayrılan miktar yılda ortalama 30 milyon dolar civarında.

Bu konuda yoğun çalışmalar yapan DSİ'nin Taşkından Korunma Talimatında sadece;

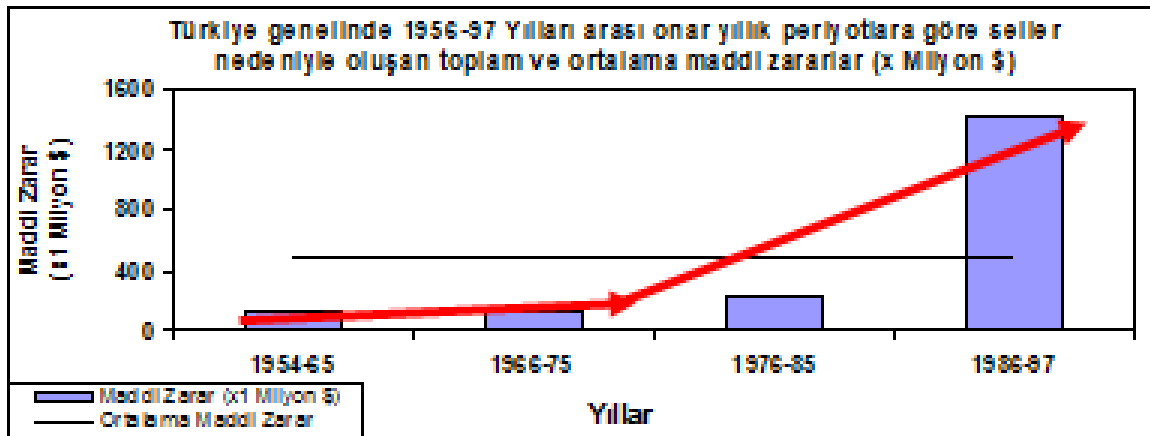
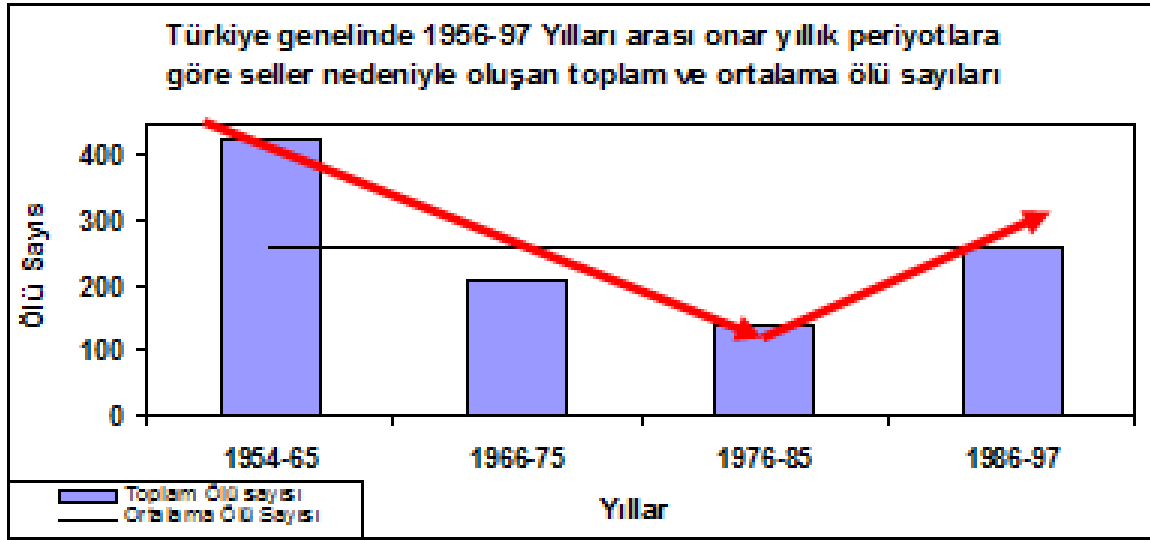
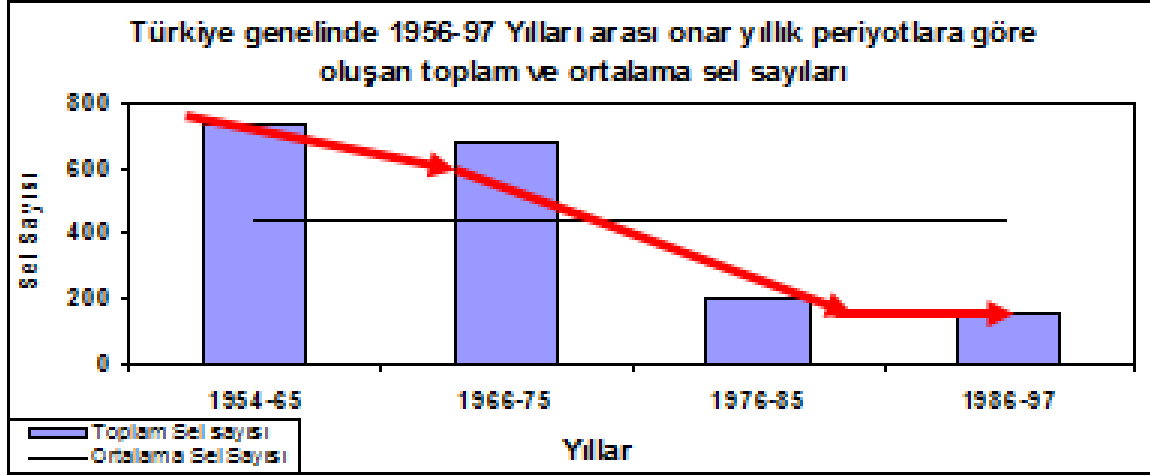
- Taşkın alanlarının tespit ve ilanı (4373 sayılı yasa kapsamına alınması),
 - Taşkın tesisi olan veya olmayan yerlerde yapılacak işler,
 - Bölge taşkın planının yapılması
- esasları belirtilmiştir.

Bu tasarı kapsamına giren yapısal projeleri; taşkın anında suları taşkın riski taşıyan alandan uzakta tutmaya yönelik akarsu yatağı düzeltme ve düzenlemeleri, taşkın duvarı, sedde, derivasyon kanalı ve şehir yağmursuyu boşaltım sistemleri gibi koruma amaçlı tesisleri içerenler ve sel kapanları ile barajlar gibi suyun akış rejimini düzenleyen tesisleri içeren kontrol yapıları şeklinde iki grup içinde değerlendirmek gerekmektedir.

Böylece, DSİ zarar azaltma çalışması olarak, 578 adet baraj ve gölet vb. su yapıları inşa ederek ülkemizdeki akarsu sellerinin sayısını önemli ölçüde azaltmıştır. Bununla birlikte, DSİ Taşkın Yıllıkları incelediğinde Türkiye genelinde 1956–97 yılları arası onar yıllık dönemlere göre nehirlerle bağlı olan sel sayısı azalırken, ölüm sayısı ve maddi zararlar hızla artıyor. Diğer bir deyişle, dere yataklarına müdahale ve yerleşimler barajların getirdiği yararlardan daha fazla zarar veriyor (Şekil 10).

Ülkemizde de eskiden, örneğin, yağın yağmur ve erimiş kar akımları su toplama alanlarına herhangi bir müdahale ve afete neden olmaksızın serbestçe akıp gidebiliyordu. Günümüzde ise, çoğalan nüfusun, çarpık şehirleşmenin ve kırsal kesimdeki bilinçsiz yerleşimin sonucu olarak aşırı yağış, çığ, heyelan vb. doğa olaylarına daha fazla maruz kalmaktayız.

Böylece DSİ gibi kurum ve kuruluşlarımız akarsu havzaları içinde büyüyen yerleşimlerden, açılan yeni yollar ve kurulan yeni tesislerden, elverişsiz tarım yöntemleri ile toprakların yoğun bir şekilde kullanılmasından, akarsu ve derelerin yatakları içinde veya mücavirindeki taşkın riski taşıyan alanların iskâna açılmasından, daha önce inşa edilmiş taşkın tesislerinin üzerlerinin kapatılmasından, açık mecraların kapalı mecralara dönüştürülmesinden, vb. birçok şeyden haklı olarak şikâyetçidir. Ayrıca bazı yerlerde selden koruma tesislerine, yerel yönetimler ve vatandaşlar yeterince sahip çıkmıyor. Bütün bunların sonucunda da zamanla dolan akarsu yatakları şiddetli yağışlarda tıkanıp taşarak daha büyük boyutlarda sel zararlarına neden olmakta...



Şekil 10. DSİ Taşkın Yıllıklarına göre Türkiye genelinde 1956-97 yılları arası onar yıllık periyotlara göre oluşan sel ve ölü sayıları ile birlikte maddi zararların değişimi.

