



COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Akıllı Şehir Rehberlik Uygulamaları Projesi

BUZLANMA VE TAŞKIN UYARI SİSTEMLERİ UYGULAMASI

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

Tüm hakları saklıdır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın izni olmadan bu belgenin hiçbir kısmı elektronik ya da mekanik yollarla (fotokopi, kayıtların ya da bilgilerin arşivlenmesi, vs.) çoğaltılamaz.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

BUZLANMA VE TAŞKIN UYARI SİSTEMLERİ REHBERLİK KILAVUZU

Bu kılavuz, akıllı şehir uygulamalarından olan “Buzlanma ve Taşkın Uyarı Sistemleri” kurmak isteyen kurum ve kuruluşlara, projenin geliştirme ve uygulama aşamalarında destekleyici rehber doküman olması amacıyla hazırlanmıştır.

Kılavuzda uygulamaya yönelik bir vaka üzerinden aşamalı ve detaylı olarak açıklama yapılmıştır.

Rehberlik kılavuzu ile uygulamanın projelendirilmesine ve fizibilite çalışmalarının yapılmasına destek olunması hedeflenmektedir.

1. Uygulamanın Tanımı

Akıllı uyarı sistemleri, afetlerin önceden tahmin ve hesaplamalarını yaparak alanların zamanında tahliye edilmesi veya kapatılması için alarm verir. Bu sistemler afet tehlikelerini doğru bir şekilde analiz ederek risk parametrelerini belirler. Amacı, afet öncesinde belirlenen kriterlere göre tahminler yaparak olası afetlere karşı önlem almak ve felaketlerle yüzleşmeye hazırlıklı olmaktır. Bu şekilde zarar ve kayıpların azaltılması, yaşam kalitesinin sürdürülmesi hedeflenir. Bu sistemler, afet senaryoları oluşturarak risk ve zarar azaltma çalışmalarına katkı sağlar. Böylece tehlike altındaki bölgeler uyarılarak tahliye edilir ve ölümlerin/kayıpların azaltılmasında önemli rol oynar.

1.1. Projenin Adı, Uygulama Yeri ve Süresi

- Projenin adı belirlenir.
- Projenin uygulama alanı, büyüklüğü ve yapısı belirlenir.
- Proje süresi belirlenir.
- Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamındaki Proje Fişleri hazırlanır.

Örnek Vaka	
Proje Adı	Buzlanma ve Taşkın Uyarı Sistemleri Projesi
Uygulama Alanı	1000 Ha yerleşim alanı – 200.000 kişi
Proje Süresi	Uygulamanın bir yılda tamamlanması öngörülmektedir.

Akıllı Şehir Proje Fiş, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamında hazırlanmış olup dokuman www.akillisehirler.gov.tr adresinde yayınlanan Akıllı Şehir Bilgi Paylaşım Portalı'ndan erişilebilmektedir.

1.2. Proje Teknik Bileşenleri

Proje kapsamında önerilen çözüm donanım altyapısı, yazılım altyapısı ve uygulama yazılımları başlıkları altında detaylandırılmaktadır. Projenin teknik bileşenlerini oluşturan bu detaylara aşağıda yer verilmiştir:

- Taşkın erken uyarı sistemi
- Buzlanma erken uyarı sistemi
- Coğrafi bilgi sistemleri
- Radar sistemleri
- Yer istasyonları
- Sensörler
- Karar destek sistemleri

1.3. Proje Girdileri

Veri ve verinin kalitesi, bu projelerde geliştirilecek sistemlerin en önemli faktörüdür. Analiz edilecek verinin ilgili kurumlardan ya da saha operasyonları ile toplanması gerekmektedir. Bu sebeple, her sistemin ortak kullanabileceği veri setleri bulunmaktadır. Bu veri setleri aşağıdaki gibidir:

- Adres verisi
 - Bina verisi
 - Cadde, Bulvar, Sokak, Meydan Verisi
 - Kapı Numarası Verisi
 - İl verisi
 - İlçe verisi
 - Mahalle verisi
- Yapı Ruhsatı verisi

Türkiye'de veri toplama, işleme ve dağıtma yetkisi T.C. İçişleri Bakanlığı, Nüfus ve Vatandaşlık İşleri'ndedir. MAKS (Mekânsal Adres Kayıt Sistemi) projesi ile ülkenin mekânsal adres verileri 2015'ten bu yana toplanıp güncellenmektedir. Veri paylaşımı web servisleri üzerinden gerçekleştirilir.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Genel Müdürlüğü'nün ortofoto çekimi ve üretimi projesi ile altlık verileri temin eder. Ayrıca yerleşim planları ve kararları e-Plan Otomasyon Sistemi'nden servis edilerek sisteme entegre edilir.

T.C. Orman ve Tarım Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden meteorolojik bilgileri (sıcaklık, yağış vb.) içeren tahmin ve erken uyarı sistemleri için verileri web servisleri aracılığıyla alır. Bu veriler anlık olarak çekilir ve işlenir, tahmin ve erken uyarı için önem taşır.

Diğer gerekli veri setleri ilgili kurumlar veya saha operasyonlarıyla toplanır. Bu veriler analizler ve haritalar oluşturmak için kullanılır ve sonuçlar karar alıcıların kullanımına sunulur.

1. Akıllı Uyarı Sistemleri

a. Taşkın Erken Uyarı Sistemi (TEUS):

- i. Tarihi taşkın verileri (DSİ)
- ii. Tarihi meteorolojik veriler (Meteoroloji genel Müdürlüğü)
- iii. Dere kesit verileri (DSİ)
- iv. Risk haritaları
- v. Sensör verileri: akım ve debi verisi
- vi. Yükseklik verisi

b. Buzlanma Erken Uyarı Sistemi (BEUS):

- i. Yol tipi
- ii. Sensör verisi: sıcaklık verisi
- iii. Ulaşım ağı

1.4. Beklenen Çıktılar

Buzlanma ve Taşkın Uyarı Sistemleri projesi ile ilgili beklenen çıktıları aşağıdaki gibi listelenmiştir:

- Geliştirilen Akıllı Uyarı Sistemleri yazılımları ve uygulamaları ilgili kurumlar için hazır hale getirilip sunulacaktır.
- İleri bilişim teknolojileri aracılığıyla büyük veri kümeleri analiz edilerek, kentin daha güvenli hale gelmesi amacıyla önceden tahmin yöntemleri kullanılacaktır.
- Afet öncesinde olayın tüm yönleriyle izlenebilmesi ve doğru bir şekilde durum değerlendirmesi yapılmasına imkân sağlanacaktır.
- Taşkın ve sel gibi afetlerde gerçekleştirilecek analizlerle önceden hasar riski taşıyan bölgeler belirlenip gerekli müdahale planları oluşturularak kentsel dönüşümle sağlıklı yaşam alanları oluşturulması hedeflenmektedir.
- Tehditlere karşı anlık bilgilendirme ile bölge halkının farkındalığı artırılabilecektir.
- Her bir sistemden elde edilen paylaşıma uygun veriler, şehirdeki ilgili paydaşlar, akademisyenler ve halkla açık veri politikasına uygun bir şekilde paylaşılacaktır. Verilere erişim kolaylığı ve şeffaflık sağlanarak, kurumlar arası iş birliği teşvik edilecektir.

- Acil durum ve afetlere karşı gerçekleştirilecek operasyonlar, yetkililerin koordinasyonunda etkin, hızlı ve doğru bir şekilde yürütülecektir. Mevcut ve tahsis edilen kaynaklar etkili bir biçimde kullanılacaktır.

1.5. Projenin performans göstergeleri

Buzlanma ve Taşkın Uyarı Sistemleri projelerinin performans göstergeleri aşağıdaki gibidir:

- Akıllı erken uyarı sistemlerinin oluşturulması için afet türlerine göre gerekli sensör, cihaz ve ekipman gereksinimleri ile kurulacağı uygun bölge ve/veya alanların belirlenmesi.
- Projenin sonuna kadar erken uyarı sistemleri ile ilgili sensör, cihaz veya saha ekipmanlarının altyapılarının hazır edilmesi
- Projenin sonuna kadar standardizasyonu ve güncelliği sağlanan acil durum verilerinin sisteme aktarılması
- Sel, taşkın ve buzlanma için erken uyarı sistem verilerinin entegrasyonun sağlanması
- AFAD, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve Belediyeler ile entegrasyonun projenin sonuna kadar yapılması
- Taşkın ve sel etkilerinin değerlendirilmesi ve acil müdahale planlarının oluşturulması kapsamında TAKBİS ve MAKS ile veri entegrasyonunun sağlanması, olası bir acil durumda malik bilgilerine ulaşılması
- Mevcut risk haritalarının sisteme entegrasyonu
- Risk Alanları ile ilgili verilerin toplanması
- Proje sonuna kadar saha ve merkez arasında veri iletişim altyapısının oluşturulması
- İlgili kurum ve kuruluşlarla entegrasyon detaylarının belirlenmesi ve gerçekleştirilmesi
- Proje sonunda akıllı erken uyarı sistemlerinin devreye alınması
- Projenin sonunda afet ile ilgili senaryoların çalıştırılıp, sel, taşkın ve diğer afet hasar verilerinin sunumunun sağlanması

2. Proje Kapsamı ve Gerekçe

2.1. Proje Kapsamı

Günümüzde yerleşim yerlerini etkileyen afetlerin olası etkilerinin önceden belirlenmesi ve zararın azaltılması amacıyla akıllı erken uyarı sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Afet sonrasında oluşacak olan can ve mal kayıplarının en aza indirilmesi afet öncesinde riskin tespiti ve zarar azaltma çalışmaları ile yapılmaktadır. Akıllı Uyarı Sistemleri; tehlikeli olaylar meydana gelmeden önce tehlikenin öngörülmesi, tahmin edilmesi, izlenmesi ile riskin değerlendirilerek afet risklerini en aza

indirmek için hızlı bir şekilde harekete geçilmesini sağlayan sistemlerdir. Bu sistemlerde en önemli faktör; verilerin hızlı bir şekilde toplanarak, analiz edilmesi ve riskin belirlenerek izlenmesidir. Risk faktörleri belirlendikten sonra uyarı şeklinde ilgili kurumlara bildirilerek, tehlikenin en aza indirgenmesi için önlemler alınmalıdır. Deprem, tsunami, sel ve yangın gibi doğal afetler için bu sistemler dünyada kullanılmaktadır.

