



# COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

## Akıllı Şehir Rehberlik Uygulamaları Projesi

### AFET SONRASI İLETİŞİM 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

# AFET SONRASI İLETİŞİM SİSTEMLERİ REHBERLİK KILAVUZU

Bu kılavuz, akıllı şehir uygulamalarından olan “Afet Sonrası İletişim Sistemleri” yapmak 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

Depremler, fırtınalar ve seller gibi doğal afetler iletişim altyapısına zarar vermektedir. Yetkililer afet bölgeleriyle doğru iletişim kuramazlarsa, iletişim kesintileri, uzun gecikmeler ve olası can ve mal kayıplarının artması kaçınılmazdır.

Teknolojinin ilerlemesi ile iletişim ve bilişim, yaşamın her alanında önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, afetlerde bu teknolojilerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Afet sonrası oluşabilecek can ve mal kayıplarını en aza indirmek, hızlı bir kurtarma sistemi oluşturmak ve iletişim ekipmanını hızla onarmak için çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmalar, etkili bir iletişim altyapısı kurmanın, afet sonrası can kaybını minimize etme konusunda etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

### 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	Afet Sonrası İletişim Sistemleri Projesi
Uygulama Alanı	1000 Ha yerleşim alanı – 200.000 kişi
Proje Süresi	12 ay

Akıllı Şehir Proje Fişi, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamında hazırlanmış olup dokuman [www.akillisehirler.gov.tr](http://www.akillisehirler.gov.tr) adresinde yayınlanan Akıllı Şehir Bilgi Paylaşım Portalı'ndan erişilebilmektedir.

## 1.2. Proje Teknik Bileşenleri

Afet yönetimi, afet tehdidi altındaki bölgelerde afetlere karşı hazırlık stratejilerinin geliştirilmesi, uygulanması, afet etkilerinin azaltılması için risk azaltma çalışmalarının yönetilmesi ve uzun vadeli politikaların oluşturulmasını içerir. Dolayısıyla, toplumların örgütlü bir şekilde afetlere hazırlıklı olmalarını gerektiren olaylar için bir yönetim organizasyonunun gerekliliğini ortaya koymaktadır. Acil durumlara başa çıkarken yardım kuruluşları ve toplum arasındaki iletişimi güçlendirecek stratejiler belirlenmelidir. Acil durumlarda, özel kuruluşlar ve kamu yetkilileri, etkili bir müdahalede koordinasyon sağlamak için hızlı bir şekilde iş birliği yapmalıdır.

Afet yönetimi, zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme aşamaları olmak üzere dört farklı evreyi içerir ve amacı olumsuz etkileri önlemek ve azaltmaktır.

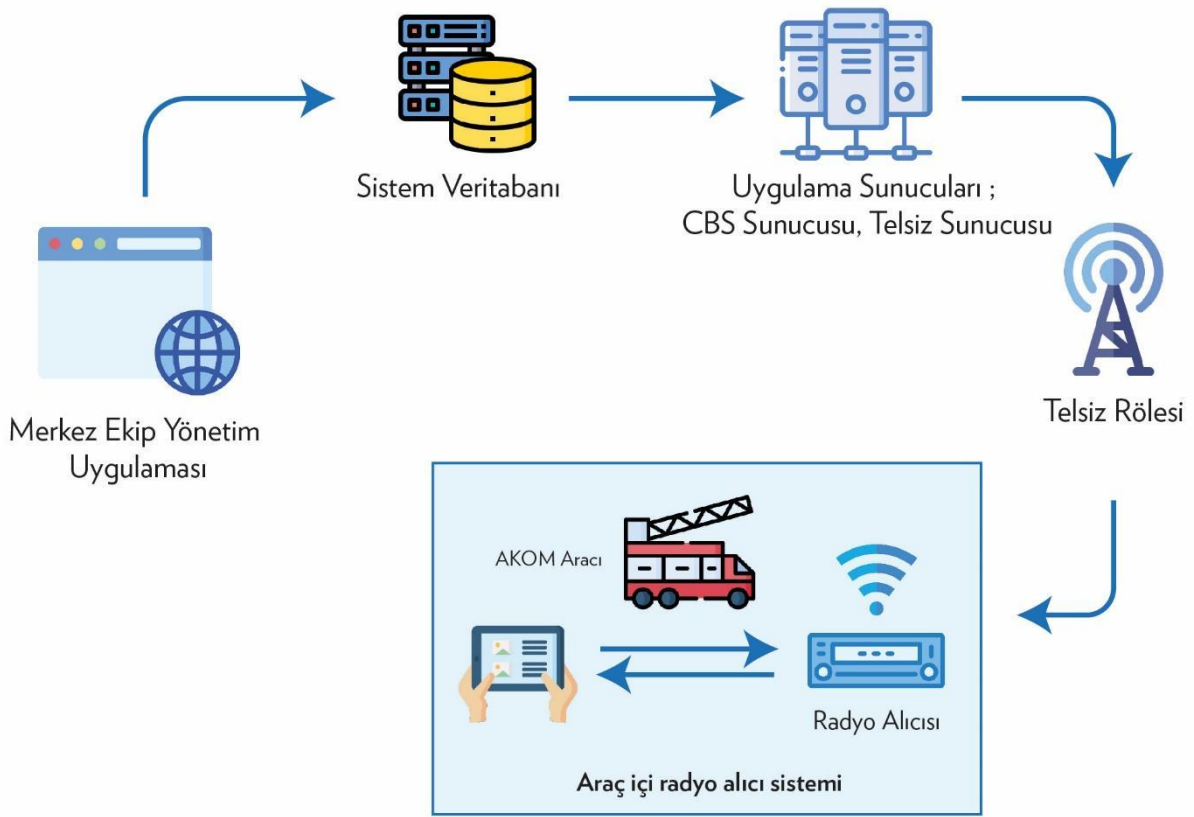


Şekil 1. Acil durum/afet yönetimi yaşam evreleri (AFAD) [12]

Afet sonrası iletişim sistemleri, afet meydana geldikten sonra müdahale aşamasında kullanılmak üzere geliştirilecektir. Ekipler ile afet koordinasyon merkezi arasındaki kesintisiz iletişim, etkili ve hızlı bir müdahale için kritik önem taşımaktadır. Bu nedenle, afetten etkilenmeyecek, enerji kesintisi veya fiziksel hasar görmeyecek ve aşırı kullanım yoğunluğundan etkilenmeyecek bir iletişim sisteminin geliştirilmesi planlanmaktadır. Önerilen sistemin teknik bileşenleri aşağıda ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

**Afet Sonrası İletişim Sistemleri:** Bu sistemler, afet sonrasında zarar görmüş veya kullanılamaz hale gelmiş iletişim sistemlerinin yerine geçerek kesintisiz iletişim sağlayan sistemlerdir. Bu sayede, afet sonrasında iletişim kesilmeden ekiplerin afet bölgesine yönlendirilmesi ve koordine edilmesi mümkün olacaktır.

**a. Sayısal Telsiz ile Kesintisiz Haberleşme:** Afet sonrasında kesintisiz ve şifreli iletişimi sağlamak için sayısal telsizle iletişimi sağlayacak bir uygulama yazılımı geliştirilecektir. Bu sistem için, ekiplerin merkezden yönetilmesini sağlayan "Ekip Yönetim Yazılımı" ve saha ekiplerinin kullanımı için "Cihaz Yazılımı" geliştirilecektir. Ekipler ile merkez arasında telsizler üzerinden iletişim kurabilmek için telsiz röleleri sahaya kurulacaktır.



**Şekil 2.** Telsizler ile kesintisiz haberleşme sistemi [1]

Sayısal telsiz ile iletişim kurarak geliştirilen uygulama yazılımları, afetin yayılma sürecini ve şiddet haritasını dinamik bir şekilde oluşturarak, sahadaki tespitlerin, müdahale noktalarının ve iyileştirmelerin anlaşılabilir görsel haritalarını üretme yeteneği kazandıracaktır. Bu sayede, afet durumlarında müdahale ve tespit çalışmaları yürütülerek yardımın ihtiyaç duyulan bölgelere hızlı bir şekilde yönlendirilmesi planlanmaktadır. Telsiz röleleri ile entegre çalışabilen bir web tabanlı uygulama olarak tasarlanacak olan bu sistem, sahada kullanılan mobil cihazlarda çalışacak cihaz yazılımını da içerecektir.