Dere yatakları içindeki her türlü yapı, muhtemel bir taşkında doğrudan zarar görecektir olmasının yanı sıra taşkın yatağının diğer kesimlerinde de akış şartlarını bozarak normal koşullarda beklenmeyen zararlara neden olmakta. Açık mecraların kapalı mecralar haline dönüştürülmesi ise her yıl periyodik olarak yapılması gereken bakım-onarım hizmetlerinin yapılmasını imkânsız hale getirmekte. Bunun sonucunda zamanla dolan mecralar şiddetli yağışlarda tıkanıp taşarak daha büyük boyutlarda zararlara neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, DSİ Genel Müdürlüğü'nün girişimleri sonucunda, dere üstlerinin kapatılmaması hususunda İçişleri Bakanlığı'nın 22.09.1988 tarih ve 24467 sayılı ve 03.08.1994 tarih ve 5496 sayılı yazıları ile tüm Valiliklere gerekli talimat verilmiştir. Bunlar ile beraber taşkından koruma, vb. su yapıları halk tarafından yeterince korumamaktadır, çünkü bu tesislerin ne işe yaradığı hususu onlara yeterince anlatılamamış ve yeterli bilinç oluşturulamamıştır.

Bu noktada Belediye Başkanlarımızın da önemli tespitleri var: Örneğin, “Dere yataklarının ıslahı DSİ'nin görevi olmasına rağmen makine (teknik donanım) yetersizliğinden dolayı dere yataklarında biriken rüsubatın zamanında yatak dışına çıkarılması sağlanamıyor, ya da dere içinde yatak düzenlenmesi yapılamıyor. Bir genelgeyle Karayolu Köprülerine membandan 1000 m (yukarıdan), aşağıdan 750 m yaklaşmak, biriken rüsubatı kod fazlalığı olsa bile dere yatağı dışına çıkarmak yasaklandı. Bu nedenle köprü ayakları arasında biriken rüsubat suyun geçişini engelleyeceğinden yerleşim yerini taşkın sonucu su basma tehlikesi kaçınılmaz.” Yani ülkemizde literatürde olmayan, bir de “bürokratik sel” tehlikesinden bahsediliyor.

Can ve ekonomik zarar azaltma önlemleri uzun dönemde afet kayıplarını azaltmak için önemlidir. Ancak, zarar azaltma çalışmaları, tehlikelere açık bölgelerde heyelan, sel veya çığ sonrası, tekrar tekrar yeniden yapılanma kısır döngüsünü ortadan kaldırabilir. Bir acil durum veya afet sonrası, bu konudaki duyarlılık artmışken, daha güvenli yerleşim birimleri oluşturmak daha kolay olabilir. Bunun için de önceden zarar azaltma planlarının da hazırlanması gerekmektedir.

Romalılardan beri insanlar özellikle seller ile mücadele etmek için barajlar ve su bentleri inşa etme yoluna gitmiştir. Fakat 1950'li yıllardan sonra selden korunma kavramı önemli ölçüde değişmiştir. Büyük-küçük her nehre bir baraj yapılamayacağı gibi artık sellerin sadece nehirler ile ilişkili olmadığı da görülmüştür. Bu nedenle, gelişmiş ülkelerde gelişmiş hidro-meteorolojik gözlem ağıları, meteoroloji radarı, otomatik akım ve yağış istasyonları ve hidro-meteorolojik modeller ile doğru ve erken nehir su seviye (yani sel, taşkın) tahmini ve uyarıları ile can ve mal kayıpları en aza indirgenmiştir.

ABD'de ki sel ile ilgili reformların tarihçesi 1890 yılında ABD Kongresi Sel Tahmini ve Uyarısı için Federal Sorumlulukları belirlemesi ile başlar. Amerika'da, “1917 ve 1936'da çıkartılan Sel Kontrol Kanunları seller ile sadece (baraj, set, vb.ni inşa ederek) yapısal önlemler ile mücadele edilmektedir. Bunun da (sel yataklarına yerleşim-sel-sel kurbanlarına yardım-baraj inşası-sel yataklarına daha fazla yerleşim şeklinde) bir yıkım-yara sarma sarmalından çıkılması amaçlanmıştır. Bu cevrimi kırmak üzere Romalılardan beri seller ile mücadele edebilmek için sadece barajlar ve su bentleri inşa edilme anlayışı 1940'lı yıllardan sonra “selden korunma” kavramına dönüştürülmüştür. Böylece, 1966 Ağustos ayında ABD Meclisi 465 Sayılı Yasa ile "Sel, Tanrı'nın; Sel Afeti ise insanların eseridir..." (Flooding is an act of God; Flood damages are act of man...) anlayışı ile sel zararlarını azaltabilmek için “Sel Yataklarının Yönetimi” anlayışı yürürlüğe konmuştur.

Bunun için ülkemizde de öncelikle örneğin, ABD’de olduğu gibi sel, çığ ve heyelan yatakları önceden belirlenerek risk haritaları hazırlanmalı... Bu yataklar asla imara açılmamalı; yanlışlıkla imara açılmış olan bölgeler yerleşim birimlerinde arındırılmalıdır. Heyelan, çığ ve sel yataklarına ve tehlike bölgeleri müdahale edilmemeli.

Bunun için, örnek alınabilecek FEMA’nın uyguladığı temel kurallar, yapısal ve yapısal olmayan çözüm yöntemlerinin bazıları şunlardır:

- Su havzasındaki inşa faaliyetlerinin hiç biri, 100-yıllık sel suyu seviyesinde artışa neden olamamalı.
- Sele maruz binalar güçlendirilmeli.
- Sel yataklarına yapılmış binalardaki asansörler, acil durumlarda Temel Sel Seviyesinin üzerindeki katta duracak şekilde ayarlanmalı.
- Sel yatakları binalardan arındırılıp yeşil alana dönüştürülmeli.
- Temel Sel (ya da su basman) seviyesinin altında kalan yerlerde kullanılacak olan inşaat malzemeleri sel sularının verebileceği zararlara karşı dayanıklı olmalı.
- Her hangi bir yeniden inşa, düzeltme veya ilave gibi çalışmalar binanın piyasa değerinin %50'sine eşit veya daha fazla ise, bu önemli bir hasar veya geliştirme olarak değerlendirilmeli.
- Bina sel haritalamasından önce yapılmışsa bu önemli tamir veya geliştirmeyi yapılırken binanın tümüyle sel yataklarını yönetme ve diğer yeni yönetmeliklere uydurulmalı.
- Zemine tamamen oturan binaların altlarında, etraflarındaki tahribatı engellemek ve hidrostatik kuvvetleri dengelemek için boşluklar açılmalı.
- Kanalizasyonun geri basmasına karşı check-valve konulmalı,
- Evlerin tümüyle, elektrik tesisatının, doğal gaz ve elektrik sayaçlarının, su ısıtıcılarının Temel Sel Seviyesinin üzerine yükseltilmeli.
- Su setleri yerinde inşa edilmeli.
- Set oluşturmak için malzemeler rastgele ve olduğu gibi ortalığa dökülmemeli.
- Set oluşunca sel sularının nereye gideceği de mutlaka ayrıntılı bir şekilde düşünülmeli.
- Sürekli sel riski yaşayan yerler de güvenli yerlere taşınmalı.
- Sel yatakları yerleşime açılmadan önce park ve bahçelere dönüştürülmeli...

Özetle, seller ile mücadelede, akarsu yatağını düzeltme ve düzenleme, sel kontrol setleri ve barajları, duvarları ve derivasyon kanalları, yağmur suyu drenaj sistemi, binaların taşınması, yükseltilmesi, vb. gibi sadece yapısal ve mühendislik yaklaşımlarını uygulamak yetmez. Bütün bunların yanı sıra, sel, çığ yatağı, heyelan zonları/kamulaştırma/yasalar, rölekasyon, özel kullanım ve yapı izinleri, nehirlere ait sulak alanların geri verilmesi, afet yönetimi ve sigorta gibi yapısal olmayan yöntemlerin de gerektiği gibi kullanılması şart.

4. Hazırlık

Planlama, eğitim ve tatbikatlar ile hidro-meteorolojik tehlikelere karşı hazırlıklı olma, müdahale etmeye ve hayatı normalleştirmeye dönük iyileştirme için etkin bir afet ve acil durum yönetimi çalışmalarına hazırlık denir.

Çoğu kez heyelan, sel ve çığ gibi afet veya acil durumlar ani şekilde ortaya çıktığından o an etkin bir çözüm bulmak zordur. Bir idari birim, ancak daha önceden hazırlanmış önlemlerle, acil durum yönetimi sorumluluklarını yerine getirebilir. Koruyucu planlama ve hazırlık, problem ortaya çıkmadan önce yapılmalıdır, tümüyle bu süreç “hazırlıklı olma” olarak tanımlanır.

Hazırlıklı olma önlemleri bir defaya mahsus olarak düşünülmemelidir. Hazırlıklı olma konusunda temel unsur, idari birimin, afet ve acil durum yönetimi konusundaki farklı yükümlülüklerinin bağlantısını sağlayacak planların geliştirilmesidir.