2.2. Proje Gereçesi

Akıllı Uyarı Sistemleri, akıllı şehirlerde uyarlanarak afet ve acil durumlar için hazırlıklı olmayı ve potansiyel zararları azaltmayı hedefler. Bu sistemler, olayların gerçekleşmeden önce olasılıklarını analiz ederek önlem alınmasını sağlar. Temel amaçları, olası risklere karşı önlem almak ve olası zararları minimize etmektir. Böylece bölge halkı şehir içi karmaşıklıklara hazırlıklı olabilir ve yetkililer kaynakları etkili bir şekilde yönetebilir. Afetlerle etkili bir şekilde başa çıkabilmek için önceden gerekli tedbirleri almak büyük önem taşır. Afetler öncesinde hesaplamalar yapılarak olası sonuçlar belirlenir. Afet sonrasında ise can ve mal kayıpları en aza indirgenir, gerekli planlar ve politikalar oluşturulur. Bu yolla yüksek değerli akıllı uyarı sistem projeleri geliştirilerek, afet öncesi müdahaleler sağlanır.

Amaçlar:

- Afetler yüzünden oluşan can ve mal kayıplarının düşürülmesi.
- Afet zararlarının azaltılması, sosyal ve çalışma hayatının güvenli bir şekilde devamının sağlanması.
- Toplumun afet bilincini yükseltmeye yönelik çalışmalar yapılması, vatandaşların bilgilendirilmesi.
- Kurumlar arası idari ve teknik birlikte-çalışabilirliğin tasarlanması.
- Ülkemizin Bilgi Toplumu'na dönüşüm hedefine katkıda bulunması.
- Donanım ve yazılım altyapısı sayesinde sağlıklı veri toplanması ve işlenmesi, bu verilerin karar alma mekanizmalarında işlenerek daha iyi ve az maliyetli hizmet sunması.

Hedefler:

- Ulusal ölçekte, son teknolojilerin kullanılarak, Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı Akıllı Uyarı Sistemlerinin akıllı şehirlerde oluşturulması.
- AYDES, GAMER, 112, ATLAS ve MEVBİS gibi ulusal ölçekteki projeler ile entegrasyon sağlanması.
- Afet öncesinde üretilen risk haritaları ile hasar görecekt alanların belirlenmesi
- Şehir içi karayollarında hava koşullarına bağlı olarak trafik kazalarının azaltılması, yol güvenliğinin artırılması.

- Acil durum erken uyarı sistemlerinden gelen çağrılar ile zamanında müdahale sağlanması
- Taşkın, sel vb. durumlara karşın sensörlerden gelen akım/debi verisi ve hava durum tahminleri kullanılarak olası afetlerin önlenmesi.
- Sistem paydaşlarının doğru ve güncel bilgiye en son teknoloji ile en kısa sürede erişiminin sağlanması.

2.3. Mevcut Durum

Proje konusu ile ilgili dünyada mevcut durumun tespiti

- Afet uyarı sistemlerine yönelik dünyadaki güncel trendler incelenir.
- Bu trenlere bağlı güncel teknoloji, yazılım, otomasyon, ekipman, yapı, ürün vs. incelenir.

Proje konusu ile ilgili Türkiye’de mevcut durumun tespiti

- Türkiye’deki mevcut afet uyarı sistemleri incelenir.
- Proje için gerek duyulan alanlarda hizmet alınabilecek firmalar belirlenir.

Daha önce yapılan çalışmaların başarı-başarısızlık durumlarının tespiti

- Bu uygulamaları gerçekleştiren kurum ve firmalarla bilgi-tecrübe-fikir alışverişi yapılır.
- Başarılı süreçler arasında kıyaslama yapılarak bölge için en uygun teknoloji, yapı, ekipman, otomasyon, yöntem ve ürün belirlenir.
- Süreç içerisindeki karşılaşılan olumlu ve olumsuz durumlara dair bilgi notları hazırlanır ve bilgi havuzuna eklenir.

Literatür Araştırması

Literatür araştırması, bu projeyi uygulayacak kurum ve kuruluşlara mevcut durum hakkında bilgi vermek ve konu hakkında fikir sahibi olmalarını sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

2.3.1. Projenin Tarihsel Süreci

Akıllı erken uyarı sistemleri, potansiyel riskleri önlemek, bu risklerin neden olabileceği kayıpları azaltmak ve etkili müdahale olanağı sağlamak amacıyla geliştirilmektedir. Bu sistemler gelecekte olası olayları tahmin etmek ve sonuçları duyurmak için doğru ve etkili bir modelleme yapmaktadır.

Akıllı erken uyarı sistemlerinin tasarımında, olay türüne bağlı olarak yapılan tahminlerin kullanışlı, sonuçların anlaşılır, olayın gerçekleşme zamanını bildiren ve olayın boyutuna uygun bir şekilde inandırıcı olması önemlidir. Başarılı ve doğru şekilde çalışan bir erken uyarı sistemi, dört aşamayı yerine getirmelidir:

- **Risk Tespiti:** Risk, tehlikenin zarar görme eğilimiyle birleştiğinde ortaya çıkar. Afetlerin önlenmesi ve müdahale için gerekli Erken Uyarı Sistemlerinin önceliklerini belirlemede risk değerlendirmesi ve haritalama büyük bir önem taşır.
- **İzleme ve Uyarı:** Bir uyarı sisteminin güvenilir çalışması ve yaptığı tahminlerin doğru olması için bilimsel temellere dayanması gereklidir. Tehlike oluşturan sürekli olarak takibinin yapılması, afet veya acil durumlar için zamanında uyarı yapabilmek açısından gerekmektedir. Her afet için farklı uyarılar gerekebileceği için, uyarı mekanizmaları buna göre tasarlanmalıdır.
- **Yayma ve İletişim:** Acil durumlar için gereken tepkinin verilebilmesi için uyarıların açık ve net olması gerekmektedir. Bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde iletişim kanalları tespit edilmeli ve yayılımı gerçekleştirilmelidir.
- **Tepki Yeteneği:** Bireylerin karşılaştıkları durumları algılamaları için toplumu bilinçlendirmek adına gerekli eğitimler verilmeli ve hazırlıklar yapılmalıdır [1].

Akıllı erken uyarı sistemleri ile ilgili tarihsel süreç aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 1.Tarihi önem arz eden taşkın ve sel olayları [2]

YILLAR	GELİŞMELER
M.Ö. 2000	Çin ve Orta Doğu'daki su setleri ve barajlar selden korunma sağlamıştır.
1854	Telgrafın ilerlemesini takiben Fransa'da düzenli sel tahmini yapılmaya başlandı. İtalya bu tür sistemleri 1866'da geliştirdi ve ABD bu tür gelişmeleri 1871'de hayata geçirdi.
1861	ABD Ordusu Mühendisler Birliği'nin bir raporunu takiben, ABD'de set inşasına dayalı bir taşkın koruma politikasının benimsenmeye başlanmıştır. Bu, mevsimlik sulak alanların verimli tarım arazilerine dönüşmesine yol açmıştır.
1931	Çin'deki yıkıcı yaz selleri çok sayıda ölüme neden olmuştur. (Farklı kaynaklarda rakamlar önemli ölçüde farklılık gösterse de sayı 145.000 ila 3.700.000 arasında değişmektedir)
1944	78. ABD Kongresinin ikinci oturumunda yürürlüğe giren Pick-Sloan Taşkın Kontrol Yasası, ABD genelinde yapısal savunma, baraj ve setler programını onaylamıştır. Pick-Sloan Missouri Havzası Programının kurulmasına yol açmıştır.
1970'ler	Sel tahmininde radar ve uydunun erken kullanımı başlamıştır.
1994	ABD'deki 1993 orta-batı selinden sonra, Ajanslar Arası Taşkın Yatağı Yönetim İnceleme Komitesi, insanların taşkın yataklarının dışına taşınmasını ve sulak alanların geri kazanılmasını önermiştir.

1997	Orta Avrupa'da Odra / Oder (Çek Cumhuriyeti, Polonya, Almanya) ve Vistula havzalarını etkileyen büyük seller milyarlarca dolar aralığında maddi hasara ve 110 kişinin ölümüne neden olmuştur.
1998	Çin'deki seller 30 milyar ABD doları maddi hasara ve 3600 kişinin üzerinde ölüme neden olmuştur.
1998	Bangladeş'te ülkenin yaklaşık %70'ini sular altında bırakan büyük sel felaketi meydana gelmiştir.
2002	Ağustos 2002'de Avrupa'da (Avusturya, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Almanya, Macaristan, Moldova, Romanya, Slovakya, Ukrayna) meydana gelen dramatik seller toplamda 20 milyar Euro'nun üzerinde hasara neden olmuştur.
2007	AB Sel Direktifinin Kabul edilmiştir.

2.3.2. Dünya'daki Mevcut Durum

Dünya genelinde geçmiş deneyimlerden hareketle, çeşitli amaçlara yönelik birçok akıllı uyarı sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemler, sorunların doğru tespit edilmesi ve önceden hazırlıklı olunması amacıyla tasarlanmıştır. Özellikle taşkın ve sel gibi konularda önemli başarılar elde eden deneyimli ülkelerin "Taşkın Erken Uyarı Sistemleri" çalışmaları aşağıda incelenmiştir.

ABD, 1940'ların sonlarından itibaren doğal afetlerin yanı sıra taşkınlar gibi acil durumlar için ulusal erken uyarı sistemini geliştirmeye başlamıştır. Bu girişim, hava durumu radar ağının oluşturulmasını, bölgesel nehir tahmin merkezlerinin kurulmasını ve kapsamlı birçok kuruluşlu acil durum iletişim sisteminin geliştirilmesini içerir. Bu çabalar, Ulusal Müdahale Çerçevesi, Olay Komuta Sistemi, çok kanallı Acil Durum Uyarı Sistemi ve daha geniş tehlike farkındalığı, risk azaltma ve acil durum hazırlığına yönelik federal, eyalet ve yerel düzeyde politikaların oluşturulmasıyla desteklenmiştir.

Ulusal Hava Durumu Servisi (National Weather Service), hidrometeorolojik olaylara ilişkin uyarıları ve tahminleri yapmak ve duyurmak üzere yetkilendirilmiştir. Bu görev, özellikle Birleşik Devletler Jeoloji Araştırması (USGS), Birleşik Devletler Ordusu Mühendis Birliği (USACE) ve Federal Acil Durum Yönetim Ajansı (FEMA) gibi diğer federal kurumlarla uzun vadeli iş birlikleri yoluyla icra edilmektedir [3].

ABD'de, Ulusal Hava Durumu Servisi, Taşkın Erken Uyarı Sistemleri konusunda etkin bir rol oynamaktadır. Bu kurum tarafından geliştirilen Entegre Taşkın Gözlem ve Uyarı Sistemi (IFLOWS), Ulusal Ani Sel Programı Geliştirme Planı'nın 1978'de oluşturulmasından bu yana sürekli olarak geliştirilmektedir.