**b. Drone ile Arazi Görüntüleme:** Drone, son yıllarda arazi görüntülemesi için kullanılan yenilikçi bir teknolojidir. Arazi üzerinden alınan görüntüler işlenerek haritalar üzerine aktarılacaktır.

Bunlardan yola çıkarak, projenin teknik bileşenlerini oluşturan bu detaylara aşağıda yer verilmiştir:

- Telsiz röleleri
- Araç telsizleri
- Endüstriyel tabletler
- Merkezi sunucu
- Coğrafi bilgi sistemleri
- Telsiz sunucu servisi
- Ekip yönetim yazılımı
- Cihaz yazılımları

### 1.3. Proje Girdileri

Proje hedeflerine ulaşmak için en kritik unsur, verilerin doğruluğu ve güncelliğidir. Bu veriler, sistem çıktılarına büyük etki yapar. Bu nedenle, gereken veriler, paydaş kurumların sahip olduğu kaynaklardan mükerrer işler olmaksızın web servis entegrasyonları ile sisteme aktarılacaktır. Bu verilerin paylaşılmasında uluslararası standartlara uygun bir yaklaşım benimsenecek ve tasarlanacaktır.

Afet sonrası iletişim sistemleri için gerekli olan veriler şu başlıklar altında toplanabilir:

1. Ulaşım ağı verisi (Afet sonrasında ekiplerin olay yerine görevlendirilmesi için ulaşım ağı verisi kullanılacaktır.)
  - i. Yol ağı verisi
  - ii. Önemli viyadük, köprü, yol vb. bilgileri
2. Telsiz verisi (Telsizler ile ekip iletişiminin sağlanması için kullanılacaktır.)
3. Deprem Hasar Haritaları (Deprem hasar tahmini sisteminde üretilip, entegre edilecektir.)
4. Risk haritaları (Afet alanında çalışan ekiplerden gelecek verilere göre güncellenecektir.)
5. Yol güzergâh analizi (Ekiplerin afet bölgesine yönlendirilmesi için en kısa yol analizi kullanılarak oluşturulacaktır. Ekiplerin izledikleri yollara göre güncellenerek, yıkılan köprü, viyadük, yol gibi veriler güncellenecektir.)
6. Topografya
  - i. Arazi örtüsü bilgisi
  - ii. Jeoloji
  - iii. Bitki örtüsü
  - iv. Yükseklik
  - v. Eğim

7. Deprem merkezine uzaklık
8. Alan Bilgisi
  - i. Bina, cadde ve kapı numarası gibi adres verileri (Afet bölgesinde yaşayan kişilerin bilgileri için kullanılacaktır. T.C. İçişleri Bakanlığı, Nüfus ve Vatandaşlık İşleri'dir. MAKS (Mekânsal Adres Kayıt Sistemi) projesinden veya belediyelerin kent bilgi sistemlerinden bu bilgiler alınabilir.)
  - ii. Anlık deprem verisi
  - iii. Fay hatları
  - iv. Jeolojik zemin bilgileri
  - v. Bina türü bilgisi (betonarme, kargir vb.)
  - vi. Kamu binaları bilgisi
  - vii. Toplanma alanları
  - viii. Yeşil alanlar
  - ix. Mevcut imar planları (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı)
9. Tarihi afet verileri (AFAD) [12]
10. Tarihi meteoroloji verileri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)
11. Telsiz Röle Yerleri
12. Afet senaryo planları (Deprem hasar tahmini sisteminde üretilen deprem senaryolarına göre oluşturulan afet planlarının içerir. Afetin büyüklüğüne göre uygun olan bir plan, afet sonrası iletişimde kullanılabilir.)

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, CBS Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan veriler, altlık bilgileri için kullanılacaktır. Ayrıca yerleşim yerleri ile ilgili planlar ve kararlar da sistem entegrasyonu için e-Plan Otomasyon Sistemi üzerinden sağlanacaktır.

Afet ve acil yönetim başkanlığının ARAS Projesi, afet tehlike haritalarının hazırlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu projede tehlikelerin belirlenmesi, istatistiki analizler ve risk değerlendirmesi yapılması sağlanmaktadır. ARAS, heyelan, kaya düşmesi ve çığ afetlerinin risk değerlendirmesi için kullanılan bir çalışmadır. Bu servislerden gelen veriler, sistemlerin tahminlerini ve afet sonrası iletişim için gereken bilgileri desteklemektedir.

#### **1.4. Beklenen Çıktılar**

Afet Sonrası İletişim Sistemleri projesinin çıktıları aşağıdaki gibi beklenmektedir:

- Tasarlanan yazılımlar ve uygulamalar, afet koordinasyon merkezi ve ilgili kurumların kullanımına sunulacaktır.
- Afet sonrasında iletişim kesintisi yaşanan bölgelere gidilerek, bölgenin ihtiyaçlarına yönelik ilgili merkezlerle iletişim sağlanacaktır.

- Kablosuz özel ağlar ve hızlı hareket eden cihazlarla güvenilir veri iletimi için önerilen çeşitli yöntemler kullanılacaktır.
- Her sistemden üretilen veriler, açık veri politikasına uygun olarak şehirdeki paydaşlar, akademisyenler ve halkla paylaşılacaktır. Bu, verilere erişilebilirlik ve şeffaflık sağlayarak kurumlar arası iş birliğini teşvik edecektir.
- Elektrik kesintileri veya afetler nedeniyle baz istasyonlarının çökmesi durumunda iletişim hizmetlerini hızla eski haline getirmek için mobil baz istasyonları kurulacaktır.
- Afetlerde dayanıklı bir iletişim ağı oluşturulacak ve afet durumlarında hızlı kurtarma sistemleri ile yetkililer arasında koordinasyon sağlanacaktır.
- Afet sonrası iletişim kesintileri nedeniyle oluşabilecek yönetim zafiyetlerinin önüne geçilecektir.
- Ekiplerden gelen durum raporları ile şiddet haritaları oluşturulacak ve müdahale noktalarına en hızlı ve etkin şekilde ekipler yönlendirilecektir.
- Ekiplerin sağladığı hasar bilgileri ile afetten etkilenen bölgenin hasar haritaları oluşturulacak, yıkılan ve etkilenen ulaşım ağı tespit edilecektir.

### **1.5. Projenin Performans Göstergeleri**

Afet Sonrası İletişim Sistemleri uygulamasının performans göstergeleri, projenin başarı seviyesini ölçmek için kullanılan ölçülebilir ve belirli hedeflerdir. Bu performans göstergeleri, Afet Sonrası İletişim Sistemleri projesinin amaçlarına ulaşp ulaşmadığını değerlendirmek, etkinliğini ve verimliliğini ölçmek için kullanılır.

Performans göstergeleri arasında:

- İletişim süresi
- Kapsama alanı
- Erişilebilirlik
- Haberleşme güvenilirliği
- Acil durum yanıt süresi
- Veri aktarım hızı
- Yedekleme ve kurtarma yetenekleri

## 2. Proje Kapsamı ve Gerekçe

### 2.1. Proje Kapsamı

Afet durumlarında hızlı iletişim, can ve mal kaybının azaltılması için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, geliştirilen afet sonrası iletişim sistemleri sayesinde, afet sonrasında ekiplerin ve yetkili idarelerin kesintisiz iletişim kurabilmesi sağlanacaktır. Bu iletişim sistemi, müdahale ekiplerinin koordinasyonunu, görev dağıtımını, afet bölgesinden gelen verilerin aktarılmasını ve bu verilere dayanarak afet sonrası yıkımın ve hasarın tespitini kolaylaştıracaktır.