Hazırlıklı olma, acil durum/afet halinde yetki ve sorumlulukların belirlenmesi ve destek kaynaklarının düzenlenmesini de içerir. Tüm yönetimler acil durum/afet yönetimi görevleri için görevliler belirlemeli, belirlenen görevlerin yerine getirebilmesi için gerekli olan personel, donanım ve diğer kaynaklar da tanımlanmalıdır. Ekipman ve donanımların bakımı, tahmin ve erken uyarı sistemlerinin kullanımı, personelin eğitimi ve diğer aktiviteler sürekli olarak güncellenmeli ve tekrarlanmalıdır.

Sellerde ölümlerin çoğunu, gelişmiş ülkelerde otomobillerinin içinde sürüklenenler; Türkiye’de ise sel yataklarına yerleşmiş ve sel için gerektiği gibi uyarılmayan insanlar oluşturur. Ülkemizde seller ile ilgili yeterince istatistikî bilgi mevcut değil. Ama örneğin, Amerika Birleşik Devletleri’nde her yıl ortalama olarak 140 kişi sellerden ölmektedir. Çünkü 15 cm (yani bir karış) yüksekliğindeki sel suyu insanları sürükleyip götürebilir. 60 cm’lik su ise otomobilde insanın hayatını kaybetmesine neden olabilir. 60 cm’lik su, otomobilin ağırlığını 1,5 ton azaltabilmektedir. Bu nedenle, sel suları ile alsa temas edilmemeli ve sel sularına hiçbir şekilde girilmemeli.

Amerika Birleşik Devletleri’nde ölümlerin yarısı otomobillerin içinde olmaktadır. Çünkü

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

Böylece selden, heyelandan ve çığdan korunmanın yolları:

1. Sel ve çığ yataklarına, heyelan bölgelerime yerleşmemek,
2. Meteorolojik sel ve çığ gözetleme ve uyarılarına anında uymak.
3. Görünüşe aldanmayarak dibi, görülmeyen hiç bir sel suyuna yürüyerek veya otomobil ile girmemek,
4. Çığ ve heyelan bölgelerine tehlikeli günlerde gitmemek.
5. Yakın bir yerde sel, çığ veya heyelan oluşumunun görüldüğü veya duyulduğu an hemen daha yüksek güvenli yerlere tırmanmak ve/ya kaçmak,

gibi özetlenebilir.

Sel sularına girmeyin çünkü

- Sadece 15 cm yüksekliğindeki bir sel suyu bile ayaklarınızı yerden kesebilir.
- Otomobiller diz seviyesine kadar yükselmiş, yani 60 cm'lik, bir sel suyu tarafından sürüklenebilir. Otomobilinizin etrafında sel suları yükseliyorsa otomobili hemen terk edip yüksek yerlere kaçın...
- Sel suları ile temas etmek de tehlikelidir!

Sel suları kanalizasyon, kimyasal maddeler vb birçok tehlikeli madde ile temas etmiş olabilir. Sel sularıyla temas eden malzemeleri (çok gerekliyse) çamaşır suyu vb. ile iyicene temizlemeden kullanmayın!

Artık her gök gürültüsü duyulduğunda ve şiddetli yağmur tahmininde sel ve heyelan afetlerini, her kar yağışında çığları başta bürokrasi olmak üzere herkes hatırlamalı. Sel, heyelan ve çığa karşı alınan önlemler, hazırlıklar ve planlar gözden geçirilmeli. Ölen ölüp, kalan kaldıktan sonra kriz masaları kurmak ve afet bölgesine giderek halkın acısını paylaşmak gibi popülist eylemler ile yetinilmemeli.

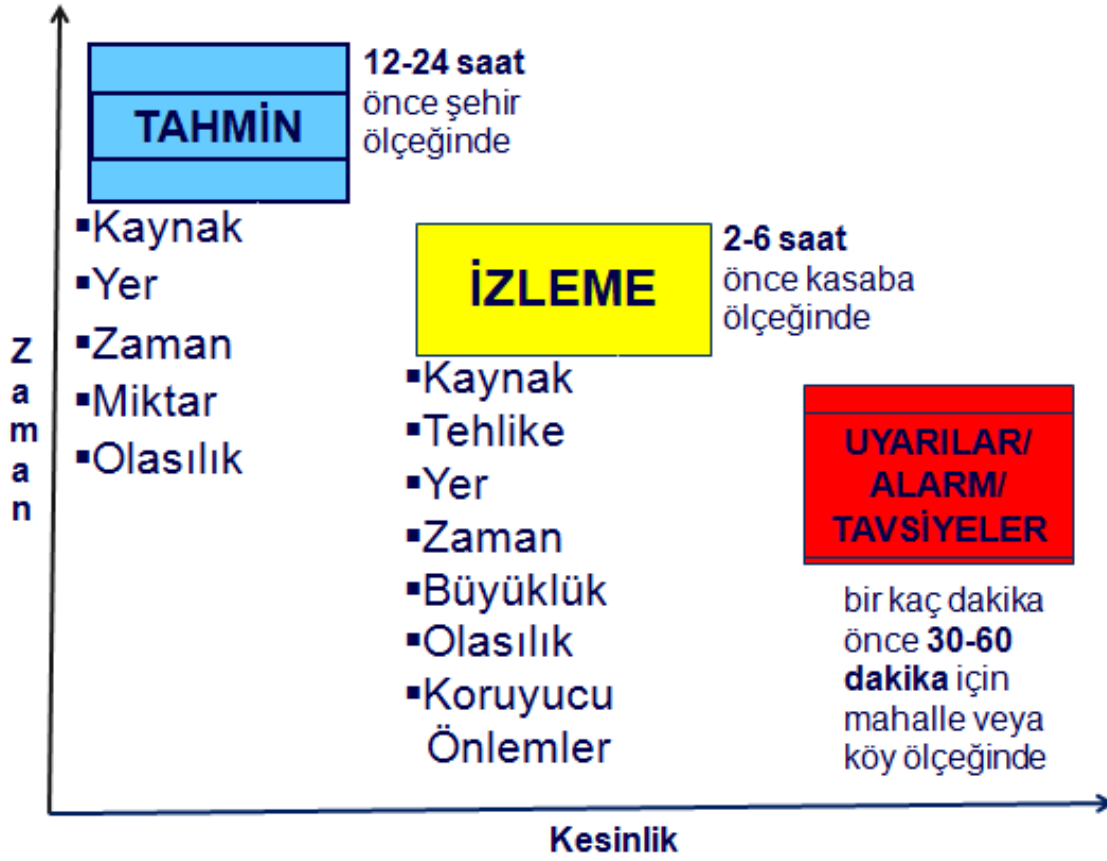
5.Tahmin ve Erken Uyarı

Modern toplumların doğru hava tahminine olan gereksiniminin giderek artmaktadır. Hava tahmini, meteoroloji mühendislerinin sokağa çıkmak isteyen insandan, uçağını kaldırmak isteyen pilota kadar hayatın her safhasında insanlara sunduğu en önemli üründür. Aynı zamanda, havayolları ve meyve yetiştiricileri gibi çeşitli endüstri kolları da, ağırlıklı olarak doğru hava tahminine muhtaçtırlar. Buna ek olarak; bina, baca, vb. yapısal dizayn ve birçok endüstriyel etkinlikler de atmosferik parametrelere göre belirlenmelidir...

Bütün bunlara rağmen, ülkemizde hava tahmini, hava tahmini başarı değerlendirilmesi, haftalık ve mevsimlik gibi uzun vadeli tahminler ve meteorolojik uyarılar konusunda önemli bir uygulama ve bilgi eksikliği bulunmaktadır.

Günümüzde, "tahmin ve erken uyarı sistemlerinin mevcut olmaması ya da doğru dürüst çalıştırılmaması sonucu" selde can vermek kabul edilebilir bir şey değil. Çünkü meteorolojinin birinci amacı, ülkede can ve mal güvenliğine katkıda bulunmaktır. Meteoroloji karakterli afetleri, deprem gibi diğer doğal afetlerden ayıran en önemli özellik, "Önceden Tahmin Edilerek Erken Uyarılarının Yapılabilmesi"dir. Bu özellikten yararlanarak, gelişmiş ülkelerin afet yönetim programlarının bir parçası olan meteorolojik tahmin ve erken uyarı, planlama ve eğitim ile kayıplarında önemli azalmalar sağlanmıştır (Şekil 11 ve 12).