IFLOWS Programı, yıllık aniden oluşan taşkınlar nedeniyle meydana gelen can kaybını önemli ölçüde azaltmayı amaçlamaktadır. Ulusal Hava Durumu Servisi (NWS), IFLOWS sisteminin prototipini 1981 yılında tamamlamıştır. ABD'de birçok eyalet ve federal kurum, geniş bir alan iletişim ağı kullanarak bu teknolojiden yararlanmaktadır. Bu Otomatik Taşkın Uyarı Sistemleri (AFWS) ağı, farklı yerel sel uyarı sistemlerini birleştirerek, 12 eyalette 1700 sensörden gelen verileri bütünleştirip paylaşmaktadır [4].

Avrupa Birliği'nde, 2012'den beri Taşkın konusunda EFAS adında bir sistem bulunmaktadır. EFAS'ın temel amacı, özellikle büyük uluslararası nehirlerde, havzalarda ve genel olarak Avrupa genelinde büyük taşkın olayları meydana gelmeden önce önlemler alınmasını sağlamaktır. EFAS, Avrupa çapında taşkınları izlemek ve tahmin etmek üzere faaliyet gösteren ilk operasyonel sistemdir.

İlk çalışmalar 1999'da Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi tarafından başlatılmış olup, 2011'de Copernicus Erken Uyarı Sistemi'nin bir parçası haline gelmiştir. EFAS, farklı konsorsiyumlar tarafından yürütülen dört merkezden oluşmaktadır.

EFAS, aşağıdaki merkezlerden oluşmaktadır:

- *Hesaplama merkezi:* Avrupa Orta Menzilli Hava Tahminleri Merkezi, tahminleri gerçekleştirir ve EFAS-Bilgi Sistemi platformunu barındırır.
- *Bilgi dağıtım merkezi:* İsveç Meteoroloji ve Hidroloji Enstitüsü, Rijkswaterstaat ve Slovak Hidro-Meteoroloji Enstitüsü, EFAS'taki verileri günlük olarak analiz eder ve bu bilgileri EFAS ortaklarına ve Avrupa Komisyonu İnsani Yardım ve Sivil Koruma Genel Müdürlüğü'ne (ERCC) iletilmek üzere dağıtır.
- *Hidrolojik veri toplama merkezi:* İspanya Çevre ve Mekânsal Planlama ve Bölge Bakanlığı Çevre ve Su Ajansı, Avrupa genelinde tarihi ve gerçek zamanlı nehir deşarjı ve su seviyesi verilerini toplar.
- *Meteorolojik veri toplama merkezi:* KISTERS AG ve Deutscher Wetterdienst, Avrupa çapında tarihi ve gerçek zamanlı meteorolojik verileri toplar.

Sistem ayrıca ulusal ve bölgesel yetkililere ek bilgiler sunmaktadır. Bu bilgiler, olasılıklar, orta menzilli sel tahminleri, ani taşkın göstergeleri ve etki tahminleri gibi unsurları içerir. Ayrıca Acil Durum Müdahale Koordinasyon Merkezi'ne (ERCC), Avrupa genelinde devam eden ve olası taşkın olayları hakkında bilgi sağlamaktadır [5].

Japonya'da, Japonya Meteoroloji Ajansı (JMA), insanları şiddetli yağmur, depremler, tsunami ve fırtına dalgalanmaları gibi doğal felaketlere karşı uyararak çeşitli uyarılar yayınlamaktadır [6].

1950'lerin başında Japonya Meteoroloji Ajansı (JMA), ilk operasyonel hava durumu radarı ve Sayısal Hava Tahmini (NWP) modelinin tanıtıldığı dönemde hizmetlerini modernize etme çabalarına

başlamıştır. Japonya Ulusal Hidroloji Servisi, Kara, Altyapı, Ulaştırma ve Turizm Bakanlığı Su ve Afet Yönetimi Bürosu (WDMB / MLIT) ile iş birliği yaparak taşkın yönetimi ve su kaynakları yönetimi konularını entegre bir şekilde ele almıştır.

Ülke genelinde 1.300'den fazla otomatik hava istasyonundan oluşan JMA Otomatik Meteorolojik Veri Toplama Sistemi (AMeDAS), 1974 yılında kurulmuştur. Bu sistem, gözlem istasyonlarından her dakika verileri toplayarak 40 saniye içinde kullanıcılara iletmektedir. Ani taşkın gibi acil durumlar meydana geldiğinde, veriler kitle iletişim araçları aracılığıyla doğrudan halka iletilmektedir [7].

Dünya genelinde Buzlanma Uyarı Sistemleri (BEUS) incelendiğinde, özellikle Amerika ve İsviçre gibi gelişmiş ülkelerde kış döneminde kullanıldığı görülmektedir. Bu sistemler sayesinde, yol yüzeyinin ısı ölçülerek tuzlama ve solüsyon uygulamaları gibi önlemler buzlanma oluşmadan önce gerçekleştirilmektedir. Yollara yerleştirilen kaplama sensörleri ile atmosfer sensörlerinden alınan veriler işlenerek buzlanma riski olan bölgeler tespit edilmektedir. Özellikle soğuk iklim koşullarında havaalanlarında pistlerin buzlanma riskini önceden belirlemek için bu sistemler sıkça kullanılmaktadır. Aktif teknoloji ile donma oluşana kadar pist yüzeyini otomatik olarak soğutan kaplama sensörleri doğrudan piste takılır ve bu sayede yollardaki ısı kayıpları dış etkenlerden etkilenmeden izlenebilir [8].

2.3.3. Türkiye'deki Mevcut Durum

Türkiye de yıllar içinde pek çok afete maruz kalan bir ülke olarak, taşkın, sel ve benzeri afetlerle ilgili pek çok çalışma yürütülmektedir. Aşağıda bununla ilgili yapılan çalışmalar incelenmektedir.

Karadeniz ve Ortadoğu Ani Taşkın Erken Uyarı Projesi

Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) ile iş birliği içinde, küresel ani taşkın erken uyarı sisteminin bir parçası olarak 2010 yılında başlatılan Karadeniz ve Ortadoğu Ani Taşkın Erken Uyarı Projesi, Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün bölgesel merkezi olarak faaliyet göstermiştir. Sistem 2013 yılında devreye alınmıştır [9].

Karadeniz ve Ortadoğu Ani Taşkın Erken Uyarı (BSMEFFG) sistemi, web üzerinden son kullanıcılarla paylaşılan ürünler sunmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, uyarı bölgelerinin hangi iller ve ilçeler içinde olduğunu ilgili kişilere iletmektir. Ani Taşkın Erken Uyarı Modelinin nihai çıktısı, her saat güncellenen Tahmini Ani Taşkın Tehlike Alanları (FFFT) ürünüdür. Model, Türkiye için 11867 alt havza tanımlamıştır ve 6 saatte bir toprak nemi ve eşik hesaplamaları gerçekleştirmektedir [10].

Ani taşkın erken uyarı modelinin ürettiği uyarılar, e-posta yoluyla ilgili kişilere iletilir. Bu bildirimlerde; havza numarası, FFFT değeri, 1, 3, 6 ve 24 saatlik tahmini yağış verileri ile birlikte alt havzanın tamamını veya bir kısmını içeren il ve ilçenin adı yer almaktadır. Uyarılar, sadece ilgili kişileri bilgilendirmek

amacıyla otomatik olarak gönderilir ve BSMEFFG sisteminde bulunan verileri içerir. Bu e-postalar yalnızca uyarı durumunda otomatik olarak gönderilir. Ayrıca, e-posta içeriği Merkez tarafından değerlendirilir ve gerekli görüldüğünde uyarı hazırlanır [11].

Taşkın Tahmini ve Erken Uyarı Merkezi – TATUM

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde, taşkın konusunda faaliyet gösteren Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından oluşturulan "Taşkın Tahmini ve Erken Uyarı Merkezi," taşkın konusundaki çalışmalarına başlamıştır [11].

Taşkın Erken Uyarı Sistemine Yönelik Atmosferik-Hidrolojik-Hidrolik Modellerin Entegrasyonu Projesi

DSİ'nin devam eden pilot projesi kapsamında Doğu Karadeniz Havzası'nda belirlenen yerleşim yerlerinde taşkın tahmini sistemi kurulmaktadır. Bu yerleşim yerleri Rize-Fındıklı (Tahiroğlu ve Abuçağlayan dereleri), Artvin-Arhavi (Kapistre deresi), Artvin-Hopa (Sundura deresi), Artvin-Hopa-Kemalpaşa (Çam deresi) olarak seçilmiştir.

Bu sistem, MGM tarafından sağlanan sayısal hava tahmin verilerini (WRF) kullanarak, önceden yağış ve akış verileri ile kalibre edilen hidrolojik model vasıtasıyla debi tahmini yapmaktadır. Debi tahminleri için Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, Q100 ve Q500 pik debili taşkın hidrografları kullanılarak hazırlanan taşkın haritaları, taşkın uyarısı için kullanılacaktır [1].

Buzlanma Erken Uyarı Sistemleri

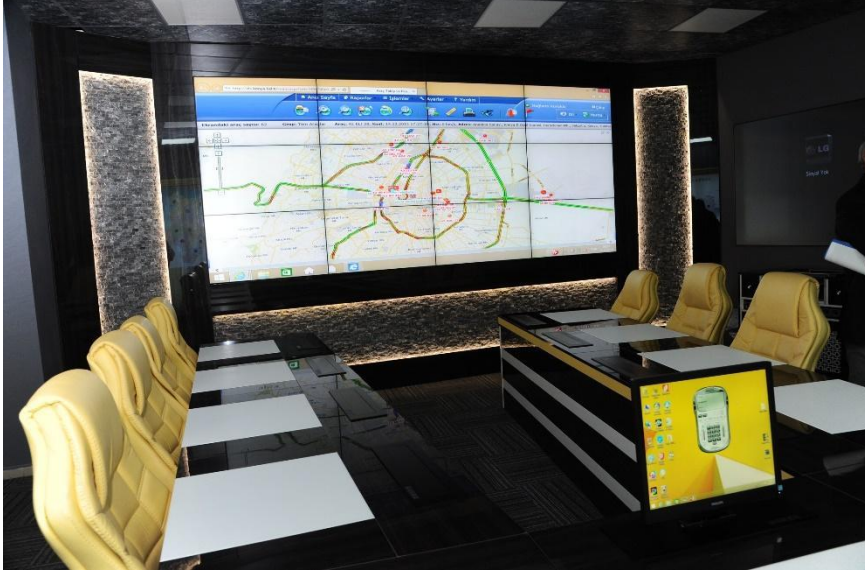
Türkiye'de yapılan buzlanma erken uyarı sistemleri çalışmalarından en önemlisi İstanbul'da AKOM (Afet Koordinasyon Merkezi) tarafından gerçekleştirilen projedir. 2015 yılında başlatılan çalışmada, İstanbul'da belirtilen tarihlerde kaydedilen hava sıcaklığı, nem, rüzgâr hızı, asfalt sıcaklığı gibi meteorolojik parametrelerin günlük ortalama, maksimum ve minimum değerleri analiz edilerek harita üzerinde görselleştirilmiştir. Bu uygulama, yoğun kar yağışı öncesi ve sıcaklığın düşeceği durumlarda buzlanma riskine karşı mücadele edilmesine olanak sağlamaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yol Bakım ve Altyapı Koordinasyon Daire Başkanlığı, yaklaşık 4 bin kilometrelik yol ve meydanlardaki hava koşullarıyla mücadelede BEUS (Buzlanma Erken Uyarı Sistemi) sistemini kullanarak metrobüs yolları ve ana ulaşım yollarını daha güvenli hale getirmektedir. Projede İstanbul genelinde, uzmanlar tarafından tespit edilen 43 kritik noktaya köprü, viyadük ve yol güzergahlarına uyarı sistemi kurulmuştur [12].