### 2.2. Proje Gerekçesi

Türkiye, coğrafi ve iklim özellikleri nedeniyle doğal afetlere sıkça maruz kalan bir ülkedir. Özellikle İstanbul gibi deprem riski yüksek bölgeler, Kuzey Anadolu Fay hattı üzerinde yer aldığı için büyük bir deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Bu nedenle, 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerinin ardından afetlere hazırlıklı olma gerekliliği vurgulanmış ve 2019'da İstanbul'da meydana gelen depremde iletişim sorunları yaşanmıştır. Bu deneyimler, afet sonrası haberleşmenin iyileştirilmesi ve kesintisiz iletişim ağlarının oluşturulması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu sayede, afet bölgeleri ile iletişim sıkıntısı yaşanmadan yardımların hızla ulaştırılması ve etkili bir afet yönetimi planlanması mümkün olacaktır.

Akıllı şehirlerde Kesintisiz İletişim Sistemlerinin uygulanması, afet durumlarında özel sektör ve kamu yetkilileri ile afet bölgelerine hızlı ve etkili müdahale yapılmasını hedeflemektedir. Özellikle afet sonrasında, iletişim altyapılarının çökmesi, enerji kesintileri, fiziksel zararlar ve aşırı kullanım yoğunluğu gibi faktörler nedeniyle iletişim sistemleri kullanılamaz hale gelebilmektedir. Bu iletişim aksaklıkları, saha ekiplerinin merkez ile koordinasyon sağlayamaması, müdahalelerin gecikmesi ve insanların birbirleriyle iletişim kuramamasına yol açmaktadır.

Bu bağlamda, Afet Sonrası İletişim Sistemlerinin kurulması öncelikli olarak enerji kesintileri, fiziksel zararlar ve aşırı kullanım yoğunluğundan etkilenmeyecek bir yapıda olmalıdır. Bu sistemlerin temel amacı, afetlere karşı toplumsal farkındalığı artırmak, güvenli ve dirençli iletişim yolları oluşturmak ve afet risklerini azaltmaktır.

Afet bölgelerinin özellikleri dikkate alınarak çeşitli afet türlerine uygun bir araştırma ve iletişim altyapısı oluşturulmalı, bilgi üretimi ve kullanım kapasitesi artırılmalıdır. Aynı zamanda ülke genelinde iş birliği faaliyetleri artırılarak afet risklerini azaltmaya yönelik çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

Bu sayede, Kesintisiz İletişim Sistemleri afet sonrası müdahaleyi güçlendirecek, toplumsal farkındalığı artıracak ve afetlerin neden olabileceği zararları minimize etmeye yönelik önemli bir adım olacaktır.



Afet Sonrası İletişim Sistemleri projesinin amaçları aşağıda verilmektedir:

**Amaçlar:**

- Afet sonrasında iletişimin kesintiye uğradığı bölgelerde kesintisiz iletişim sağlamak.
- Afet bölgelerindeki ekiplerin ve yetkililerin arasındaki koordinasyonu güçlendirmek.
- Afet bölgesinden gelen verilerin hızlı ve güvenilir bir şekilde toplanması ve aktarılması.
- Afet sonrası yıkımın ve hasarın tespit edilmesini kolaylaştırmak.
- Acil yardım ekiplerinin afet bölgelerine hızla ulaşmasını sağlamak.
- Kesintisiz iletişim ağı kurarak, afet durumunda hızlı bir kurtarma sistemi oluşturmak.
- Afet sonrası iletişim kesintilerinin neden olduğu yönetim zafiyetlerini önlemek.
- Afetlerin değerlendirilmesi ve acil müdahale planlarının oluşturulmasına destek olmak.
- Ekiplerden gelen durum raporlarını işlemek ve şiddet haritaları oluşturmak.
- Afet ve acil durum planları yapan kurumlarla sonuçları paylaşmak.
- Sahadan alınan sonuçlarla ulaşım altyapısı ve alan hasar durumlarını haritalandırmak.

### **2.3. Mevcut Durum**

***Proje konusu ile ilgili dünyada mevcut durumun tespiti***

- Afet sonrası iletişim sistemlerine yönelik dünyadaki güncel trendler incelenir.
- Bu trendlere bağlı güncel teknoloji, yazılım, otomasyon, ekipman, yapı, ürün vs. incelenir.

***Proje konusu ile ilgili Türkiye’de mevcut durumun tespiti***

- Türkiye’deki mevcut Afet Sonrası İletişim 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.

Türkiye jeolojik yapısı, topografyası ve iklim özellikleri nedeniyle doğal afetlere sıkça maruz kalan bir ülkedir. Özellikle depremler, sel, taşkın, orman yangınları ve heyelan gibi doğal afetler Türkiye’de sıkça yaşanan olaylardır. İstanbul gibi önemli bir şehir, Kuzey Anadolu Fay hattı üzerine konumlanmış olup deprem riski yüksek iller arasında yer almaktadır. Bu fay hattının aktif olması, gelecekte İstanbul’u etkileyebilecek büyük bir depremin olasılığını artırmaktadır. 1999 yılında Kocaeli ve Düzce depremleri sonrasında, afetlere karşı hazırlıklı olmanın ve afet yönetiminin önemi vurgulanmış, bu bağlamda ciddi adımlar atılmıştır.

Ancak, yakın tarihlerde yaşanan 26 Eylül 2019 İstanbul depremi sonrasında, iletişim aksaklıkları ve haberleşme eksiklikleri gözlemlenmiştir. Bu durum, afet sonrası iletişimde yaşanan zorlukları ve eksiklikleri bir kez daha ortaya koymuştur. Bu nedenle, olası büyük İstanbul depremi senaryosunda etkili bir afet yönetiminin sağlanması ve kayıpların en aza indirilmesi amacıyla kesintisiz iletişim ağının önemi büyük bir vurgu kazanmaktadır. Afet sonrasında, afet bölgesi ile iletişimin sağlanması ve yardımların hızla ulaştırılması için güvenilir ve etkili iletişim sistemleri gereklidir.

Bu bağlamda, afetten etkilenmeyecek iletişim altyapıları ve sistemleri geliştirme çabaları, afet yönetimi ve acil durum müdahale stratejilerinin başarılı bir şekilde yürütülmesi için kritik bir adımdır.

### 2.3.1. Projenin Tarihsel Süreci

Afet sonrası kesintisiz iletişim bilgi akışının, afetzedelerin aileleriyle iletişiminin, afet yönetiminin karar alma sürecinin ve ilgili kurumların koordinasyonunun sağlanmasında hayati bir rol oynar. İnsanlar arasındaki iletişim, tarihsel olarak ateş, duman, ses işaretleri, davullar, borular ve kuşların kullanılması gibi yöntemlerle başlamıştır. Ancak yazının icadı ile iletişim daha da geliştirilmiştir. Teknolojinin ilerlemesiyle iletişim daha erişilebilir hale gelmiştir, ancak afet durumlarında hala iletişim kesintileri yaşanabilmektedir [1].

Tablo 1. Dünyada telekomünikasyonun tarihçesi [1]

DÜNYADA TELEKOMÜNİKASYONUN TARİHÇESİ	
YILLAR	AÇIKLAMA
M.Ö 3500	Sümerler tarafında yazının icadıyla işaretler ile anlaşma ve iletişim kurma yöntemleri gelişmeye başlamıştır.
M.S 1045	Mısırlılar tarafından bulunan papirüs adlı kâğıdı geliştiren Çin’de ilk kez Pi CHENG adlı mucit matbaa harflerini icat etmiş ve kitap basmıştır. Daha sonraları 1645 Avrupa’da Guttenberg adlı mucit matbaa makinasını icat etmiştir
1820	Danimarkalı OERSTED adındaki bilim adamının elektromanyetik akımı keşfetmesiyle günümüzde kullanılan modern iletişim araçlarının temel çalışma prensipleri doğmuştur.