Meteorolojide erken uyarı ise üç adımda yapılır. Birinci adım kısa vadeli hava tahminidir. Bu tahmin, 12-24 saat öncesinde şehir ölçeğinde yapılır. Tahminlerde kaynak, yer, zaman, miktar ve olasılık verilir (Şekil 11). İkinci adım (takip) gözetleme veya izlemedir. 2 ila 6 saat önce kasaba/köy ölçeğinde, yani noktasal yapılır (Şekil 12). Tahminde verilen bilgilere ilave olarak gözetlenen meteorolojik afetin olası şiddeti ve ona karşı halkın alması gereken önlemleri içerir. Meteorolojik uyarı ve ihbarlar gözetlenen meteorolojik afetin bir kaç dakika öncesinde 30-60 dakika için mahalle veya sokak ölçeğinde yapılır. İhbarların içeriği gözetleme ile aynıdır, fakat hemen eyleme geçilmesini ister.

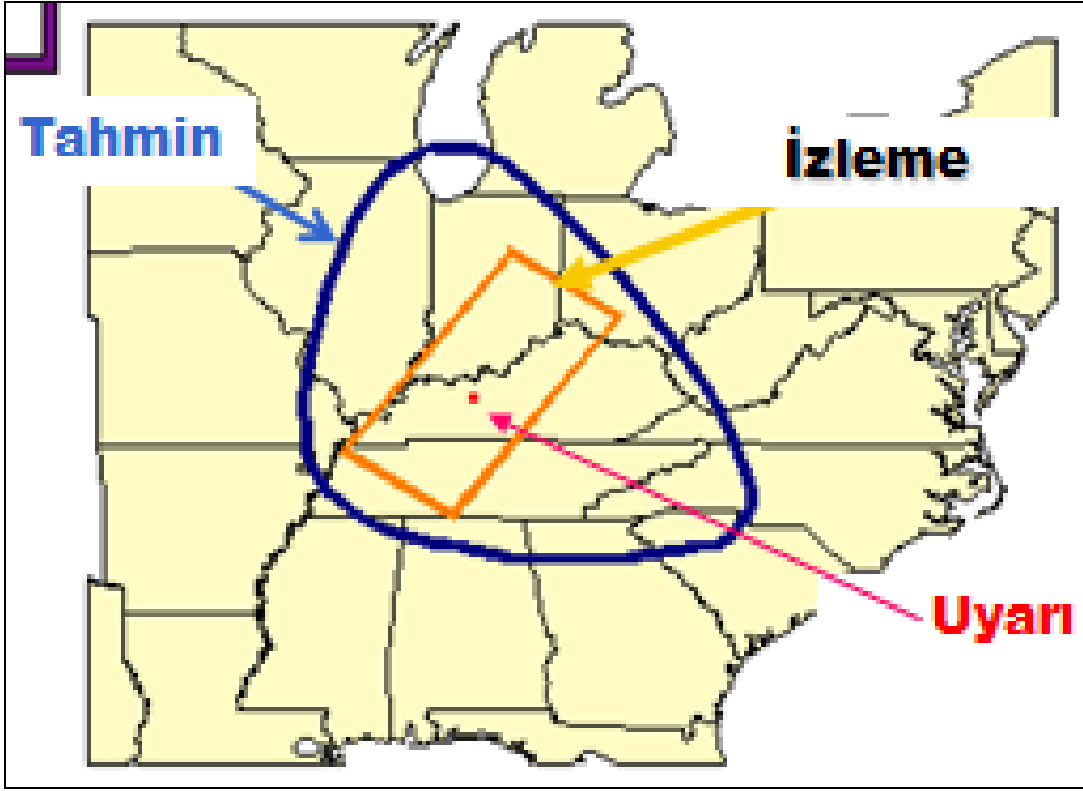


Şekil 11. Meteorolojik erken uyarının üç önemli aşaması ve bunların tanımları.

Hangi konuda olursa olsun, sadece “Kaynak, Yer, Zaman, Miktar ve Olasılık” gibi net ve nicel büyüklükler belirten kestirimlere *tahmin* denilir. Bir andaki hava durumundan faydalanarak, atmosferin ilerideki nicel durumunu belirlemeye de kısaca *hava tahmini* denir (Şekil 11). Ülkemizde olduğu gibi gerçekte hava tahminleri tek tip ve üç gün ile sınırlı değildir. Gelişmiş ülkelerde beş farklı periyot için halka sunulan hava tahminleri şunlardır:

0-12 Saatlik (çok kısa vadeli tahminler): Önemli ve yararlı niceliklerin öngörüsü yapılırlar. Tahminde (nereye, ne zaman, ne kadar, ne olasılıkla gibi) alansal ve zamansal detaylar verilir. Küçük ve kısa süreli yerel fırtınalar belirlenebilir. Cepheler ve büyük miktardaki yağışlar gibi olaylar 6 ile 12 saat arasında öngörülür. Kuvvetli dikey rüzgârlar ve düzensiz yağışlar ise birkaç saat içerisinde öngörülebilir. Bu tahminler meteorolojik afetlerde ve karla mücadelede de çok önemlidir.

12-72 Saatlik (kısa vadeli tahminler): Orta enlemlerdeki hava sistemlerinin oluşumu ve gelişimi, sıcaklık, yağış miktarı, bulutluluk ve hava kalitesindeki gelişmeler bu periyotta öngörülür. Ayrıca, şiddetli fırtınaların meydana geleceği alanlar ise 24 saatlik bir süre zarfında öngörülür.



Şekil 12. Meteorolojik tahmin, gözetleme ve erken uyarı alanlarının şematik gösterimi.

3-7 Günlük (orta vadeli tahminler): Büyük ölçekli hava sirkülasyonları, fırtınalar ve soğuk hava dalgaları birkaç gün öncesinden belirlenebilir. Bu periyotta ortalama sıcaklık ve yağışın normalinden olan sapmaları da tahmin edilir.

14 Günlük (uzun vadeli tahminler): Bu periyoda ortalama sıcaklıklar tahmin edilebilir. Ayrıca günlük ortalama sıcaklık ve yağışın normalinden olan sapmaları da tahmin edilir.

Aylık ve Mevsimlik Tahminler: Aylık ve mevsimsel sıcaklık ortalamaları ve bunların mevsim normallerine göre durumu belirlenir. Enerji, turizm ve tarım sektörü için önemlidir.

Ülke olarak, üyesi olduğumuz Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmini Merkezinin (European Center of Medium Range Forecast, ECMWF) ürünlerine aşırı ölçüde bağımlıyız. Bu nedenle, Türkiye’de dışarıdan alınan tahminlere göre şehirlerimiz için yeterli ölçüde nicel bilgiler içermeyen ve sadece 3-günlük olan hava tahmini bültenleri hazırlanabilmektedir.

Hava tahmini doğruluğu, hava tahmini becerisiyle ölçülür. Örneğin, Urfa’da yazın günlük hava tahmini yaptığınızı varsayın. Bugün yağış olmuyor ve sizin tahmininiz yarın için de 'yağış yok' diyor. Ertesi günü yağmur yağmadığını varsayın. Doğru bir hava tahmini yaptınız ama bunu yaparken hiçbir beceri gösterdiniz mi? Yazın Urfa’da yağmur yağması ihtimalinin de çok az olduğunu zaten biliyoruz; Günden güne yağmur yağmaması iyi bir şans. Bir hava

tahmininde, beceri gösterebilmek için verilen bölgede sadece aktüel bir havadan (sürekli) ya da normal havadan (iklimden) daha fazlası olmalıdır. Bundan dolayı 'Urfa'da ölçülebilen miktarda yağış olmayacak' şeklindeki açıklamalar doğru olacaktır. Fakat yazın hangi günlerin yağışlı olmayacağı değil; yağışlı olacağını tahmini için bir beceriye ihtiyaç vardır.

Hava tahmini başarısını (beceriye) değerlendirmek için değişik metotlar vardır. Bunlarda birinde puanlama golf oyununda olduğu gibi düşük kötü puanlar daha iyidir. Eğer sıcaklık tahmininiz 10 derece, fakat gözlenen 7 derece ise, tahmininizden 3 kötü puan alırsınız. Yağış tahmininde puanlama, verilen yağış miktarı ve yağış ihtimalinin yüzdesine dayanır. Eğer sizin tahmininiz doğru yağış miktarı kategorisinde ise hiç kötü puan almazsınız. Farklı her bir kategori için 5 kötü puan alırsınız. Tüm başarı değerlendirme yöntemlerinde, yağış tahminindeki başarı tahmin edilen yağış miktarına göre hesaplanır. Tahminlerde metrekareye düşecek yağış miktarı verilmezse yağış tahmini yapılmamış demektir. Maalesef ülkemizde her zamanki gibi ancak yağın yağıp ıslanan ıslandıktan sonra yağış miktarları söylenebiliyor.

Ülkemizin yer aldığı orta enlemlerde, genellikle ilkbaharın sonları ve yaz mevsiminin 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 (Şekil 4). Siklonlar ile birlikte cephe sistemlerinin hareketlerini ve oluşturdukları yağışı tahmin etmek, yerel şartların oluşturduğu sağanaklardan çok daha kolaydır. Uygulamada, 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.

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 adapte 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/İzleme" ihbarları yapılabilir (Şekil 12).