Şekil 1. Buzlanma Erken Uyarı Sistemi – Sensör Kurulum Lokasyonları [12]

İstanbul'da gerçekleştirilen AKOM (Afet Koordinasyon Merkezi) tarafından yapılan buzlanma erken uyarı sistemi projesi, 2015 yılında başlatılmış ve İstanbul genelindeki meteorolojik parametrelerin analiziyle geliştirilmiştir. Bu proje kapsamında, belirlenen tarihlerde kaydedilen hava sıcaklığı, nem, rüzgâr hızı ve yönü gibi veriler günlük bazda ortalama, maksimum ve minimum değerleriyle harita üzerinde gösteren bir uygulama oluşturulmuştur. Bu analizler sayesinde yoğun kar yağışı ve sıcaklığın eksinin altına düşeceği durumlar önceden tespit edilerek, buzlanma riskine karşı önlemler alınmaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yol Bakım ve Altyapı Koordinasyon Daire Başkanlığı, yaklaşık 4 bin kilometre uzunluğundaki yolların ve meydanların buzlanma ile mücadele çalışmalarında BEUS (Buzlanma Erken Uyarı Sistemi) kullanmaktadır. Bu sistem sayesinde, metrobüs yolları ve önemli ana ulaşım yollarının daha güvenli bir şekilde kullanılması sağlanmaktadır [12].

Aynı şekilde, Konya Büyükşehir Belediyesi de 2016 yılında benzer bir uygulamayı hayata geçirmiştir. Konya'da yapılan "Buzlanma Erken Uyarı Sistemi" projesi, 28 ayrı noktaya kurulan sensörler, haberleşme sistemi ve kontrol yazılımları ile yollarda oluşacak buzlanmayı saatler öncesinden tespit ederek, gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktadır. Bu sistem, yolların güvenliğini ve ulaşımın sürdürülebilirliğini artırmak amacıyla kullanılmaktadır.



Şekil 2. Konya Büyükşehir Belediyesi, BEUS [13]

Projenin bağlantılı olduğu başlıca alanlar şunlardır:

- Şehir ve Bölge Planlama
- Afet ve Acil Durum
- Coğrafi Bilgi Sistemleri
- Tahliye Planları
- Sivil Savunma
- Ekonomi

2.4. İhtiyaç Analizi

Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan verilerin incelenmesi

Türkiye'de tahmin ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi amacıyla çeşitli yazılım ve uygulamalar ortaya çıkmıştır. Ancak mevcut sistemler yeterince etkili bir şekilde kullanılamamakta ve sel gibi tehlikelerin önceden önlenmesi veya azaltılması yeterince sağlanamamaktadır. Ülkemizde sel ve taşkınlar nedeniyle ciddi can ve mal kayıpları yaşanmaktadır. Örneğin, 2009 yılında İstanbul Halkalı'da yaşanan sel felaketinde 31 kişi hayatını kaybetmiş, büyük maddi zararlar meydana gelmiştir. Aynı şekilde, 2020 yılında Giresun Dereli İlçesinde meydana gelen sel felaketi de 10 kişinin ölümüne ve ciddi hasarlara neden olmuştur. Bu olaylar göz önünde bulundurulduğunda, sel ve taşkın felaketlerine karşı etkili bir şekilde cevap verebilen ve afet boyutunu doğru hesaplayarak erken uyarı sağlayan sistemlere acil bir ihtiyaç bulunmaktadır.

T.C. Orman ve Tarım Bakanlığı mevzuatına göre, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM), taşkınlarla mücadelede stratejik ve taktiksel seviyede görev ve sorumluluklar üstlenmektedir. Aynı zamanda

taşkın öncesi, anı ve sonrasındaki faaliyetler farklı kurumlar tarafından yürütülmektedir. Bu çerçevede, taşkın riski taşıyan havzalarda "Taşkın Yönetim Planları" oluşturulmuştur. Ülke genelinde 16 farklı bölge için bu yönetim planları hazırlanmıştır ve bazı bölgelerde bu planlara uygun olarak sistemler kurulmaya başlanmıştır [14].

Türkiye'de yapısal taşkın kontrolü esaslı önlemleri almakla başlıca sorumlu devlet kuruluşu Devlet Su İşleri (DSİ)'dir. Aynı zamanda Büyükşehir Belediyeleri de dere ıslahı görevlerini yürütmektedir. Risk yönetimi, zarar azaltma planları, afet bölgelerinin belirlenmesi, hasar tespiti ve önleyici tedbirlerin ilan edilmesi gibi görevler ise Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından gerçekleştirilir. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Taşkın Yönetim Planlarını hazırlama görevine sahiptir. Ayrıca olası taşkın tehlikelerine karşı meteorolojik ve hidrolojik verilere dayalı erken uyarılar, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından sağlanır.

3 Mayıs 2019 tarihli "Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği'ne" göre, taşkınla ilgili alınacak önlemler belirtilmiş ve bu konuda sorumlu kuruluş olarak Devlet Su İşleri (DSİ) görevlendirilmiştir. Bu yönetmelik çerçevesinde akarsu yataklarındaki taşkınları kontrol altına almak ve bu bölgelerde yaşam kalitesini artırmak için çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda erken uyarı sistemleri de önemli bir rol oynamalıdır.

Proje ile ilgili beklentiler ve paydaşlara sağlanan faydalar ile çözüm getirilen problem ve sıkıntıların tespiti

Herhangi bir doğal afetin olacağından önceden bilinmesi, bunun doğuracağı olumsuz sonuçlarının giderilmesinde büyük öneme sahiptir. Önceden belirlenen ve Erken uyarısı yapılan Taşkın ve Sel tahmini, can ve malın korunması için tedbirlerin alınmasına imkân tanıyacaktır. Farklı afet türleri için önceden tahminde bulunmada bilimsel yöntemlere dayalı metotlar geliştirilmiş ve önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Zamanında, doğru ve güvenilir tahmin ve erken uyarıların risk altındaki bölgelere ulaştırılması oldukça büyük öneme sahiptir. Erken uyarı sistemleri ile ilgili bütün kurumların ortak çalışmaları sonucu ve halkımızın bilinçlendirilmesine yönelik programların bir an önce uygulamaya konulmasıyla amacına ulaşacaktır.

Projenin gerçekleşmesi ile başta halkımız olmak birçok kurum ve kuruluş bu sistemler sayesinde can ve mal kayıpları yaşamayacaktır. Buna ek olarak paydaşlar bu gibi durumlarda karar verici ve yönetici rolünde de olacaklardır. Aşağıdaki listede paydaş olarak görülen kamu kurumları listelenmiştir:

- İçişleri Bakanlığı
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı,
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı,
- Tarım ve Orman Bakanlığı,

- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı,
- Sağlık Bakanlığı,
- Devlet Su İşleri (DSİ)
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- AFAD
- Yerel Yönetimler
- Valilikler
- Üniversiteler
- Vatandaşlar

Projenin başarılı olmasını sağlayacak güçlü yönlerin ve başarısızlığa neden olabilecek zayıf yönlerin tespiti

• **Güçlü Yönler:**

- Teknolojik olarak güçlü karar desteğine sahip olması
- CBS teknolojisinin avantajı kullanılarak mekânsal analiz yeteneğini kullanabilmesi
- Afet öncesinde hasar tespiti ve önleme imkanları, kabiliyetlerine sahip olması
- Yazılım ve donanım altyapısının teknik olarak kurulumun kolay olması
- Oluşabilecek zarar miktarının azaltılması
- Gelişen CBS ve bilgi teknolojileri
- Hızlı karar alma ve mevzuat oluşturma altyapısı
- Olası felaketlere karşı önceden uyarılma
- Olası can ve hasar kaybının düşürülmesi
- Projeye idari anlamda desteğin sağlanması
- Ölçüm, haberleşme ve diğer alanlardaki teknolojik ilerlemelerin gün geçtikçe daha net sonuçlar vermesi

• **Zayıf Yönler:**

- Verilerin anlık olarak işlenmemesi
- Yetki ve görevler açısından koordinasyon sorunları
- Saha bakım maliyetlerinin yüksek olması
- Bütçe yetersizliği
- Yetki ve mevzuat yetersizliği
- Sistem çıktılarının yetkililerce etkin ve yeterli şekilde kullanılmaması
- Afet ve acil durum mevzuatının tek bir kanun altında bütünleştirilmemiş olması
- Afet bölgesindeki tahliyelerde gecikmeler ve sorunlar

2.5. Talep Analizi

Proje ile üretilecek ürünlere ve/veya sunulacak hizmetlere yönelik mevcut talebin tespiti

Ülkemizde akıllı şehirler alanında bütüncül ilk üst düzey politika Onuncu Kalkınma Planı'nda belirlenmiştir. Onuncu Kalkınma Planı'nın tetikleme ile pek çok sektörel ve tematik strateji ile kurum stratejik planında da akıllı şehir ve akıllı şehir bileşenlerine ilişkin politikalara yer verilmiştir. T. C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın yayınladığı 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı'na göre yerel yönetimlerin akıllı şehirler konusunda insanların yaşam kalitelerini arttırmak için çalışmalar ve politikalar geliştirmeleri vurgulanmıştır. "15.9 Afet ve Acil Durum Yönetimi Bileşeninin Olgunluğu Artırılacaktır." Eyleminde akıllı şehir çözümleri ile acil ve afet durum yönetimine ilişkin planlama çalışmaları ile yerel yönetimlerin bu kapsamda çalışmalar gerçekleştirmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle ülkemizde öncelikli olarak büyükşehirler olmak üzere birçok ilde akıllı şehir uygulamaları geliştirilmeye başlanmış ve uygulamalar devreye alınmaya başlanmıştır ve uygulanmaktadır.