1867	Mucit SHOLES ilk daktilo makinasını icat etmiştir.
1876	A.Graham BELL elektrik telleri üzerinden ilk insan sesini iletmeyi başarmış ve bu aletin adına Telefon yani uzaktan konuşma adını vermiştir. Bu buluş modern iletişimin başlangıcı sayılmaktadır.
1926	Logie BAIRD adındaki İskoçyalı bilim adamı insan yüzünün görüntüsünü radyo dalgalarıyla çok uzaklara gönderebilen Televizyon denen aleti icat etmiştir. 1936 yılında İngiltere’de ilk kez siyah beyaz TV yayınları BBC tarafından başlatılmıştır.
1946	J. ECKERT ve arkadaşı MAUCHLY adlı bilim adamları askeri amaçlı hesaplar yapmak için dünyanın ilk bilgisayarını icat etmişlerdir.
1962	Amerikalılar dünyanın ilk iletişim uydusu olan TELSTAR’ı uzaya fırlatmışlardır. Bu uyduyla kıtalar arası Telefon konuşmaları Telefax Telex haberleşmeleri ve TV-Radyo yayınları yapılması olanaklı hale gelmiştir.
1970	Amerika’da üniversiteler arası bilgi iletişimde kullanılmak üzere ARPA denilen yeni bir iletişim sistemi geliştirmiştir.
1981	Amerika’da IBM şirketi ilk kişisel bilgisayar denilen ve bugün iletişimde devrim sayılan ve PC adını verdiği bilgisayarı üretmeye başladı.
1985	Amerika’da kullanılmakta olan ARPA iletişim sisteminin adı INTERNET adıyla değiştirilmiştir. İnternet bilgi otoyolu anlamına gelmektedir

**Tablo 2.** Türkiye’de telekomünikasyonun tarihçesi [1]

<b>TÜRKİYE'DE TELEKOMÜNİKASYONUN TARİHÇESİ</b>	
<b>YILLAR</b>	<b>AÇIKLAMA</b>
23 Ekim 1840	Bugünkü Türk Telekom’un Postahane-i Amirane adıyla Sultan Abdülmecit tarafından kuruldu.
3 Mayıs 1909	İlk manuel telefon santrali, İstanbul Büyük Postane binasında 50 hatlık olarak tesis edildi.
11 Eylül 1926	Türkiye’nin ilk otomatik telefon santrali, 2000 hatlık kapasiteyle Ankara’da hizmete verildi.
1 Eylül 1929	Tek devreli ilk şehirlerarası haberleşmesi Ankara-İstanbul arasında gerçekleştirildi.
Kasım 1973	İlk otomatik teleks santrali kuruldu.
23 Nisan 1979	İlk uydu haberleşme yer istasyonunun hizmete verilmesiyle INTELSAT üzerinden Atlantik bölgesi uyduları kullanılarak 13 ülke ile haberleşme sağlandı.
18 Aralık 1984	Türkiye’nin ilk sayısal telefon santrali, Ankara Kavaklıdere’de hizmete verildi.
23 Ekim 1986	Mobil telefon, Ankara ve İstanbul’da; çağrı cihazları da Ankara, İstanbul ve İzmir’de hizmete verildi.
21 Aralık 1990	Fransız Aerospatiale firması ile “TÜRKSAT Milli Haberleşme Uyduları” sözleşmesi imzalandı.

24 Aralık 1990	EMOS 1 projesiyle, İtalya-Yunanistan-Türkiye-Ortadoğu arasında fiber optik denizaltı kablosu üzerinden haberleşme sağlandı.
23 Şubat 1994	Türkiye GSM teknolojisiyle tanıştı. Haberleşmede sınır tanımayan GSM ilk kez Ankara, İstanbul ve İzmir'deki abonelerine hizmet vermeye başladı.
11 Ağustos 1994	Türkiye'nin ilk uydusu TÜRKSAT uzaya fırlatıldı.
1996	TURPAK şebekesi üzerinden yüksek hızlı veri iletimi sağlayabilen Frame Relay ve ATM servisleri devreye verildi.
10 Temmuz 1996	Türkiye'nin ikinci uydusu TÜRKSAT 1C uzaya fırlatıldı.
1996	Türkiye Ulusal İnternet Altyapı Ağı (TURNET) hizmete verildi.
1997	Türkiye'deki tüm üniversiteleri TURPAK şebekesi üzerinden birbirine bağlayan Ulusal Akademik Ağ (ULAKNET) projesi hayata geçirildi.

**Tablo 3.** Türkiye'de afet yönetimi [1]

<b>TÜRKİYE DE AFET YÖNETİMİ</b>	
<b>YILLAR</b>	<b>AÇIKLAMA</b>
1939	Ülkemizde doğal afetlere ilişkin politikalar ilk olarak 1939 Erzincan Depremi sonrası geliştirilmeye başlanmıştır
1959	1959 yılında çıkarılan 7269 sayılı "Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun" ile konuyla ilgili yasal boşluk giderilmeye çalışılmıştır.
1999	Türkiye'de afet yönetimi ve koordinasyonu alanında dönüm noktası ise 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi'dir
2000	16 Haziran 2000 tarihinde, Türkiye ile ABD arasında "Afetlere Ön Hazırlık ve Afet Yönetimi Alanında Türk-Amerikan İş Birliği 2000 Yılı Çalışma Planı" imzalanmıştır. Sürecin sonunda kurumsal anlamda FEMA ile benzer olan AFAD kurulmuştur.
2009	Afet ve acil durumlarda yetki ve koordinasyonun tek bir elde toplanması gerekliliğinden dolayı 2009 yılında çıkarılan 5902 sayılı yasa ile Başbakanlık'a bağlı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) kurulmuştur.
2011	23 Ekim 2011 Van Depremi ise Afet sonrası iletişim ve koordinasyonu sağlamak adına bir miladın adı haline gelmiştir. AFAD ve BİLGEM arasında Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi oluşturmak için KGHS projesinin temelleri atılmıştır.

### 2.3.2. Dünyada Mevcut Durum

Doğal afetler, toplumlara derinden etkileyen ve birçok hizmetin aksamasına neden olan olaylardır. Bu olumsuz etkiler arasında en önemli ve öne çıkan iletişimde yaşanan sorunlardır. Afetlerin meydana gelmesiyle birlikte kaos ortamları oluşabilmekte ve bu durumun temel nedeni iletişim eksiklikleri

olabilmektedir. İletişim sadece afet anında hızlı bilgi akışı sağlama amacıyla değil, aynı zamanda afet yönetimi süreçlerinin tüm aşamalarında karar alma ve eylem planlaması için kritik bir role sahiptir. Afetlerin yol açtığı zararları minimize etmek ve afete dayanıklı bir toplum oluşturmak için kesintisiz iletişimin rolü son derece kritik ve belirleyicidir. Bu bağlamda, afet öncesi ve sonrasında sürekli iletişim, afet yönetiminin başarısını doğrudan etkilemektedir.

Afetler, şiddeti ve etkilediği coğrafya açısından toplumları büyük ölçüde etkileyen doğal olaylardır. Ülkeler, bu tür afetlere hazırlıklı olmak, politika belirlemek, farkındalık oluşturmak ve toplumu bilinçlendirmek gibi farklı konularda çeşitli stratejiler izlemektedir. Örneğin Japonya, Çin ve Amerika gibi ülkeler coğrafi konumları nedeniyle sıkça doğal afetlerle karşılaşmaktadır. Ancak bu ülkeler, bu felaketlerden aldıkları derslerle afet öncesi ve sonrası yönetim stratejileri oluşturarak kendilerini daha hazır hale getirmişlerdir.

Bu ülkeler, yaşadıkları acı tecrübeleri bir avantaja dönüştürerek afet yönetimi için benzersiz stratejiler geliştirmişlerdir. Bunun sonucunda, afet öncesinde ve sonrasında iletişim, afetlere karşı dayanıklılığı artırmak ve etkileri minimize etmek için kritik bir faktör haline gelmiştir.