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. 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

ECMWF'in Türkiye için tahmin üreten nümerik modelleri, sahip oldukları büyük grid mesafeleri nedeni ile ani sellerin tahmininde yetersiz kalırlar. Bunun için ülkemizde hep "aniden başlayan kar, ya da sağanak yağış" gibi ifadeler kullanılır. Ayrıca, meteoroloji literatüründe yağışın, "etkili" ve "etkisiz" diye bir sınıflandırması yoktur. 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.

Ayrıca ülkemizin ECMWF'den temin ettiği gündelik hava tahminlerdeki hatalar, meteorolojik gözlemlerdeki eksiklik ve hatalar, sayısal modellerin sayısal noktaları arasındaki büyük mesafeler, sayısal hesaplardaki kûsurat yuvarlamaları, modellerin atmosferi ve atmosferdeki fiziksel olayları temsil etmedeki yetersizliği, Türkiye'nin bu modellerin hesap alanının kıyısında bulunması ve atmosferin kaotik yapısından kaynaklanabilmektedir.

Sık sık sağanak yağış ve fırtınalar ile ağaçlar yerlerinden sökülüp, otomobillerin sürüklendiği, kanalizasyonların taşıdığı, birçok ev ve işyerini su bastığı ve yaraları sarmak için büyük gayretler gösterildiği, özellikle Karadeniz Bölgesinde yaşayanlar sel ve sel afetinin farkındadır. Karadeniz Bölgesi, gerek büyük yağış miktarı, gerekse topografyasının dağlık, engebeli oluşu ve eğimin fazlalığı ile karakterize edilebilir. Bu nedenlerden dolayı bölgede yağışlar, hızla yüzey akışına geçerek kısa sürede sellere sebep olmakta. Bütün bunlara rağmen, Karadeniz Bölgesinde günümüzde hala yağış ağırlıklı olarak klasik gözlem ağı ile tespit edilmekte. Bu yağış istasyonları, tamamı yerleşim merkezlerinde konuşlandırıldığından, yağış havzalarını temsil etmekten çok uzaktır. Genellikle meteoroloji sellerden sonra ölçülen yağış miktarlarını, halka bildirebilmektedir. Ama sellerde örneğin, Trabzon Rize arasına düşen yağışın miktarını doğru dürüst söyleyememekteler.

Şu an bölgede hizmet veren az sayıdaki yağış istasyonunun verileri de gerçek zaman aralığında merkeze aktarılamamakta. Yine dere ve nehirlerdeki suyun debilerini ölçmek için bölgede işletilen birçok Akım Gözlem İstasyonları gereksiz nedenlerle kapatılmış. Bu nedenlerden dolayı, selleri önceden tespit edip kamuyu bilgilendirecek Sayısal Taşkın Modellerini de içeren Erken Uyarı sistemleri mevcut değil. Öncelikle ve çoktan İzmir, Antalya, Adana, Trabzon ve Rize gibi illerimiz meteoroloji radarlarının kapsamına da alınması gerekirdi.

5.2. Meteorolojik İhbarlar ve Erken Uyarı

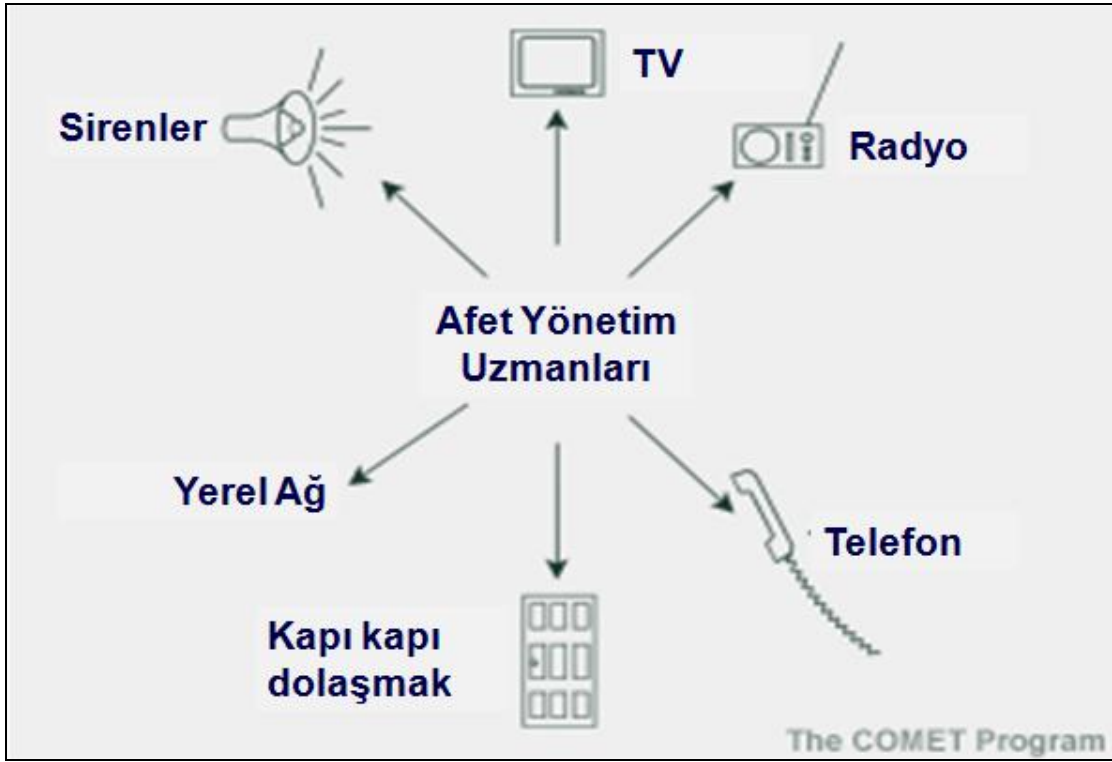
Ani sel gibi meteorolojik karakterli doğal afetlere karşı alınacak önlemler şüphesiz sınırlıdır. ABD ve Japonya gibi bu alanda teknolojileri gelişmiş ve imkânları geniş ülkelerde bile fırtınalar önemli hasara neden olabiliyor ve can kaybına yol açabiliyor. Ancak Türkiye'de görüntülü ve yazılı basın tarafından sadece bu ülkelerde 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.

Türkiye'deki sel ve taşkınlarda sel yataklarında olmaması gereken gecekondular veya modern binalar daha çok zarar görüyor ve oralarındaki gecekondularda yaşayan vatandaşlarımız can kaybına uğruyorlar. Bununla birlikte, büyük kentlerimizde, normal hava şartlarında dahi güçle 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 edilememesidir.

Sel ve çığ gibi meteorolojik afetlerin “nceden Tahmin Edilerek Erken Uyarılarının Yapılabilmesi”, deprem vb. diğer doğal afetlerden onları farklı kılan tek ve en önemli özelliktir. Bu özellikten yararlanarak, gelişmiş ülkelerin afet yönetim programlarının bir parçası olan meteorolojik tahmin ve erken uyarı ile can kayıplarında önemli azalmalar ve ekonomik zararlarda da önemli düşüşler sağlanmıştır.

Örneğin, gelişmiş ülkelerde doğru arazi kullanım politikaları, hidro-meteorolojik gözlem ağları, meteoroloji radarı, otomatik akım ve yağış istasyonları ve hidro-meteorolojik modeller ile doğru ve erken nehir/göl/deniz su seviye tahminleri ve uyarıları ile can ve mal kayıpları en aza indirgenebilmiştir.

Türkiye’de sel ihbarı “yağışlar yer yer etkili olacak” şeklinde kamuoyu aşırı yağışlar konusunda bilgilendirilmek suretiyle yapılmaya çalışılıyor. Ülkemizde sel nedeniyle hayatını kaybedenlerin sayısı artıyor, ama biz hala “Sağanak ve gökgürültülü sağanak şeklinde görülecek yağışların; ... çevrelerinde etkili olması beklendiğinden yaşanabilecek olumsuz şartlara karşı (sel, su baskını, dolu, heyelan vb.) ilgililerin ve vatandaşların tedbirli olması gerekmektedir.” demekten öteye gidemiyoruz.



Şekil 13. Afetlerde halka yönelik erken uyarı işlemlerinde kullanılabilen medya araçları ve diğerleri.

Böylece, Türkiye’de meteorolojik karakterli doğal afetlere karşı gelişmiş ülkelerde olduğu gibi tahmin, erken uyarı (Şekil 13), planlama ve eğitim ile etkin bir şekilde mücadele edilemeyişinden dolayı büyük kentlerimizde, normal hava şartlarında dahi güçlüklerle yürütülen

sosyo-ekonomik faaliyetler, kötü hava şartlarında büyük ölçüde aksamaktadır. Önceden halkın gerçek anlamda uyarılamaması ve yetkililerin bilgilendirilememesinden dolayı da, az bir kayıpla normale dönüşler kısa bir süre içinde mümkün olamamaktadır.