Akıllı şehirler içinde "Akıllı Yönetişim" başlığı altında ele alınan afet ve acil durum yönetimi şehirlere afet ile mücadelede yol göstermektedir. Akıllı şehirlerde bu sistemlerin kurulması için talebi belirleyen temel etkenler ve göstergeler şu şekildedir:

- Afet riski
- Acil durumların sıklığı
- Bölgenin arazi yapısı ve yağış rejimi
- Nüfus yoğunluğu ve yoğun şehirleşme
- Can ve mal kayıplarını indirmek
- Afetlerin ekonomik ve fiziksel etkilerini en aza indirmek

Talebin gelecekteki gelişim potansiyeli ve talep için gelecek öngörülerin tespiti

- Geleceğe yönelik nüfus, afet riski, afet ve acil durumların sıklığı, yoğun şehirleşme, toplumun bilinç ve duyarlılık seviyesi ve teknolojik gelişme öngörülerini dikkate alınarak hesaplamalar yapılır

3. Teknik Analiz ve Alternatif Teknolojilerin Değerlendirilmesi

Fiziki/Mekânsal Büyüklük

- Projenin mekânsal büyüklüğü, uygulanacağı bölgenin büyüklüğüne bağlı olup, proje başında yapılacak detaylı teknik analizlerle belirlenecek ihtiyaç doğrultusunda planlanmalıdır.

Kapasitenin Belirlenmesi

Akıllı Uyarı Sistemlerinin kurulması ve yönetilmesi ile ilgili özellikle sel ve taşkın konularında Devlet Su İşleri (DSİ) ile birlikte Orman ve Tarım Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve AFAD'ın sorumlulukları vardır. 6200 Sayılı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun'da belirtilen, taşkınlara ve sellere karşı tedbir almak görevi, taşkınların zarar verici etkilerini en aza indirmek ya da tamamen ortadan kaldırmak için, taşkınlardan korunmaya yönelik çalışmaların yapılmasıdır. DSİ, taşkın tehlikesiyle daha organize ve diğer devlet kurumlarıyla daha senkronize bir şekilde başa çıkabilmek amacıyla 5 yılı (2013-2017) kapsayan bir sel stratejisi eylem planı başlatmıştır. DSİ taşkın stratejisi eylem planının önemli bir parçası taşkın haritaları elde etmektir. Haritaların işlenmesi ve üzerinde analiz yapılabilmesi için CBS teknolojilerinden faydalanılmaktadır. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün oluşturduğu Taşkın Yönetim Planları ile ülke genelinde taşkın risklerinin belirlenerek, taşkınlara yönelik tehlike haritaları oluşturulup, senaryolar, erken uyarı sistemleri ve taşkın tehlike raporları ile ülkenin taşkınlara yönelik uyarı sistemlerinin kurulmasına ihtiyaç vardır. Bölgesel olarak uyarı yapılacak olması durumunda ilgili birimlere ulaşılarak, bilgilendirme mesajları ile halkın bilgilendirilmesini sağlanacaktır. Projenin kapasitesi de mekânsal büyüklük ve belirtilen sorumluluklar neticesinde belirlenecektir.

Yapısal Proje Gereksinimleri

- Yer istasyonlarının projelendirilmesi
- Sensör kurulumlarının projelendirilmesi

Yazılım ve Donanım Gereksinimleri

- Coğrafi bilgi sistemleri
- Veri tabanları
- Sensörler
- Taşkın, sel ve buzlanma haritaları
- Bulut tabanlı sunucu-istemci mimarisi
- Arayüz ve uygulamalar

Alternatif teknolojiler nelerdir? Karşılaştırma yapınız.

Erken uyarı sistemleri saha operasyonları içerdiği için kurulacak saha ekipmanlarının kalıcı, performanslı ve uzun ömürlü özelliklerde olması tercih edilmelidir. Özellikle Taşkın Erken Uyarı Sistemleri için seçilecek cihazların kesintisiz bir şekilde, her türlü hava şartına uyumlu olarak merkeze veri aktarması gerekmektedir. Bakım maliyetlerini ve çalışma performansını dikkate alarak en uygun tercih fiber optik alt yapının kurulması uygun olmakla birlikte yüksek veri trafiğine olanak sağlar. Sonradan yapılacak alt yapı takviyeleri sensörlerin dışında diğer cihazlarla haberleşmelere olanak sağlayan, (kamera, mikrofon, anons, video servis) gibi ek özellikler katmalarına olanak sağlar.

M2M operatörleri kullanılması yatırım maliyetlerini azaltabilir. Yatırım maliyetlerin az olması ve kablo kopması, kesilmesi, zarar görmesi durumlarını ortadan kaldırır.

LoraWAN alt yapısının kullanılması durumunda yatırım maliyetinin az olması, kablosuz haberleşme sayesinde çevre etkenlerden az etkilenmesi, esnek ve kolay kurulum sayesinde yer değiştirilip ilave sensörlere olanak sağlayabilir. Aşağıda örnek bir Taşkın Erken Uyarı Sistemi Mimarisi verilmiştir.

Afetlerde kesintisiz ve güvenilir bir trafik sağlamak için caddelere kurulacak sensör grupları ve teknik özellikleri aşağıda belirttiği gibidir.

Meteoroloji Sensörü

Meteoroloji İstasyonu, çevresel uygulamalar için özel tasarlanmış profesyonel bir akıllı ölçüm cihazıdır. Bu istasyon, yüksek mekanik dayanımı ve düşük bakım maliyetleri ile Trafik Uygulamalarına özel olarak tasarlanmıştır.

- Hava Sıcaklığı
- Bağıl Nem
- Yağış Şiddeti
- Yağış Türü
- Yağış Miktarı
- Hava Basıncı
- Rüzgâr Yönü
- Rüzgâr Hızı

Görüş Sensörü

Görüş Sensörü; atmosferik görüşü optik örnekleme hacminin içinden geçen farklı partiküllerden (duman, toz, pus, sis, yağmur veya kar) ışığın ileri saçılma miktarını (forward scattering) değerlendirerek ölçer.

- Trafik Uygulamaları için özel tasarım
- Uzun mesafe yol görünürlük verisi toplamak için ideal
- Doğru ve izlenebilir ölçüm
- Yüksek mekanik dayanım
- Düşük bakım gereksinimi ve maliyeti
- Kompakt tasarım
- Kolay kurulum ve bakım
- 3000 metreye kadar görünürlük ölçümü
- Dahili olarak Bağıl Nem, Mutlak Nem, Çiğ Noktası ve

- Sıcaklık Ölçümü
- RS485 Haberleşme Arayüzü

Yol Sensörü

Yol yüzeyine monte edilen ve yolun durumuna ait bilgiler veren bir üründür. İki parçalı gövde tasarımı kalibrasyon ya da bakım amaçlı elektronik ya da sensör kısmının kolayca sökülüp takılmasına olanak verir.

- Sıcaklık
- İletkenlik
- Tuzluluk Yüzdesi
- Donma Noktası Sıcaklığı
- Yol Durumu
- Su Yüksekliği

Baş üstü Yol Yüzey Sensörü

Yol sensörü optik ölçüm prensiplerini temel alır. Yüzeje montaj edilen gömülü duyargaların aksine bu montaj gerektirmeyen çoklu duyarga sistemi tüm yol koşullarını optik teknolojiler ile tanımlar.

- Tamamen katı hal tasarım (Mekanik parça ya da konvansiyonel lamba olmadan)
- Tamamen Kızılötesi Işık Yayan Diyot (LED) ve Duyarga teknolojisi tabanlı
- En az bakım ile uzun ömür ve düşük hata oranı
- Islaklık, buz, kar ya da donma gibi yüzey koşullarının tespiti
- Tam tümleşik yüzey sıcaklık ölçümü (Yüksek Isı Ölçer kullanılarak)
- Mevcut direk ve baş üstü taşıyıcılar üzerine monte edilebilir
- Veri Kaydedicisi ile beraber çalışabilme

Data Logger, Opsiyonel GSM/GPRS Modem & Anten

Veri Kaydedici bir kontrol ve depolama birimidir Entegre Hava İstasyonu, Görüş Sensörü için ve Pasif Yol Yüzey Sensörü.

Meteoroloji İstasyonu Kontrol Kabineti

Meteoroloji İstasyonu Kontrol Kabini, dış ortam koşullarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Kontrol Kabini, Kontrol ve Depolama Ünitesini içerir, Güç Kaynakları, GSM-GPRS Antenleri, Dalgalanma Veri ve Güç Tutucular ve Anahtarlama Donanımı Entegre Meteoroloji Sensörü, Görüş Sensörü, Pasif Yol Yüzey Sensörü veya Tepegöz Yol Yüzey Sensörü.

Bu belirtilen sensörlerin yanı sıra sensör olmayan caddelerde uyarı levhaları, aydınlatma ışıkları, acil durum lambaları gibi toplumu afetlerde yönetimini sağlayacak alternatif ürünlerde düşünülebilir. Afet durumlarında kargaşa ve yanlış bilgilendirme unsurlarının fazla olması can ve mal kayıplarının artmasına sebep olmakla birlikte yanlış müdahalenin de önünü açmaktadır. Teknolojinin yanı sıra kolluk güçlerinin doğru, zamanda doğru yerde ve doğru ekipmanlar ile sahada bulunmaları ve önceden planlanmış bir şekilde hazırlıklı olmaları afet etkilerini azaltmaktadır. Sensörlerin mevcut fiber optik ağ alt yapısının olmaması durumunda, M2M data hatları ile haberleşmeye olanak sağlamakla birlikte, sensör verilerinin anlık olarak afet koordinasyon merkezine iletmektedir. Olası M2M haberleşmesi kesilme, bağlanamama veya veri gönderememe durumunda, LoraWAN ve RF alt yapısı kullanılarak maksimum 5 km kapsama alanının yanı sıra, atlamalı haberleşme protokolü kullanılarak sensör verileri afet koordinasyon merkezine iletebilmektedir.