Japonya, sık sık doğal felaketlerle karşılaşan bir ülke olarak öne çıkmaktadır. Bu felaketlerin sayısı, ülkenin nüfus yoğunluğu ve ölüm oranlarıyla kıyaslandığında, Japonya'nın afetlerle başa çıkma konusunda oldukça etkili bir performans sergilediği görülmektedir. Özellikle büyük depremlerin ve iletişim sıkıntılarının etkisi asgari düzeydedir. Japonya, tarihindeki büyük depremlerden ders çıkarmış ve afet yönetimi politikalarını ve stratejilerini geliştirmiştir.

1923 yılında yaşanan Büyük Kanto depremi ve 1995 yılında gerçekleşen Kobe depremi gibi büyük felaketler, Japonya'nın afetlere karşı daha dirençli olma yolunda adımlar atmasını sağlamıştır. Ülke, bu felaketlerden çıkarılan derslerle yeni yönetim politikalarını ve stratejilerini üretmiştir. Bu sayede 11 Mart 2011'de meydana gelen Büyük Doğu Japonya Depremi gibi büyük bir felakette bile oldukça hazırlıklı olmuştur.

Bu depremde, Japonya'nın sağlam binaları sayesinde büyük ölçüde yıkım yaşanmamıştır. Ancak depremin tetiklediği tsunamiler nedeniyle can ve mal kaybı yaşanmıştır. Depremin ardından kara ve demir yolları ciddi şekilde hasar görmüş, yaklaşık 5.5 milyon kişi elektriksiz kalmış, 1.5 milyon hane susuz kalmış ve gıda sıkıntısı yaşanmıştır. Ancak Japonya'nın yerel kaynakları, hızla bu zorlukların üstesinden gelmiştir. Bu başarının ardında en büyük etken, etkili iletişim koordinasyonunun sağlanması olmuştur.

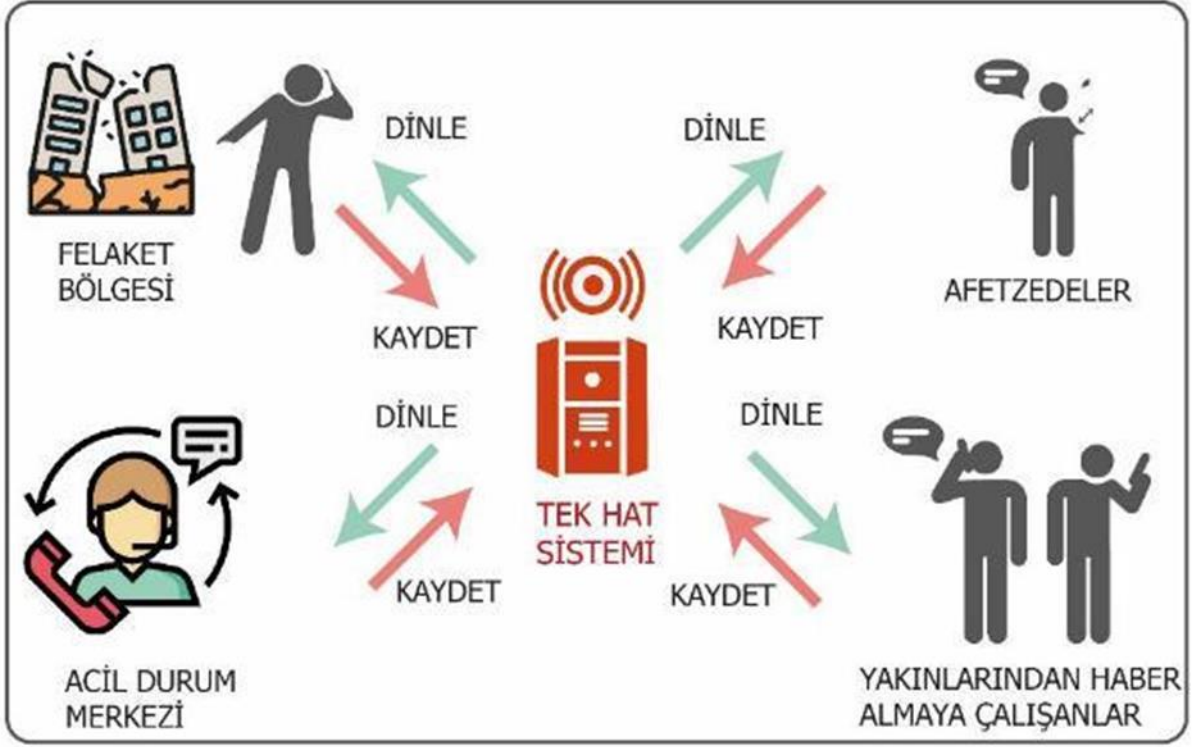
Japonya'nın afetlerle mücadelesindeki bu etkili iletişim yaklaşımı, diğer ülkelere de örnek teşkil etmektedir. Ülkenin afet öncesi hazırlık ve sonrası yönetim planlaması, iletişimdeki etkili koordinasyon ile desteklenerek can ve mal kaybının asgariye indirilmesi amaçlanmıştır.

Japonya, doğal afetlere karşı kesintisiz iletişim ve etkili koordinasyon sağlama amacıyla örnek bir model sunmaktadır. Bu amaçla her akıllı telefonda bir deprem ve tsunami acil durum uyarı sistemi kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. Bu sistem, yaklaşan felaketlerden yaklaşık beş ila on saniye önce kullanıcılara uyarı vererek insanlara hazırlıklı olma imkânı sunmaktadır. Deprem anında ise "Jishin desu! Jishin desu!" (Deprem var!) uyarısıyla kullanıcılara anlık bilgi sağlanmaktadır. Uygulama aynı zamanda "Acil Toplanma Alanları" ve "Yardım-destek talepleri" gibi önemli bilgilendirmeleri de içermektedir.

Japonya'da deprem anlarında tüm TV kanalları derhal resmi deprem bilgilendirme yayınlarına geçmektedir. Bu yayınlarda nüfusa güvenli kalma yöntemleri ve acil önlemler hakkında detaylı bilgiler sunulmaktadır. Ayrıca depremin artçıları ve korunma stratejileri hakkında bilgiler paylaşılmaktadır. Ülkede tek bir kaynaktan bilgi edinme ve ekipler arası koordinasyonun sağlanması büyük önem taşımaktadır.

Japonya'da kurulan iki merkez birim, afet durumunda hayata geçirilecek tedbirleri yönetmekle kalmayıp aynı zamanda felaket bölgesindeki tüm ekipleri koordine etmek için kullanılmaktadır. Bu merkez birimler sayesinde ekiplerin doğru ve anlık bilgilerle yönlendirilmesi hedeflenmektedir. 2011 Tohoku depremi örneğinde, bilgi ve iletişimin güvenliği ve sorunsuz iletimi büyük iletişim şirketleri NTT ve NTT Docomo tarafından sağlanmıştır. Halk, afet anında ve sonrasında GSM operatörlerinin aşırı yüklenmesini engellemek amacıyla devletin ücretsiz karasal hatlarını kullanarak iletişim sağlamıştır.

Japonya, sık sık doğal afetlere maruz kaldığı için acil durum haberleşmesi için kullanılan etkili bir sistem örneği sunmaktadır. Bu sistem, "171 Afet Acil Haberleşme Sistemi" olarak bilinmektedir ve ülkede uygulanmaktadır. Tam adı "171 Afet Acil Durum Mesajı Arama" olan bu servis, afet bölgelerindeki bireylerin güvenlik durumlarını ve diğer bilgileri sesli olarak kaydedip iletebilmelerine imkân tanımaktadır. Bu sistem, mobil hatlarının yanı sıra sabit telefon hatları, halka açık telefonlar ve fiber hatlar üzerinden de kullanılabilir.