Gelişmiş ülkelerde halk genellikle sel ve çığ uyarılarında paniğe kapılma yerine, sel veya çığ oluşumu doğrulanana kadar tedbir almada gereğinden daha yavaş davranır (Şekil 1). Fakat örneğin, derelerin su seviyesi şiddetli yağışların başlamasından 1 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 oradan boşaltılması için en fazla bir saatlik bir süre vardır. Bu yüzden varsa buralara yerleşmiş insanlar, muhtemel bir selde bölgeyi en geç bir saat içinde boşaltabilmeleri için hazır olmalıdır.

Yine gelişmiş ülkelerdeki gibi ülkemizde de gerektiğinde, 2-aşamalı ve yerel ani sel ve fırtına ihbarları ve tavsiyeleri sırasıyla “Sel İzleme” (izleme alanında veya yakınında sel oluşma ihtimali var, hazırlıklı ol!) ve “Sel Uyarısı” (uyarı alanında sel şuan oluşuyor veya oluşması an meselesi, derhal önlem al!) şeklinde insanlarımız uyarılmıyor. Benzer şekilde tehlike bölgelerinde, en geç bir saat içinde boşaltabilecek şekilde gerekli olan Sivil Savunma ve/veya İl/İlçe Afet Acil Yardım Planları ve hazırlıkları da yapılmıyor.

Bu nedenle, gelişmiş ülkelerde sel, çığ, vb. için ihbarları iki aşamalı yapılır:

1. Tehlikeli hava şartlarından birini doğurmaya uygun hava durumlarında tehlikenin adı fırtına ise fırtına, sel ise sel, çığ ise çığ gibi verilerek büyük bir alan için, örneğin İstanbul’dan Antalya’ya kadarlık bir alan için, "Sel İzlemesi"nin (Flash Flood Watch) yapıldığı halka yazılı, görüntülü ve sözlü medya ile belirli aralıklar ile duyurulur. Şekil 12’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 65,000 km²’lik bir alan) hakkında bilgilendirilmiş olan insanlar artık gece uykularında gafil avlanmazlar. Böylece birinci aşamada büyük bir alanın meteoroloji tarafından Sel İzlemesine alındığı ilan edilir. Sel izlemesine 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 beklendiği zaman sel uyarısı yapıldığında dere yatakları gibi sel tehlikesine maruz bölgeler anında terk edilebilir. Sel izleme 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" (Flash Flood Warning) yapılır. Ayrıca meteoroloji, meteoroloji radyosu ve yerel yönetimler de sivil savunma sirenleri ile halkı uyarır (Şekil 13).

Böylece 1. Aşamada, Sel İzlemesine alınmış alan içerisinde sel tehlikesine maruz insanlar buldukları yerden daha güvenli bir yere birkaç dakika içinde kaçabilmek için, 2. Aşamada verilebilecek olan Sel Uyarısını hazır bir şekilde bekler. Sel uyarısı yapıldığında dere yatakları gibi sel tehlikesine maruz bölgeler anında terk edilebilir.

Ani sel tahmininde öncelikle gelecekteki hava durumu ve bu hava durumuna bağlı olarak gelişecek olan yağışın bilinmesi önemlidir. Sadece aşırı yağışlara neden olabilecek hava sistemlerinin geliştiği ve bu nedenle de sel ihtimalinin bulunduğu yerler **Sel İzlemesine** alınır.

Sel İzlemesindeki yerlerde nehir kıyılarında nehirlerin su seviyesini eşel, vb. ile gözleyen gözcüler (Şekil 14) 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 (Şekil 13).

Tahmine ve erken uyarıların yararlı olabilmesi için tahliye planları ve eğitimleri büyük önem kazanmaktadır. Örneğin, 17 Ağustos, 1969'da Tayfun Camille'de bir gurup genç tayfun tehlikesine ve tahliye emrine aldırılmaz ve "tayfun partisi" yapmaya karar verir. Ne de olsa, bir otelin üçüncü katında kendilerini güvende hissetmektedirler. Fakat bir an için sel sularında yüzen bir bayanın pencerelerinin önünden el sallayıp "imdat" diye bağıarak geçtiğini görünce işin ciddiyetini anlarlar.

Sel, vb.ine yönelik erken uyarı için ülkemizde de kapalı olsa bile uyarı verildiğinde kendiliğinden açılıp meteorolojik ihbarları veren özel meteoroloji radyolarına ihtiyaç var. Bilindiği gibi ülkemizde müzik ve hava durumu yayını yapan bir meteoroloji radyosu var. 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 ulaştırmakta. 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 izleme ve uyarılar yapılır. Meteorolojik uyarı verildiğinde, meteoroloji radyosu vericisinin bulunduğu 65 km'lik alanda özel hava radyoları (kapalı olsalar bile) özel bir ses tonu ile sinyal verir. 1994 Palm pazar günü, Alabama Kilisesinde bir hortum nedeniyle 20 kişiden fazla insanın ölmesi ABD Başkan Yardımcısı Al Gore'un hava radyolarının, (yangın) duman detektörleri 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 dağıtmıştır.

Önceden sel izleme 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 (Şekil 1). 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 aldırılmazlar. Bununla birlikte yağışlı bir gün için güneşli şekilde yanlış tahmin yapılması kamuoyunun hemen dikkatini çeker. Amerikalıların "Boy Who Cry for Wolf sendromu" (Yalancı Çoban 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 İzlemesine alınır. Sel İzlemesindeki 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 (Şekil 13). 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.

Gelişmiş ülkelerde meteoroloji istasyonları buldukları havzadaki selleri tahmin etmek ve gerekli uyarıları direkt olarak halka yapmakla yükümlüdür. Benzer şekilde sel, çığ, vb. için tahminlerin yapılabilmesi için ülkemiz de nehir bölgelerine (ya da su havzalarına) ayrılmalı ve DMİ'nin bu bölgelerdeki istasyonları nehirlerin su seviyelerini de sürekli olarak tahmin ederek, sel tehlikesini hiç bir bürokratik işleme de ihtiyaç duymadan uygun bir şekilde halka duyurabilmelidir.

Türkiye'de meteoroloji istasyonları da hava bazında kurulmalı. Su, toprak ve hava durumu havza bazında değerlendirilip sel tahminleri yapılmalıdır. 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.

Şiddetli fırtınalar ve bunlar ile birlikte oluşan hortum, dolu, yıkıcı rüzgârları, ani selleri ve yıldırımını anlamak, tespit etmek ve öngörmek, Ulusal Şiddetli Fırtınalar Laboratuvarları, Ulusal Meteoroloji Teşkilatları ve üniversitelerin Meteoroloji ve/ya 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, Şiddetli Kar, Tipi ve Kuvvetli Rüzgâr Gözlem ve Uyarılarını bir kamu kuruluşu olarak tek başına yapar.

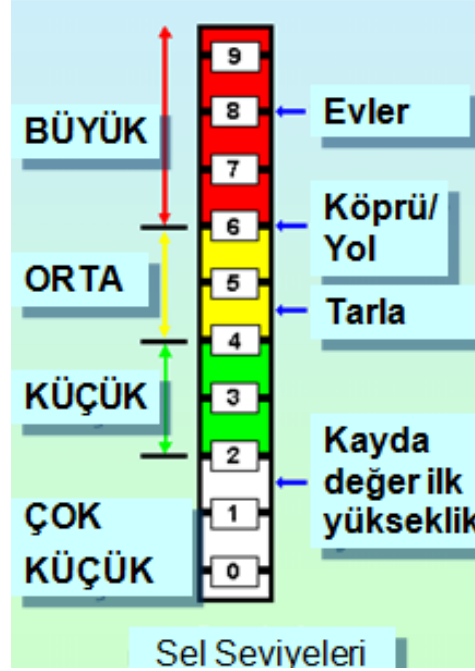
ABD ve İngiltere'dekine benzer şekilde tüm dünyada yağışların sele neden olup olamayacağını tahmin edebilecek kuruluş Ulusal Meteoroloji Teşkilatıdır. Bunun için yurt dışındaki ulusal meteoroloji teşkilatları, örneğin, bulut içerisindeki yağışa dönüşebilir su miktarını hesaplayabilen, geçmişteki selleri analiz edebilen, modern sinoptik-dinamik yöntemler yanında mezo-ölçekte hava analizi yapabilen elemanlar ile donatılmıştır. Benzer bir şekilde, ülkemizde meteorolojinin görevleri, çalışanlarda aranan meslek standartları, istasyonların yerleri ve alt yapısı ona göre düzenlenmelidir.

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.

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 etütlerinin yapılması ve benzer olayların tekrarında onları çok önceden teşhis edebilmekte kullanılacak ipuçlarının belirlenmesi gerekir. Bunun için daha önceleri Türkiye'de sel ve taşkınlarla neden olan yağmur fırtınalarına ait hava sistemleri sürekli ve bilimsel araştırmalara tabi tutulmalıdır.