Belirtilen bu teknolojilerin seçiminde temel etken, bu teknolojilerin afet durumlarında zarar görmemesidir. Deprem ve sel gibi durumlarda metro internet fiber alt yapısı genel itibari ile zarar görebilmektedir. Yapılacak haberleşme mimarisi bu zararları ön görerek yardımcı, ek haberleşme modülleri ile sahalardan sensör verilerinin okunabilmesi GSM operatörleri üzerinden haberleşme sağlanabilmekle birlikte, GSM operatörlerinin yoğunluğun olması durumunda M2M data hatlarının çevrim dışı olabilmekle birlikte, RF alıcı ve veri antenler sayesinde, haberleşme mümkün olmalıdır.

Diğer teknolojiler ile karşılaştırıldığında fiber alt yapısının yatırım maliyetinin yüksek olmakla birlikte, daha yüksek veri trafiği sağlanabilir, kamera, anons, sensör bilgileri okuma vb. durumlara olanak sağlar. Deprem ve sel gibi durumlarda fiber alt yapısı zarar görebilir. İlk kurulum maliyetinden sonra bakım maliyetinin dışında herhangi bir maliyeti yoktur.

GSM operatörleri üzerinden haberleşme afet dönemlerinde operatörlerin yoğun olması durumunda kesintiye uğrayabilir. Aylık internet trafiğine bağlı olarak tüketim bedelleri olmakla birlikte, yatırım ve bakım maliyeti yoktur. M2M modemler sayesinde haberleşmeye olanak sağlar, verileri kesintisiz aktarabilir.

LoraWAN RF modüller kullanarak sahadan veriler alınabilir. Yüksek trafikli verilerin toplanmasına olanak sağlamaz, kamera, mikrofona, anons gibi durumlarda RF teknolojisi kullanılamaz. Yatırım maliyeti düşük olmakla birlikte, bakım ve aylık kullanım bedelleri yoktur.

Kullanılacak ekipman ve cihazların endüstriyel ortamlara dayanıklı olmalı, dayanıklılık testlerini tamamlamış belgeleri olan cihazlar ile darbe, su, titreşim ve manyetik alanlardan etkilenmeyen cihazlar kullanılmalıdır.

Belirlenen teknolojilerin sürdürülebilirliği için fiber optik alt yapılması durumunda kabloların cadde ve yolların köşe noktalarından çekilmeli en az 30 cm derinlikte kum ve çakıl taşları zemine dökülerek

uygulanmalıdır. Fiber optik kabloların yer altı yüksek gerilim elektrik kablolarının yakınında olmamalı, kabloların uygulanacağı alanlarda çukurlar oluşturulmamalıdır.

GSM operatörleri üzerinden haberleşme alt yapısı kullanılması durumunda, GSM operatörün uygulanacak alfa sinyal seviyesi en az %60 kapasitesinde olmalı, yüksek gerilim direklerinin altına, yüksek cephe kaplamalı binaların yakınlıklarına, askeri alan veya jammer gibi cihazların olabileceği noktalarda uygulama yapılmamalıdır.

LoraWAN alt yapısı kullanılması durumunda RF sinyallerinin ölçümleri en az %80 kapsama altında olmalı, yüksek gerilim ve polis, jandarma, zabita, itfaiye haberleşme direklerinin yakınlıklarına konumlandırılmamalıdır.

Sensörlerin sahada uygulanabilmesi için teknik tasarımlara ve fizibilite çalışmalarına ihtiyaç vardır. Akış diyagramı ve kullanılacak alt yapıya göre tasarlanma süreçlerinde saha ölçümleri yapılmalı, (elektrik durumu, trafik yoğunluğu, uygulanacak zemin bilgileri, sistemin yakın bölgelerindeki diğer unsurların tespiti, trafo, yüksek gerilim, kaldırım vb.) etkenlere göre planlama yapılmalıdır. Sensörler yollara asfalt kesiciler ile kesilerek ip68 anti statik kablolar ile uygulanmalıdır. Haberleşme direkleri 30 cm derinlikte delindikten sonra betonarme uygulanarak monte edilmeli, çukur ve yarıklar su geçirmez sıvalar ile kapatılmalıdır.

Teknoloji seçiminin dayandığı kriterler nelerdir? Açıklayınız.

- 1) *Teknoloji yeni mi?*
- 2) *Teknoloji yerli mi?*
- 3) *Teknoloji yerli değilse yerlileştirilebilir mi?*
- 4) *Maliyet*
- 5) *Kesintisiz servis*
- 6) *Kurulum kolaylığı*
- 7) *Entegrasyon kolaylığı*
- 8) *Dayanıklılık (Afet durumunda hasar almama)*
- 9) *Yüksek veri trafiği kapasitesi*
- 10) *Yüksek sinyal seviyesi kapasitesi*

Teknik tasarım süreçlerini (süreç tasarımı, makine-donanım, inşaat işleri, arazi düzenleme, yerleşim düzeni vb.) açıklayınız.

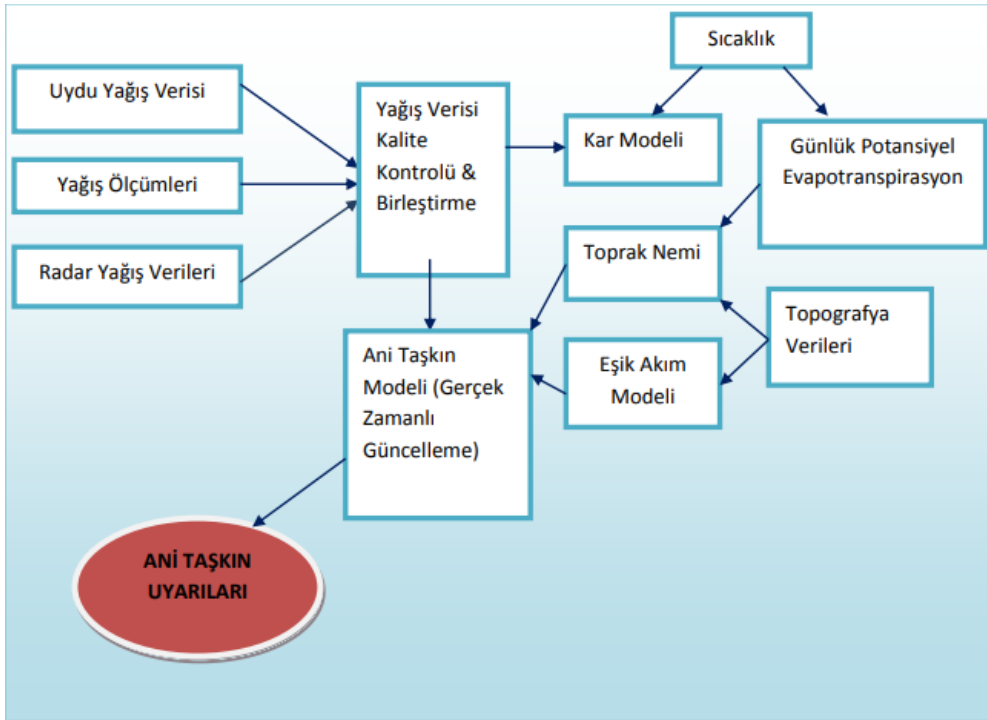
Afet risk azaltma stratejileri ve acil durum yönetimi operasyonları için temel verileri oluşturacak Akıllı Uyarı Sistemleri, ilgili paydaşların iş birliğini sağlamak amacıyla servis odaklı bir yazılım mimarisi içinde

planlanmaktadır. Akıllı Uyarı Sistemleri, her biri kendi içinde tasarlanacak olan sistemler olarak geliştirilecektir. Bu sistemler, dağıtık bir mimariye sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Her sistem, kendi yazılımını, veri tabanını ve sunucusunu içerecek şekilde yapılandırılacak ve merkezi sistemle servisler vasıtasıyla iletişim kuracaktır. Bu sistemler, birbirlerini besleyen yapıda olup (girdi ve çıktı verileri üzerinden), servisler aracılığıyla entegre bir şekilde çalışacaktır.

Akıllı Uyarı sistemi için veri paylaşımı ve servis sunumu, birlikte çalışabilirlik ilkesine uygun olarak belirlenen standartlara göre web servisleri geliştirme önemlidir. Projeyi sürdürülebilir kılmak amacıyla diğer kurumlar ve servislerden gelen verilerin, kesintisiz bir biçimde web servisler (WMS, WFS, WCS, WMTS vb.) kullanılarak paylaşılması gerekmektedir. Open GIS Consortium (OGC) tarafından belirlenen OWS (OGC Web Services) standartları üzerinden veri değişimi gerçekleştirilecektir. Bu servisler sayesinde projeye dahil olan her paydaş kurum, sisteme entegre edilebilecektir.

Taşkın erken uyarı sistemi tasarımında, bazı önemli unsurların belirlenmesi gerekmektedir. Erken uyarı sistemlerinde yaygın olarak kullanılan unsurlar şunlardır:

1. Gerçek yağış ve su seviyesi verileri
2. Meteorolojik tahminler
3. Taşkın tahminleri
4. Taşkın uyarılarının iletilmesi



Şekil 3. Taşkın Erken Uyarı Sistemi Aşamaları [1]

Doğru yağış miktarları ve su seviyesi verileri, uydu görüntüleri ve radar bilgileri temel veri kaynakları olarak kullanılır ve bu verilere dayanarak meteorolojik tahminler ve taşkın tahminleri ilgili kuruluşlar tarafından gerçekleştirilir. Sistem tasarımında, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün meteorolojik tahminleri ve hizmetleri yer alacaktır. Gerçek yağış ve su seviye verileri sensörler tarafından desteklenecek ve taşkın tahminleri mevcut verilere dayalı analizler sonucunda elde edilecektir. Bu bilgilere dayalı olarak, taşkın riski yüksek bölgeler tespit edilerek halka uyarılar iletilir. Geliştirilecek olan sistem, geniş kapsamlı bir Web Tabanlı CBS destekli yazılım altyapısı oluşturacak ve mekânsal veri girişi, güncellemesi ve analizi sağlayacaktır. Ayrıca, belirli yerlerde ihtiyaç doğrultusunda 3 boyutlu modeller kullanılarak hacim ve akış simülasyonları gerçekleştirilme olanağı sağlanacaktır. Bu sistem, web tabanlı olmanın yanı sıra saha ekipleri için IOS ve Android platformlarında mobil yazılımlarla da desteklenecektir. Mobil uygulamalar sayesinde saha ekipleri, merkezden gelen görevler aracılığıyla afetten etkilenen veya mahsur kalan bireyleri kurtarabilecektir.