Şekil 3. Afet Acil Durum Mesajı Arama İletişimi için Sistemin Çalışma Prensipleri

Potansiyel deprem veya benzeri afet durumlarında, tüm GSM şebekeleri Japonya'nın "171" adını verdiği tek bir numaraya entegre edilmektedir. Bu sistem, cep telefonu şebekelerinin çalışmadığı durumları göz önünde bulundurarak geliştirilmiştir. Bu yöntemle, afet bölgesindeki bireyler, cep telefonları aracılığıyla iletişim servisi olmadan yakınlarına ve acil durum merkezine sesli veya yazılı olarak konum ve durum bilgilerini iletebilmektedir. Sistem, kullanıcıların 171 numarasını aramasıyla çalışır; kullanıcılar 1 tuşuna basarak buldukları konumla ilgili bir mesaj bırakabilir ve 2 tuşuna basarak gelen mesajları dinleyebilirler. Böylece, bu sistem aracılığıyla iletişim kesintiye uğrasa bile iletişimdeki aksaklıklar en aza indirilerek kesintisiz iletişim sağlanmış olur. Japonya'da başarılı bir şekilde uygulanan "171 Afet Acil Haberleşme Sistemi", Türkiye'de GSM operatörleri ve AFAD'ın iş birliği ile uygulama için çalışmalar başlatılmıştır [2].

Amerika Birleşik Devletleri, kesintisiz iletişim sistemleri konusunda dikkate değer bir örnek sunmaktadır. Ülkede olağanüstü haller ve afet yönetimi alanında koordinasyonu sağlayan ana kuruluş, Federal Acil Durum Yönetim Kurumu (FEMA) olarak belirlenmiştir. FEMA, herhangi bir afet durumunda hızlı yanıt verme kapasitesine sahip olarak hareket etmekte ve bölgedeki koordinasyonu tek bir merkezden sağlama amacını taşımaktadır. Bu amacı gerçekleştirmek için kesintisiz iletişim kaynakları son derece kritik bir rol oynamaktadır. ABD, "The US Government Emergency Telecommunications Service (GETS)" adını verdiği sistem aracılığıyla afet durumlarında öncelikli ve kesintisiz iletişim sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, Wireless Priority Service (WPS) adını taşıyan sistem, acil durumlarda

kablosuz ağ yoğunluğunu yönetmek için ek bant genişliği ve spektrum sunarak kesintisiz iletişimi desteklemektedir. Bu sistemler, 11 Eylül Saldırıları, Katrina Kasırgası, Harvey Kasırgası ve 7 Temmuz 2005 Londra bombalama olayları gibi olaylarda kesintisiz iletişimi sağlama başarısını göstermiştir.

Çin, deprem riski yüksek bölgelerde özellikle ulaşımın zor olduğu alanlarda uydu tabanlı iletişim sistemlerinin kurulmasına öncelik vermektedir. Örneğin, 12 Mayıs 2008'deki Wenchuan Depremi sırasında yolların çökmesi ve kötü hava koşulları nedeniyle sadece uydu tabanlı iletişim sistemlerinin etkin bir şekilde çalışabildiği tespit edilmiştir. Ülkelerin kablosuz iletişimde frekans alanlarını etkin kullanması da büyük bir önem taşımaktadır.

Afet durumlarında, iletişim altyapısı tamamen veya kısmen zarar görebilmektedir. Buna ek olarak, enerji kaynaklarının kesilmesi gibi nedenlerle haberleşme güç üniteleri de etkilenmektedir. Hatta altyapı ve güç sorunları yaşanmasa bile, afet sonrasında yoğun iletişim talepleri nedeniyle iletişim hatlarının kullanımında aksamalar yaşanabilmektedir. Tüm bu olumsuzluklar göz önünde bulundurulduğunda, afet sonrasında kesintisiz iletişimi sağlayabilecek uygulamalara olan ihtiyaç daha da belirginleşmektedir. Bu bağlamda, dünya genelinde geliştirilen ve kullanılan mobil uygulamalar şunlardır:

1. **FIRECHAT:** 2016 yılında San Francisco'da geliştirilen bu uygulama, kablosuz ağ veya GSM baz istasyonu olmayan bölgelerde Bluetooth ve WiFi kullanarak iletişim sağlamaktadır. Özellikle Çin Hong Kong, Hindistan ve Irak gibi bölgelerde yaygın olarak kullanılmaktadır.
2. **BRIDGEFY:** 2014 yılında Meksika'da başlatılan ve California'da yazılımı geliştirilen bu uygulama, internet ve şebeke erişiminin bulunmadığı alanlarda sadece Bluetooth ile 100 metreye kadar olan mesafedeki cihazlar arasında iletişim kurmayı mümkün kılmaktadır.
3. **VOXER:** Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletinde, 2007 yılında geliştirilen bu uygulama, internet bağlantısı üzerinden telefonları telsiz gibi kullanarak birden fazla kişiye sesli mesaj gönderme imkânı sağlamaktadır. Metin mesajları, fotoğraflar ve konum bilgileri de iletilmektedir. 10 milyondan fazla kullanıcısı bulunmaktadır.
4. **MESHTALK:** Bu uygulama, merkezi olmayan bir iletişim teknolojisi olarak nitelendirilmektedir. İlk olarak OPPO tarafından 2019 yılında tanıtılmıştır. WiFi veya şebeke gerektirmeden 3 km'lik bir alanda fotoğraf, video ve metin gönderimini sağlar. Şu anda 5 binden fazla kullanıcısı bulunmaktadır.

### 2.3.3. Türkiye'de Mevcut Durum

Afet sonrasında kesintisiz iletişim sağlamak, iletişim teknolojilerinin hayati bir rol oynadığı bir konudur. Bu teknolojiler, erken uyarı sistemlerini, radyo ve televizyon gibi iletişim araçlarını, cep telefonlarını, web sitelerini, sosyal medya platformlarını ve diğer iletişim kanallarını destekleyerek afet durumlarında



bireyleri ve toplulukları bilgilendirmeyi ve yönlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle, kesintisiz iletişim ve haberleşme, afetin etkilerini en aza indirme ve kurtarma çabalarını koordine etme açısından kritik bir öneme sahiptir.

Türkiye’de de afet anlarında iletişim altyapısı ciddi zarar görmekte ve hem kablosuz hem de kablolu iletişim kesilmektedir. İnternet erişimi de sıkıntıya girebilmektedir. Bu durum, iletişimin büyük ölçüde aksadığı ve afet sonrası iletişim altyapısının hızla onarılamadığı bir ortamın oluşmasına sebep olmaktadır.

1999 yılında meydana gelen Gölcük depremi, hızla yayılan bir felaketin ardından iletişim altyapısında büyük sorunlara neden olmuştur. Depremin etkisiyle elektrik kesintileri ve telefon altyapısının çökmesi gibi ciddi sıkıntılar yaşanmıştır. Bu altyapıların tamir edilerek normale dönmesi ise yaklaşık on gün gibi uzun bir zaman almıştır. Bu kesintiler, acil arama ve kurtarma çalışmalarını etkileyerek önemli bir engel oluşturmuştur.

Özellikle acil durum bölgelerinden haber almak ve arama kurtarma ekiplerinin koordinasyonunu sağlamak için kullanılacak geçici GSM altyapısının kurulumu, maalesef 24 saatlik bir gecikme yaşamıştır. Bu gecikme, iletişim ağlarının hızla kurulmasındaki zorlukları gözler önüne sermiştir. Bununla birlikte, GSM operatörlerinin yanı sıra medya da iletişimin önemli bir aracı olmuştur. Medya vasıtasıyla afet bölgesinden canlı yayınlar yapılarak halkın bilgilendirilmesi sağlanmıştır. Ulusal gazetelerin internet sayfalarında ölü ve yaralıların isimlerinin yayınlanması da önemli bir rol oynamıştır.

Ancak maalesef Gölcük Depreminde yaşanan altyapı çökmesi, kurum içi ve dışı iletişim eksikliği, depremin etkilerini daha da ağırlaştırmış ve başarısızlığa yol açmıştır.