Bütün bunlar gerçekleşene kadar, Türkiye'de yerel yönetimler sık sık taşın akarsuları "sel gözcüleri" ve bir eşel yardımıyla takip edebilir (Şekil 14). Akarsuyun bir kısmında su seviyesi

hızla yükseldiği durumlarda derenin aşağı kısımlarındaki insanlar tahliye edilmelidir. Sel, vb., afetlerde geçici barınak olarak kullanılabilirleri için okullar, mutlaka güvenli yerlere sağlam inşa edilmelidir...



Şekil 14. Halk arasından seçilmiş “sel gözcüleri”nin akarsulara yerleştirilmiş eşeller üzerinde su seviyesinin ne anlama geldiğini belirlemesine yönelik bir örnek.

6. Sonuç

Türkiye orta enlemlerde sel, heyelan ve çığ tehlikesine açık bir ülkedir. Fakat daha çok kriz merkezleri, kriz masaları, vb. gibi afet sonrasında yönelik kriz yönetimi ile bu afetler ile mücadele etmeye çalışmaktadır. Sonuç olarak Türkiye’de meteoroloji karakterli veya hidro-meteorolojik olaylar sık sık birer afete, dönüşerek gelişmiş ülkelere nazaran çok daha fazla insan ve ekonomik kayıplara neden olması ile birlikte, geçerli çözümler de geliştirilememektedir. Bu nedenle, modern afet yönetimi sistemi dâhilinde, sel, heyelan ve çığ için Kayıp ve Zarar Azaltma, Hazırlık, Tahmin ve Erken Uyarı, Afetler ve Etki Analizi gibi afet öncesi korumaya yönelik olan çalışmalara öncelik vermeliyiz. Diğer bir deyişle, sel, heyelan ve çığ ile mücadelede Türkiye risk yönetimine geçmelidir.

Ülkemizde de eskiden, örneğin, yağın yağmur ve erimiş kar akımları su toplama alanlarına herhangi bir müdahale ve afete neden olmaksızın serbestçe akıp gidebiliyordu. Günümüzde ise, çoğalan nüfusun, çarpık sanayileşme ve şehirleşmenin ve kırsal kesimdeki bilinçsiz yerleşimin sonucu olarak aşırı yağış, çığ, heyelan vb. doğa olaylarına daha fazla maruz kalmaktayız. Maalesef ÇED raporlarına meteorolojik bilgiler birer dolgu malzemesi olarak konulmakta, bu konuda meteorolojik etütler ve yorumlar uzmanlarınca yapılmamaktadır.

Böylece, birçok vatandaşımız plansız ve birçok tehlikeye dikkat etmeksizin imara ve tarıma açılan sel ve çığ yataklarına yerleşmiştir. Sonuç olarak, bir doğa kanunu olan sel gibi, meteorolojik olayların afetlere dönüşmesi özellikle son yıllarda giderek artan bir şiddette ve sıklıkta meydana gelmektedir. Bu nedenlerden dolayı;

Türkiye’de şiddetli yağışların sel, çığ ve heyelan afetine dönüşmesi risk yönetimi ve şehir planlaması ile engellenmeli: Bilindiği gibi ülkemizde şehir vb. yerleşim yerlerinin seçiminde, yerleşim kararlarının alınmasında ve şehir planlamasında meteorolojik şartlar da yeterince göz önüne alınmamaktadır. Sel ve çığ yataklarına yerleşmiş birçok vatandaşımız hiçbir uyarı, vb. olmadan hayatını kaybetmiş ve kaybetmektedir. Artık ülkemizde, şehir planlamaları, sanayi ve yerleşim bölgelerinin seçimi, vb. problemlerin disiplinler arası çalışmaları gerektirdiği bilincine varılmalı ve gerekli meteorolojik etütler de zorunlu tutulmalıdır. Küresel iklim değişimi, ülkemizdeki plansız yerleşimler, yetersiz alt yapı, vb. nedeniyle, sayısı ve şiddeti her gün artan seller ile yüzleşmekteyiz. Artık ülkemizde sel, vb. ile mücadele de sadece yapısal ve mühendislik yaklaşımlarını uygulamak yetmez. Bütün bunların yanı sıra, sel yatağı zonları/kamulaştırma/yasalar, rölekasyon ve yeniden iskân etme, özel kullanım ve yapı izinleri, nehirlere ait sulak alanların geri verilmesi, afet yönetimi ve sel sigorta gibi yapısal olmayan yöntemlerin de gerektiği gibi kullanılması şart.

Bunun için de akarsu havzaları içinde büyüyen yerleşimler, açılan yeni yollar ve kurulan yeni tesisler, elverişsiz tarım yöntemleri ile toprakların yoğun bir şekilde kullanılması, akarsu ve derelerin yatakları içinde veya mücavirindeki taşkın riski taşıyan alanların iskâna açılması, daha önce inşa edilmiş taşkın tesislerinin üzerlerinin kapatılması, açık mecraların kapalı mecralara dönüştürülmesi sonucunda büyük boyutlarda sel zararlarına neden olunması engellenmeli. Heyelan, sel ve çığ yataklarındaki yerleşimler de en kısa zamanda daha uygun yerlere taşınarak zarar/riskler ortadan kaldırılmalı. Bundan sonra, şehirlerin imar, vb. planlar hazırlanıp yenilenirken, sel, çığ ve heyelan yatakları ayrıntılı bir şekilde belirlenip buralarda yapılaşmaya kesinlikle izin verilmemelidir.

Ülkemizdeki meteorolojik tahmin ve erken uyarı hizmetleri Dünya standartlarına çıkartılmalı: Erken uyarı, vatandaşlarımızın tehlikelere karşı, zamanında ve gerektiği gibi davranmalarına imkân tanıyacak şekilde yapılmalı. Yerleşim yoğunluğu ve nüfus artması ile seller sonucunda meskûn bölgelerde misli görülmemiş zararlar meydana gelmekte. Yerel idarecilerin bu konuda doğru kararlar alabilmesi için, o yerin meteoroloji, hidroloji, topografya, morfoloji, bitki örtüsü vb. gibi faktörleri de hesaba alarak, değişik sürelerde ortaya çıkabilecek yağış şiddetlerinden yararlanarak gelecekteki sel veya taşkınlardan, sel yataklarında ortaya çıkabilecek yüzeysel su derinliklerinin önceden belirlenip bildirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, sel, vb. meteorolojik afetlerin belirlenmesi, izlenmesi ve gerekli uyarıların yapılabilmesi için öncelikle gelişmiş ülkelerde olduğu gibi hava tahminlerini “Kaynak, Yer, Zaman, Miktar ve Olasılık” belirtilerek; meteorolojik ihbarlar ise “Kaynak, Tehlike, Yer, Zaman, Büyüklük, Olasılık ve Koruyucu Önlemler” tek tek belirtilerek verilebilmesi için gerekli olan düzenlemeler acilen yapılmalı. Kapalı olsa bile tehlike anında verilen meteorolojik uyarıları otomatik olarak açılıp yayın yaparak duyuran özel el radyolarının ülkemizde de kullanıma girmesi sağlanmalı.

Geçmişte yaşanan afetlerden dersler alınmalı: Ülkelerin gelişmişlik düzeyi, afetlerden sonra yaraları sarmaya çalışmaktan ve ekstrem meteorolojik olayları hayali şeyler ile

açıklamak ile oyalanmaktan çok, her felaketten alınan ders, onları mümkün olduğunca önlemeye, can ve mal kayıplarımızı en aza indirmeye yönelik önceden yapılan hazırlıklar ve çalışmalar ile doğru orantılıdır. Ayrıca şimdiye kadarki sellerde rol oynayan tüm yağışlar normal atmosferik sistemler tarafından oluşturulmuş ve bu böylece oluşturulmaya devam edecektir. Türkiye’de bir selin neden olduğu ve olacağı ekonomik kayıp, gelişmiş ülkelerdeki gibi, yeterli sayıda meteoroloji mühendisinin istihdamından, bilimsel çalışmaların yapılmasından ve gerekli tedbirlerin alınmasından, çok daha fazladır. Bunun için öncelikle aşağıdaki soruların yanıtı aranmalıdır:

- Geçmişteki sellerden ne tür dersler alındı?
- Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi nehirlerimizde erken uyarı sistemleri kurulu mu?
- Toprağın durumunu, yağmış ve yağacak olan yağışın miktarlarını belirleyip tahmin eden ve nehir sularındaki yükselmeyi bir bütün içinde sürekli olarak takip edip sel ihbarlarını günler öncesi yapacak şekilde donatılmış ve görevlendirilmiş bir kamu kurum veya kuruluşumuz var mı?
- Dünya’da bizden başka, yağın yağışı bir kamu kurumu, akışa geçen yağışı ise başka bir kamu kurumu ölçen kaç ülke var?
- Nehir, dere yatakları ve göl kıyıları ülkemizde hala imara ve yerleşime açık mı, değil mi?
- Ülkemizde kaç tane nehir veya dere doğal yatakları içinde akabiliyor? Şehirlerde yağmur suyunu tahliye edebilecek alt yapı var mı?
- Selden önce, sel anı ve selden sonra halkın ne yapacağına dair eğitici bir broşür var mı?
- Ders kitaplarında meteoroloji ve meteorolojik afetler ile ilgili doğru ve yeterli bilgi var mı?
- Türkiye’de kaç çiftçi ve işyeri sahibi sel, dolu, don vb. meteorolojik afetlere karşı sigortalı?
- Özel ve resmi yerel TV ve Radyo’ların bir merkeze bağlı olarak "Afet Anında Zorunlu Yayın" yapmaları mümkün müdür?
- Radyo ve TV’lerimizde hava durumunu kimler, nasıl ve kaç dakika içinde sunuyor?
- Kamu kurum ve kuruluşlarında kaç tane meteoroloji mühendisi çalışabiliyor?
- Devletin “meteoroloji mühendisi” diye bir kadrosu var mı...?