Donanım katmanı, alt seviyede bulunacak ve işlemci (sunucular), ağ depolama birimleri, yedekleme gibi konuları ele alacaktır. Bu altyapı tamamen sanallaştırılarak, donanım kaynak yönetimi sanal makineler ve konteynerler üzerinden gerçekleştirilecektir.

Buzlanma Erken Uyarı Sistemi'nin (BEUS) mimarisi şu Şekilde olacaktır: Başlangıçta, BEUS için uzmanlar tarafından belirlenen kritik köprü, viyadük ve yol güzergahlarına sensörler yerleştirilecektir. Sahadan gelen veriler sunucu yazılımında işlenecek ve bu verilerin görüntülenmesi için istemci (client) yazılımı geliştirilecektir. İstemci uygulaması, modern tarayıcılarda çalışan bir harita üzerinde yol sıcaklığı ve buzlanma verilerini görselleştirmeyi amaçlamaktadır. Sunucu uygulaması ise istemci uygulamasına gerekli verileri sağlama görevini üstlenecektir. Bu veriler farklı veri tabanı ürünlerinde depolanabilir, ancak sunucu bu verileri istemciye aynı yapılı Şekilde sunarak herhangi bir farklılık oluşturmayacaktır. Teknoloji olarak, .Net Framework ile geliştirilen WCF yapısı üzerine inşa edilebilir. Ayrıca, REST API teknolojisi desteği ile farklı istemciler için gelecekte kolayca uygun hale getirilebilir.

BEUS, sensörler tarafından sağlanan verilerin geometrik olarak anlamlandırılması ve görselleştirilmesini ana hedeflerinden biri olarak kabul eder. Bu verilerin sunucu tarafından okunabilir bir kaynakta geriye dönük olarak saklanması gereklidir. Bu ihtiyaa yönelik olarak, ORACLE, MSSQL ve POSTGIS gibi kabul görmüş veri tabanı sistemleri sunucu uygulaması tarafından okunabilir ve istemci uygulamasına anlamlı veriler sağlamak üzere kullanılabilir. şu anda, tercih olarak POSTGIS sistemi kullanılabilir. Veri altyapısı için, açık kaynaklı PostgreSQL veri tabanı yönetim sistemi kullanılması önerilir.

4. Finansal Analiz

Finansal analiz kapsamında yatırım bütçesi, işletim maliyetleri ve gelirler belirlenerek yatırımın geri dönüş süresi tespit edilmelidir.

Yatırım bütçesinin planlanmasında aşağıdaki maliyet kalemleri göz önüne alınmalıdır.

- Sensörler
- Veri tabanı yazılım ve donanımları
- Coğrafi bilgi sistemleri
- Lisans ücretleri
- Telsiz verici
- Kontrollü alıcı
- Anten ve anten kablosu
- Hoparlör boru takımı
- Montaj pano direk
- Gateway cihazı
 - Ultrasonik sensör
 - GSM Modül
 - Kontrol cihazı

İşletim maliyetlerinin hesaplanmasında aşağıdaki temel parametreler göz önüne alınmalıdır.

- Yetkin Çalışan Maliyeti
- Donanım Bakım-Onarım Maliyetleri

Örnek Vaka:

İhtiyaç analizi kapsamında **1000 hektarlık** bir alanda **200.000 kişinin** yaşayacağı varsayılan proje alanında proje ile ilgili aşağıdaki maliyetler söz konusu olmaktadır:

Tablo 2. Projedeki maliyet kalemlerinin ilk kurulum ve yıllık bakım maliyetleri*

Maliyet Kalemi		Tutar
Personel Maliyeti	İlk Kurulum	\$ 41.673,35
	Yıllık Bakım	\$ 12.061,23
Lisans Maliyetleri (Yazılım Maliyeti)	İlk Kurulum	\$ 28.754,61
	Yıllık Bakım	\$ 7.674,31
	İlk Kurulum	\$ 333.226,80

Donanım ve Demirbaş Maliyetleri	Yıllık Bakım	\$ 52.211,89
Danışmanlık Hizmetleri	İlk Kurulum	\$ 17.711,17
	Yıllık Bakım	\$ 4.808,46
TOPLAM		\$ 498.121,81

Tablo 3. Akıllı uyarı sistemlerinde kullanılacak donanımların fiyatları*

AKILLI UYARI SİSTEMLERİ				
ÜRÜN ADI	ÖZELLİKLER	ADET	FİYAT	TOPLAM
TELSİZ VERİCİ	BILGISAYAR KONTROLLÜ 50 KM KAPSAMA ALINI	1	\$ 9.060,35	\$ 9.060,35
KONTROLLÜ ALICI	BILGISAYAR KONTROLLÜ	71	\$ 708,45	\$ 50.008,01
ANTEN VE ANTEN KABLOSU	F22	1	\$ 1.219,35	\$ 1.219,35
HOPARLÖR BORU TAKIMI	150 WATT	141	\$ 122,62	\$ 17.310,47
MONTAJ PANO DİREK	6 MT DİREK VE MONTAJ EKİPMANLARI	71	\$ 209,81	\$ 14.810,07
			TOPLAM	\$ 92.408,25

Tablo 4. Taşkın erken uyarı sistemlerinde kullanılacak donanımların fiyatları*

TEUS - TAŞKIN ERKEN UYARI SİSTEMLERİ				
ÜRÜN ADI	ÖZELLİKLER	ADET	FİYAT	TOPLAM
GAWATEY CİHAZI	ULTRASONİK SENSOR, GSM MODÜL, CONTROL CİHAZI	39	\$ 2.112,13	\$ 82.000,16
MONTAJ PANO DİREK	6 MT DİREK GÜNEŞ PANELİ PANO VE MONTAJ EKİPMANLARI	39	\$ 618,53	\$ 24.013,46
			TOPLAM	\$ 106.013,62

Tablo 5. Buzlanma erken uyarı sistemlerinde kullanılacak donanımların fiyatları*

BEUS – BUZLANMA ERKEN UYARI SİSTEMİ				
ÜRÜN ADI	ÖZELLİKLER	ADET	FİYAT	TOPLAM
GAWATEY CİHAZI	ULTRASONİK SENSOR, GSM MODÜL, CONTROL CİHAZI	65	\$ 1.436,78	\$ 92.968,42
MONTAJ PANO DİREK	6 MT DİREK GÜNEŞ PANELİ PANO VE MONTAJ EKİPMANLARI	65	\$ 618,53	\$ 40.022,44
			TOPLAM	\$ 132.990,86

*Hesaplanan bu maliyetler bu çalışmaların hazırlanmasında yardımcı temel doküman olan TÜBİTAK-TÜSSİDE Esenler Belediyesi Akıllı Şehir Uygulamaları Fizibilite Projesi Buzlanma ve Taşkın Uyarı Sistemleri Ön Fizibilite Raporu'ndaki 2021 yılına ait fiyatlandırma verisine bağlı kalınarak listelenmektedir. Uygulamayı gerçekleştirecek olan yerel yönetimlerin, kendi fizibilite çalışmaları hazırlanırken hatalarla karşılaşmamak adına için bu bölümü yeniden güncellemeleri önerilir.

5. Ekonomik Analiz

Buzlanma ve Taşkın Uyarı Sistemleri projelerinin ekonomik etkileri aşağıdaki gibi listelenebilir:

- Yol güvenliğini artırarak trafik kazalarını azaltır.
- Araç ve yaya trafiğinde aksamaların önüne geçer, zaman ve yakıt tasarrufu sağlar.
- İşyerlerinde çalışanların güvenliğini sağlayarak iş kayıplarını azaltır.
- Ulaşım sistemlerinin düzgün işlemlerini sağlayarak toplu taşıma verimliliğini artırır.
- İşletmelerin faaliyetlerini sürdürebilmesini sağlayarak üretim kayıplarını minimize eder.
- Can ve mal kaybını azaltarak insan hayatını korur.
- Altyapı hasarını en aza indirerek onarıma yönelik harcamaları azaltır.
- İşletmelerin kesintisiz faaliyetlerini sürdürmesini sağlar, üretim kayıplarını engeller.
- Ev ve mülk kaybını minimize ederek sigorta maliyetlerini düşürür.
- Yol, köprü ve altyapı hasarlarını azaltarak onarım maliyetlerini düşürür.
- Acil durum müdahalesinin etkinliğini artırarak insan gücü ve kaynak kullanımını optimize eder.
- Ekonomik kayıpların azalması, ulusal ekonomiye olumlu katkı sağlar.
- Sağlık harcamalarını ve tedavi maliyetlerini düşürerek sağlık sistemi üzerindeki yükü hafifletir.
- Doğal afetlerin yol açtığı toplumsal ve ekonomik krizleri önleyerek istikrarı korur.
- Turizm, ticaret ve diğer sektörlerde devamlılığı sağlayarak istihdamı korur.
- Afet sonrası kurtarma ve iyileştirme harcamalarını azaltarak kamu harcamalarını düşürür.

6. Sosyal Etkinin Analizi

Buzlanma ve Taşkın Uyarı Sistemleri projelerinin sosyal etkileri şöyledir:

- Bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımının artırılmasıyla sunulan hizmetlerin kalitesi ve etkinliği önemli ölçüde yükseltilir.
- Paydaş kurumlar arası iş birliğinin güçlendirilmesi ve ulusal/uluslararası platformlarda ortak politikaların ve dilin oluşturulması sağlanarak karar verme mekanizması geliştirilir.
- Hizmet kalitesinin artması ve işleyiş süreçlerinin hızlanmasıyla kurumun itibarı ve vatandaş memnuniyeti olumlu yönde etkilenir.
- Toplumun afet konusunda bilinçlendirilmesi ve bu bilgilendirme çabalarının etkili bir şekilde yürütülmesi, hassas bir konu olan afetlerle ilgili farkındalığın artırılmasını sağlar.
- Akıllı Uyarı Sistemlerine duyulan güven sayesinde vatandaşlar uyarıları ciddiye alarak erken müdahalede bulunma konusunda daha istekli olur.
- Kamu süreçlerinin şeffaf ve hesap verebilir hale getirilmesine katkıda bulunarak yönetim yapısı güçlendirilir.
- Kamu kurumlarının yönetim kapasitesi artırılarak etkin hizmet sunumu ve yönetim pratikleri teşvik edilir.
- Devlet ile vatandaş arasında iletişimin geliştirilmesi, güveni artırarak kamu hizmetlerine olan erişimi kolaylaştırır.
- Hızlı, kolay ve kesintisiz kamu hizmeti erişimi sağlayarak vatandaşların kamu hizmetlerine erişimini destekler.
- Zarar azaltma ve iyileştirme faaliyetlerinin hız kazanması, afet sonrası toplumsal dayanıklılığın artırılmasına yönelik olumlu etkiler doğurur.