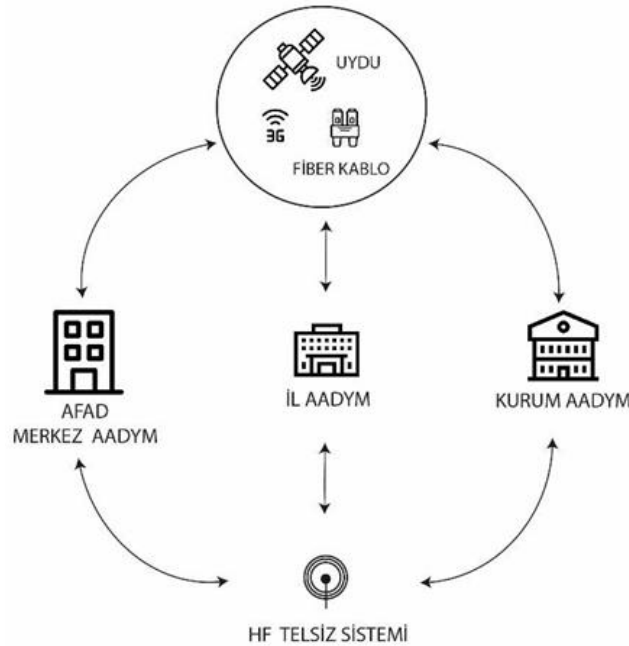
23 Ekim 2011 tarihinde Van-Erciş merkezli ve 7,2 büyüklüğünde gerçekleşen deprem, Van ilinde ve çevresinde büyük ölçüde tahribata neden olmuştur. Bu deprem, yüksek sayıda can ve mal kaybına yol açmıştır. Van’da yaşanan depremin hemen ardından, iletişim konusunda büyük sorunlar yaşandığı belirginleşmiştir. Cep telefonları üzerinden yapılan iletişim, bölgeye ve bölgeden yoğun arama trafiği nedeniyle ciddi sıkıntılarla karşılaşmıştır. Bu durum, aynı anda ve sık sık yapılan çağrılarının yoğunluğu nedeniyle baz istasyonlarının kapasitesinin aşılmasıyla kısmi olarak çalışmaya başladığını göstermiştir. Arama trafiğindeki azalma ile iletişim sorunlarının hafiflediği görülse de, bölgedeki baz istasyonu sayısının nüfus yoğunluğuna göre yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum, iletişim kesintisinin uzun bir süre boyunca devam ettiğini göstermiştir.

Yaşanan iletişim sorunlarının ardından GSM operatörleri, deprem sonrası altyapıyı güçlendirmek amacıyla mobil araçlar, jeneratörler ve ek ekiplerle destek sağlama yoluna gitmiştir. Ayrıca, sosyal medya platformlarının da önemi bu süreçte açıkça ortaya çıkmıştır. Türkiye’de afet durumlarında sosyal

medyanın ilk kez aktif olarak kullanıldığı bu depremde, Facebook ve Twitter gibi platformların, adeta bir afet koordinasyon merkezi gibi işlev gördüğü gözlemlenmiştir.

17 Ağustos 1999 Gölcük depreminin ardından yaşanan iletişim aksaklıkları, Bilgi Teknolojileri Kurumu (BTK) başta olmak üzere çeşitli operatörler ve kurumlar tarafından dikkate alınarak önlem alma sürecini başlatmıştır. Benzer şekilde, 23 Ekim 2011 Van depreminde de Türk Telekom, deprem bölgesindeki müşterilere ücretsiz iletişim imkânı sunarak destek olmuştur. Bu süreç, ADSL hizmetinin kesintisiz bir şekilde devam etmesiyle desteklenmiştir [3].

Van depreminin etkileri sonrasında, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) ve TÜBİTAK iş birliğiyle afet sonrası kesintisiz iletişimi sağlamak amacıyla bir projenin temelleri atılmıştır. Bu projenin odak noktası, 4 aşamalı Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi (KGHS) oluşturularak afetlerde iletişimin kesintisiz olarak devam etmesini sağlamaktır. İlk olarak pilot illerde (Ankara, Eskişehir, Zonguldak, Diyarbakır) uygulanacak olan proje, AFAD ve TÜBİTAK BİLGEM Bilişim Teknolojileri Enstitüsü arasında imzalanan sözleşme ile somut bir şekilde hayata geçirilme aşamasına gelmiştir. Bu proje, afet ve acil durumlar sırasında, öncesinde ve sonrasında koordineli bir şekilde görev alacak kurumların iş birliği ile Haber Alma ve Yayma Sistemi, İkaz ve Alarm Sistemi, Erken Uyarı Sistemleri gibi iletişim altyapılarını kesintisiz ve güvenli bir şekilde geliştirmeyi amaçlamaktadır.



Şekil 4. Kesintisiz Güvenli Haberleşme Sistemi Akış Şeması (AFAD) [12]

AFAD tarafından hayata geçirilen haberleşme sistemi, iletişim kanallarını çeşitlendirerek güvenilir ve kesintisiz iletişimi hedeflemektedir. Sistemin temelini fiber kablo, 3G, uydu ve HF telsiz oluştururken otomatik aktarım özelliği sayesinde iletişim bir kanalda kesildiğinde diğer kanal otomatik olarak

devreye girecektir. Proje kapsamında, dördüncü bir iletişim kanalı olarak ülke genelinde bulunan HF/SSB telsiz sistemi kullanılacaktır. Aynı anda kullanılması planlanan haber alma ve yayma sistemi, ikaz ve alarm sistemi ve mesajlı uyarı sistemini içeren İkaz ve Alarm Bütünleşik Sistemi ARGE Projesi (İKAS), pilot projenin bir parçası olarak yer almaktadır.

AFAD, Kandilli Rasathanesi, Türk Kızılayı ve Avea tarafından akıllı telefonlar için geliştirilen mobil uygulamalar, afet durumlarında iletişim ve bilgi erişimini kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Türk Kızılayı'nın sunduğu kapsamlı uygulama, deprem, sel, heyelan, orman yangını ve çığ gibi çeşitli afet türleri hakkında bilgi sağlayarak insanların korunma bilincini artırmayı hedeflemektedir.

AKUT Arama Kurtarma Derneği ve Genel Bilgi Teknolojileri iş birliğiyle geliştirilen "Akut Güvendeyim" uygulaması, doğal afetler gibi acil durumlar sırasında insanların güvende olduğunu bildirebilmeleri için tasarlanmış bir uygulamadır. Özellikle deprem gibi anlık afetlerde kullanılan bu uygulama, afetzedelerin önceden belirledikleri kişilere kısa mesaj yoluyla güvende oldukları bilgisini iletebilmelerini sağlamaktadır. "Akut Güvendeyim" uygulaması Türkiye'de en yaygın olarak kullanılan afet sonrası uygulamalardan biridir ve 1 milyondan fazla kullanıcıya sahiptir.

Bu uygulama sayesinde internet erişimine ihtiyaç duyulmadan, doğal afet gibi acil durumlarda tek bir butona basılarak konum bilgisi belirlenen kişilere iletilmektedir. Uygulama, anında iletişim kurma ve güvende olduğunuzu bildirme amacıyla basit ve etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır.

2014 yılında İstanbul Kalkınma Ajansı tarafından desteklenen "Sayısal Telsiz ile Afetlerde Kesintisiz Haberleşme, Ekip Yönetimi ve Şiddet Haritası Üretimi" projesi, afet anında iletişim altyapısının kesintiye uğraması ve haberleşme sorunlarının çözümüne odaklanmıştır. Bu projenin yürütücülüğünü AKOM üstlenmiştir. Projenin amacı, telsiz sistemlerini kullanarak afet anlarında kesintisiz haberleşme sağlayan bir sistem geliştirmektir.

İstanbul'un genelinde yaşanabilecek herhangi bir afet veya acil durumda, müdahale ekiplerinin merkez ile birbirleri arasında kesintisiz haberleşmesini mümkün kılmak hedeflenmektedir. Proje kapsamında, olası afetlerde yardım ekiplerinin etkili bir şekilde yönetilebilmesi ve koordine edilmesi için iletişim altyapısı sağlanacaktır. Bu proje, Bilgi İşlem Müdürlüğü ve Elektronik Sistemler Müdürlüğü gibi ilgili birimlerle iş birliği içinde planlanmış ve başarılı bir şekilde uygulanmıştır.