Ayrıca;

1. Türkiye’de, hidrolojik ve meteorolojik hizmetler bir an önce tek bir çatı altında toplanmalı hava, su, iklim ve afet hizmetlerinde köklü bir reforma gidilmelidir. Bunun için de öncelikle, ülkemizde havza ölçeğinde toprağın nem durumunu, kar örtüsünü, fırtınanın etkili olma süresini, yağmış ve yağacak olan yağışın miktarlarını vb. belirleyip tahmin eden ve nehirdeki akışı ve değişimleri sayısal modeller ile bir bütün içinde sürekli olarak takip edip sel, heyelan, çığ ve kuraklık ihbarlarını yapacak şekilde donatılmış ve görevlendirilmiş, “Hidrometeoroloji Enstitüsü” gibi bir teknik kurum oluşturulmalı.
2. Hidrometeoroloji Enstitüsü, “Türkiye geneli, Türk Hava Sahası ve Denizlerinde can ve mal güvenliğini sağlar ve ulusal ekonomiyi kuvvetlendirmek için meteorolojik, hidrolojik (su) ve iklimle ilgili tahminler ve uyarılarda bulunur; meteorolojik, hidrolojik ve iklim verilerini ve veri tabanlarından üretilen bilgileri kamu ve özel sektöre ait kurum ve kuruluşlar, kamuoyu, özel ve tüzel şahısların kullanımına sunar.” şeklinde görevlendirilmeli ve organize edilmelidir.
3. Doğru bir şekilde ihbarlar yapabilmek için, gözlenen meteorolojik özelliklerin neye işaret ettiği ancak daha önceki afetlere ait bilgilerin akademik seviyede bilimsel olarak değerlendirilmesiyle mümkündür. Sağlıklı bilimsel çalışmalar yapılabilmesi için de gerçek

anlamda bir kurum-üniversite işbirliği şarttır. Ayrıca, ülkemizde bir “Fırtına Veri Tabanı” oluşturup bilimsel çalışmalarda kullanılacak olan tüm verileri üniversitelere ücretsiz olarak sunup bilimsel çalışmalar teşvik edilmelidir.

4. Eğitim, afetlerle mücadelenin ve afet zararlarını azaltmanın temel unsurudur. Özellikle ülkemizde hazırlık ve zarar azaltma evresinde eğitim ile ilgili faaliyetler denildiğinde, operasyonel unsurlar, özellikle arama kurtarma grupları ile ilgili faaliyetler ve bu grupların sertifikalı hale getirilmesi düşünülmektedir. Bu anlamda yalnız müdahaleye yönelik ekiplerin eğitimi değil, (depremde olduğu gibi) hidro-meteorolojik afetler öncesi, anı ve sonrasında yapılması gerekenler konusunda da sürekli olarak halkın eğitilmesi gerekir. Ayrıca, ilk ve orta öğretim ders kitaplarındaki hidro-meteorolojik afetler ile ilgili bilgilerin bu işin uzmanlarınca, doğru ve yeterli bir şekilde verilmesi gerekmektedir.
5. Ayrıca, şehirlerin İmar Planları hazırlanıp yenilenirken, heyelan bölgeleri, sel ve çığ yatakları hidro-meteorolojik analiz ve modeller ile ayrıntılı bir şekilde belirlenip buralarda yapılaşmaya kesinlikle izin verilmemelidir.

Kaynaklar

- Akman, N., İskender, H., Kadioğlu, M., Kapdaşlı, I., Ural, D. (2001) Gönüllü Kaynakların Geliştirilmesi, İTÜ Afet Yönetim Merkezi Yayınları, İTÜ Press, İstanbul.
- Akman, N., Ural, D. (2001) Afete Dirençli Toplum Oluşturma Seferberliği, İTÜ Afet Yönetim Merkezi Yayınları, İTÜ Press, İstanbul.
- Borhan, Y. ve Kadioğlu, M. (1998) Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindeki Çığların Sinoptik Analizi. *Tr. J. of Engineering and Environmental Science*, 22, 345-352.
- İbrahim, G. (2004) “Hidrolojik Afetler Kapsamında Türkiye’de Kar ve Çığ Afetlerinin Tahmini ve Erken Uyarılması Konusunda Yapılan Çalışmalar”, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 22 Mart 2004 Dünya Su Günü Hidrolojik Afetler Panel Konuşması.
- Kadioğlu, M. (Editör) (2001) Kuraklık Kıranı. Güncel Yayıncılık, İstanbul, 128.s.
- Kadioğlu, M. (2005) Afete Hazırlık ve Afet Bilinci Eğitiminde Verilen Mesajların Standardizasyonu. Deprem Sempozyumu Kocaeli 2005, 23-25 Mart, 2005. Kocaeli Üniversitesi, Veziroğlu Kampusu Yer ve Uzay Bilimleri Araştırma Merkezi.
- Kadioğlu, M. (2005) Afete Hazırlık Eğitim Çalışmaları, 3. İstanbul ve Deprem Sempozyumu, s. 229-250. TMMOB İnşaat Müh. Odası İstanbul Şubesi, 9-10 Haziran 2005, İTÜ Mustafa Kemal Amfisi, İstanbul.
- Kadioğlu, M. (2006) Afetler Konusunda Kamuoyunun Bilinçlendirilmesi ve Eğitim; Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., eds., 2. baskı, "Afet Yönetiminin Temel İlkeleri" içinde; s. 67-80, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 1, Ankara.
- Kadioğlu, M. (2006) Kurum ve Kuruluşlar için Afet Acil Yardım Planı; Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., eds., 2. baskı, "Afet Yönetiminin Temel İlkeleri" içinde; s. 101-108, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 1, Ankara.
- Kadioğlu, M., İ. Gürkaynak, H.A., Poydak (2004) KIZILAY ile Güvenli Yaşamı Öğreniyorum – Öğrenci Kitabı, Türkiye Kızılay Derneği, Ankara, ISBN-975-92079-1-5.
- Kadioğlu, M., İ. Helvacıoğlu, N. Okay, A. Tezer, L. Trabzon, H. Türkoğlu, Y.S. Ünal, R. Yiğiter (2005) Okullar İçin Afet Yönetimi ve Acil Yardım Planı Kılavuzu, Mayıs-2005, İTÜ Afet Yönetim Merkezi Yayınları, İTÜ Pres.
- Kadioğlu, M., İskender, H. (2001) Acil Durumlarda Basın ve Halkla İlişkilerin İlkeleri, İTÜ Afet Yönetim Merkezi-İTÜ Press Yayınları, İstanbul.

Seval Sözen ve Filiz Piroğlu (1999) Acil Durum Yöneticileri için Zarar Azaltma Yöntemleri, İTÜ Afet Yönetim Merkezi Yayınları, İTÜ Press.

Şener, S. M., Tezer, A., Kadioğlu, M., Helvacıoğlu, İ., Trabzon, L. (2002) Ulusal Acil Durum Yönetimi Modeli, İTÜ Afet Yönetim Merkezi Yayınları, İTÜ Press, İstanbul.

MMO, (1999) Meteorolojik Karakterli Doğal Afetler ve Meteorolojik Önlemler Raporu, TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası. 61 s.

Türkoğlu, H., Yiğiter, R., (2001) Acil Durum Planlaması, İTÜ Afet Yönetim Merkezi Yayınları, İTÜ Press, İstanbul.

IPCC, 2001: The Global Climate of the 21st Century WG I (Science) Summary for Policy-Makers, Third Assessment Report.

Kadioğlu, M., 2001: Küresel İklim Değişimi ve Türkiye: Bildiğiniz Havaaların Sonu, Güncel Yayıncılık, 3.ü Baskı, İstanbul.

Ahrens, C.D., 1988: Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment, 3rd edition, St. Paul: West Publishing Company, p. 581.

AMS Policy Statment – Weather Analysis and Forecasting, 1998: <http://www.ametsoc.org/POLICY/statewaf.html>

Weather Analysis and Forecasting, Summary, http://wps.prenhall.com/esm_lutgens_atmosphere_9/0,7475,632338-,00.html