7. Çevresel Etkinin Analizi

Buzlanma ve Taşkın Uyarı Sistemleri projelerinin çevresel etkileri aşağıdaki gibi listelenebilir:

- Su Kaynaklarının Verimli Kullanımı: Projeler, su baskınlarının önlenmesi veya azaltılması yoluyla su kaynaklarının daha verimli ve sürdürülebilir şekilde kullanılmasına katkı sağlar.
- Doğal Yaşam Alanlarının Korunması: Uyarı sistemleri, doğal yaşam alanlarındaki su baskınları ve taşkınlarla ilgili zararı azaltarak ekosistemleri koruma altına alır.
- Kirlilik ve Çevre Hasarının Azalması: Projeler, taşkın sonucu oluşabilecek kirlilik ve çevre hasarını minimize ederek su kirliliği ve çevre tahribatının azalmasına yardımcı olur.

- Erozyon Kontrolü: Uyarı sistemleri sayesinde erozyon riski taşıyan bölgelerde erken tedbirler alınarak toprak erozyonunun önüne geçilir.
- Su Kalitesinin İyileştirilmesi: Projeler, taşkınlar nedeniyle meydana gelebilecek su kirliliğini azaltarak su kaynaklarının kalitesini artırır.
- Altyapı ve Bina Koruması: Taşkın ve su baskınlarını önceden tahmin ederek altyapı ve binaların zarar görmesini engelleyerek yapıların dayanıklılığını artırır.
- Toprak Erozyonunun Azaltılması: Projeler, erozyon riski taşıyan alanlarda alınan erken önlemlerle toprak erozyonunu önler veya azaltır.
- Su Havzalarının Yönetimi: Uyarı sistemleri, su havzalarının daha etkin bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayarak su kaynaklarının korunmasına yardımcı olur.
- Sel ve Taşkın Sonucu Olumsuz Etkilerin Minimize Edilmesi: Projeler, sel ve taşkın sonucu ortaya çıkan olumsuz etkileri azaltarak çevre üzerindeki negatif etkileri minimize eder.
- Biyoçeşitliliğin Korunması: Projeler, doğal yaşam alanlarına ve su kaynaklarına yönelik koruyucu tedbirler olarak biyoçeşitliliğin korunmasına katkıda bulunur.

8. Risk Analizi

Afet erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesinin önünde risk teşkil eden konulara aşağıda örnekler verilmiştir. Bu örnekler kapsamında odaklanılan konulara yönelik ve bu örnekler haricinde afet uyarı sistemlerinin oluşturulmasına yönelik risk analizlerinin yapılması gerekmektedir.

- Kurum üst yönetiminde oluşabilecek değişiklikler nedeniyle projenin daha az sahiplenilmesi
- İdari karar süreçlerinin öngörülenden uzun sürmesi
- Çok paydaşlı sistemin yönetiminde meydana gelebilecek düzensizlikler
- Kaynaklarda Kesintilerin olması veya Kaynakların yeterli olmaması
- Kaynakların eski olması
- Veri Üretimi sırasında beklenmedik yeni durumlar ortaya çıkması
- Kabul aşamasının zamanında yapılamaması
- Entegrasyon sırasında çıkabilecek sorunlar
- Proje Gereksinimlerinin Değişimi
- Mevzuat, Standart, Teknik veya Teknoloji Değişiklikleri
- Mükerrer veri üretiminde mevzuata yeni düzenlemelerin getirilmesi
- İşin zamanında tamamlanmaması
- Çalışma Bölgesinde doğal afet meydana gelmesi
- Salgın hastalık nedeniyle yerinde çalışamama
- Geliştirme cihazlarında yaşanabilecek arızalar, çalınmalar

- Saha ekipmanlarının temini, montesi sırasında çıkabilecek olumsuzluklar
- Veri entegrasyonu esnasında yaşanacak olumsuzluklar
- Kullanılabilirlik ile ilgili oluşabilecek problemler
- Veri aktarımları ile ilgili yaşanabilecek problemler
- Kabul aşamasında ortaya çıkabilecek sorunlar

9. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Gerçekleştirilecek proje, önceki başlıklarda değinilen analizler dikkate alınarak proje hakkında özet bilgi ve genel değerlendirmesi yapılmalıdır.

Ülkemizin coğrafi konumundan kaynaklanan sık sel ve taşkın gibi afetler, ciddi etkilere yol açmaktadır. Bu rapor, risklerin belirlenmesi ve zararların azaltılması amacıyla akıllı uyarı sistemlerinin kullanımını ele almaktadır. Afetlerde erken uyarı aşaması, can ve mal kayıplarını önlemek için hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle, Akıllı Uyarı Sistemlerinin kullanılmasıyla acil durum ve afetlerin getirdiği kayıpların en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Bu yaklaşım, paydaşların bilgilendirilmesi ve vatandaşların farkındalığının artırılmasıyla birlikte olası tehlikelere karşı daha hazırlıklı olunmasını sağlayacaktır. Ayrıca, olası acil durum bölgeleri ve tahliye planları şeffaf bir şekilde kamuoyuna sunulacaktır.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayınlanan 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı, yerel yönetimlerin akıllı şehir yaklaşımını benimsemesini ve insanların yaşam kalitesini artırmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, afet ve acil durum yönetimi bileşeninin olgunluğunun artırılması öngörülmektedir. Akıllı şehir çözümleri, afet ve acil durum yönetimine yönelik planlama çalışmalarını destekleyerek şehirlerde risk ve zarar azaltma potansiyelini artıracaktır. Akıllı uyarı sistemlerinin tasarlanması ve oluşturulmasıyla, afet ve acil durumlara karşı etkili bir şekilde hazırlıklı olunması amaçlanmaktadır.

Afetlerin büyüklüğü, etkilediği alanın büyüklüğünü belirleyen kritik bir faktördür. Bu bağlamda, akıllı uyarı sistemleri sayesinde olası felaketlere karşı erken uyarılar almak, önlemler almak ve tahliye planları yapmak mümkün olacaktır. Bu sistemler aynı zamanda hasar görecekt bölgelere yönelik planlamaların ve politikaların geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Geliştirilecek akıllı uyarı sistemleri, afetlere karşı hazırlıklı olmayı artırarak toplumun farkındalığını artıracaktır. Bu sistemler, AFAD, TATUM ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü gibi farklı kurumların geliştirdiği çözümlerle entegre edilerek etkin bir şekilde çalışacaktır. Veri akışının entegrasyonu sayesinde risk ve zarar azaltma faaliyetleri daha etkili bir şekilde yürütülebilecektir.

Sel ve taşkın gibi afetlerin ardından ortaya çıkan hasar, iş gücü kaybı ve can kayıplarını önlemenin yanı sıra toplumun normale dönme sürecini hızlandırır. Akıllı uyarı sistemleri, toplumun afetlere karşı farkındalığını artırarak dere yataklarına ve su yataklarının etrafına yerleşimlerin sınırlandırılmasını sağlar. Vatandaşlar, olası acil durumlar ve afetler öncesinde bilgilendirilir ve nasıl davranmaları gerektiği konusunda önceden bilgi sahibi olur.

Sonuç olarak, bu proje, afetlere hızlı tepki vermek ve olası felaketleri önceden engellemek için hızlı hasar tespitleri yapılmasını sağlayacak ürünler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda, risklerin belirlenmesi ve can kayıplarının minimum seviyeye indirilmesi için erken uyarı sistemlerinin oluşturulması hedeflenmektedir.

10. Kaynakça

- [1] TÜBİTAK-TÜSSİDE. (2021). Esenler Belediyesi Akıllı Şehir Uygulamaları Fizibilite Projesi. Buzlanma ve Taşkın Uyarı Sistemleri Ön Fizibilite Raporu.
- [2] Kundzewicz, Z. W. (2013). *Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation*. 15 Floods: lessons about early warning. Copenhagen: European Environment Agency (EEA).
- [3] Keeney, H., Buan, S., & Diamond, L. (2012). Multi-Hazard Early Warning System of the United States National Weather Service. *Institutional Partnerships in Multi-Hazard Early Warning Systems*, 115-157.
- [4] *About AFWS*. (2020, Ekim 23). National Weather Service Automated Flood Warning Systems: https://water.weather.gov/afws/afws_about.php adresinden alındı
- [5] *European Flood Awareness System – EFAS*. (2020, Ekim 23). Emergency Management: <https://www.efas.eu/en/european-flood-awareness-system-efas> adresinden alındı
- [6] *Emergency Warning System*. (2020, Ekim 23). Japan Meteorological Agency: https://www.jma.go.jp/jma/en/Emergency_Warning/ew_index.html adresinden alındı
- [7] World Bank. (2017). *Modernization of Japan's Hydromet Services, A Report on Lessons Learned for Disaster Risk Management*. Washington, DC: The World Bank.
- [8] *Ice Early Warning System Airport*. (2020, Ekim 23). Boschung: <https://www.boschung.com/product/ice-early-warning-system-airport/> adresinden alındı
- [9] *Karadeniz ve Ortadoğu Ani Taşkın Erken Uyarı Projesi*. (2020, Ekim 26). Meteoroloji Genel Müdürlüğü: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/arastirma/ani-taskin.pdf> adresinden alındı

- [10] *Black Sea and Middle East Flash Flood Guidance (BSMEFFG) Project*. (2020, Ekim 23). World Meteorological Organization: <https://www.wmo.int/pages/prog/hwrf/flood/ffgs/bsmeffg/bsmeffg.php> adresinden alındı
- [11] Uzun, M., Babagiray, S., Akbaş, A. İ., Yorulmaz, Ö., Soylu, M., Yılmaz, Ö., & Altın, O. (2018). Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bünyesinde Kurulan Taşkın Tahmini ve Erken Uyarı Merkezi (TATUM) Çalışmaları. *2ND International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management*.
- [12] *Erken Uyarı Sistemi BEUS*. (2020, Ekim 23). İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yol Bakım ve Altyapı Koordinasyon Daire Başkanlığı: <https://yolbakim.ibb.istanbul/erken-uyari-sistemi-beus/> adresinden alındı
- [13] Atlantis Otomasyon. (n.d.). *KONYA AKOM, BEUS Buzlanma Erken Uyarı Sistemi, YYS Yol Yönetim Sistemi | Atlantis otomasyon*. <http://atlantisotomasyon.com/beus-buzlanma-erken-uyari-sistemi-yys-yol-yonetim-sistemi/>
- [14] *Taşkın Yönetim Planları*. (2020, Ekim 26). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü: <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfald=53> adresinden alındı