Bu ARGE projesi sayesinde, olası afet durumlarında kesintisiz haberleşme sistemi test edilmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Proje sonuçları göz önünde bulundurularak, bu sistemin yaygınlaştırılması planlanmaktadır. Böylece İstanbul'da afet anlarında ekipler arasında etkili iletişimin sağlanması ve müdahalelerin daha koordineli bir şekilde yönetilmesi amaçlanmaktadır [4].

Bu sistem, üç ana bileşenden oluşmaktadır: "Araç Haberleşme Ekip Yönetimi Yazılımı," "Araç Haberleşme Cihazı Yazılımı" ve "Haberleşme Altyapısı." Ekiplerin ve merkezin hızlı ve kesintisiz iletişim kurabilmesi için enerji kesintileri ve yoğunluk gibi etkenlerden etkilenmeyen bir haberleşme sistemi tasarlanmıştır. GSM ve telsiz gibi mevcut haberleşme yöntemlerinin yaşadığı sorunlar ele alınarak bu sorunlardan etkilenmeyen bir sistem üzerinden kesintisiz haberleşmenin sağlanması amaçlanmıştır. Afet durumlarında internet erişimi ve GSM operatörlerinin kesintiye uğradığı göz önünde bulundurularak ekiplerin telsizler aracılığıyla belirli frekans aralıklarından haberleşme yapabilmesi hedeflenmektedir. Bu sistem sayesinde telsizler aracılığıyla afet bölgelerine hızlı bir şekilde müdahale edilerek yardım ulaştırılması amaçlanmaktadır [5].

30 Ekim 2020'deki İzmir Seferihisar depreminde yaşanan iletişim altyapısının kesintiye uğraması sonucunda afetzedelerden haber almak için çözüm olarak bölgedeki telsiz frekansları dijitalleştirilerek internet üzerinden Sakarya'daki merkez röleye yönlendirilmiştir. Bu olay, kesintisiz iletişimin önemini bir kez daha vurgulamıştır. İzmir Büyükşehir Belediyesi, afet ve kriz anlarında kesintisiz iletişimi sağlamak amacıyla sayısal telsiz sistemi kullanımına geçmiştir. Bu büyük ölçekli sistem, 21 ilçenin yetki alanını kapsamaktadır ve 11 baz istasyonu ile donatılmıştır. 200 GPS'li, 2895 el tipi, 775 araç tipi ve 225 sabit merkez olmak üzere toplamda 3895 aktif telsiz kullanılarak kesintisiz iletişim sağlanmaktadır. Bu sistem, olası bir afet durumunda can ve mal kaybını en aza indirmek için devreye alınacaktır [6]. Ayrıca Elazığ ve İzmir depremleri sonrasında yaşanan iletişim sorunlarını aşmak amacıyla kullanıcılar, alternatif çözüm olarak internet üzerinden hizmet veren iletişim araçları olan WhatsApp, Telegram ve Viber gibi platformlara yönelmiştir.

### ***Projenin bağlantılı olduğu alanlar***

Afet Sonrası İletişim Sistemleri projesinin bağlantılı olduğu alanlar listelenmiştir:

- Bilgi Teknolojileri ve İletişim
- Afet ve Acil Durum Yönetimi
- Şehir ve bölge planlama
- Ekonomi
- GSM operatörleri
- Ulaştırma ve altyapı
- Akıllı şehirler

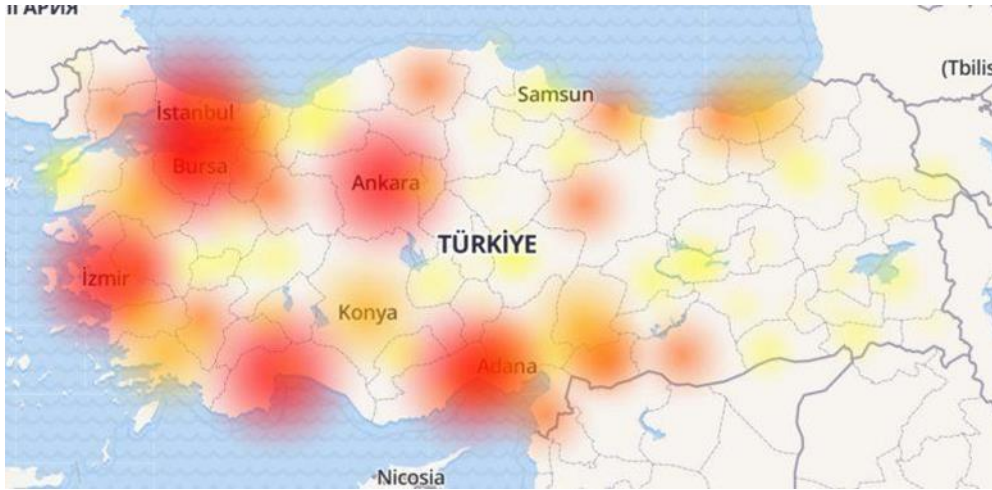
## **2.4. İhtiyaç Analizi**

### ***Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan verilerin incelenmesi***

Tarihten günümüze iletişim teknolojileri sürekli gelişmekte ve özellikle afet durumlarında iletişim büyük bir önem taşımaktadır. Afet anlarında hızlı ve etkili iletişim, kurtarma çalışmalarının yönlendirilmesi ve afetzedelerin durumlarının takibi açısından hayati bir rol oynamaktadır. Örneğin, 1999 Gölcük Depremi sırasında GSM şebekeleri çökerek iletişim kopukluğuna neden olmuştur. O dönemdeki iletişim altyapısı eksiklikleri ve afet boyutlarının tam olarak anlaşılabilmesi, iletişim aksaklıklarının önceden tahmin edilmemesine yol açmıştır. Son yıllarda yaşanan afetler ise Türkiye'deki iletişim altyapısındaki eksiklikleri gözler önüne sermiştir.

26 Eylül 2019 tarihindeki İstanbul depremi sonrasında da iletişim sorunları yaşanmıştır. Bu deprem sonrasında büyük GSM operatörlerinin hatları yoğunluk nedeniyle kesilmiş ve iletişimde sorunlar yaşanmıştır. Bu durum, İstanbul'daki depremin etkilerinin sadece bu şehirle sınırlı kalmayıp ülke genelinde iletişim problemlerine yol açabileceğini göstermiştir [8]. Görsel temsillerde deprem sonrası operatörlere yapılan sorun bildirimleri haritalarla gösterilmiştir. Kırmızı renkli bölgeler, sorunların yoğun olduğu bölgeleri ifade etmektedir (Şekil 5).

Bu tür iletişim altyapısı sorunlarının çözümü için afet durumlarında kesintisiz iletişim sağlayabilen telsiz sistemleri öne çıkmaktadır. Bu telsiz sistemleri sayesinde afet anında hızlı ve etkili iletişim kurulabilir, kurtarma operasyonlarının daha etkili bir şekilde yönlendirilmesi ve can kayıplarının en aza indirilmesi sağlanabilir. Bu nedenle iletişim altyapısı ve afet durumlarına yönelik haberleşme konularına odaklanan çalışmalar büyük bir öneme sahiptir.



Şekil 5. Vodafone'un 26 Eylül 2019, 13:25 Saatinde Erişim Problemi [7]

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

Proje hayata geçirildiğinde, bir dizi kamu kurumu ve kuruluşu bu sistemlerle entegre olarak afet durumlarında karar alacak ve yönetici rolünü üstlenecektir. Aşağıda, proje paydaşları olarak belirtilen kamu kurumları şunlardır:

- İçişleri Bakanlığı
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı,
- Sağlık Bakanlığı,
- Millî Savunma Bakanlığı
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- AFAD
- GSM Operatörleri
- Yerel Yönetimler
- Valilikler
- Üniversiteler
- Sivil Toplum Kuruluşları
- Vatandaşlar
- BTK

Afet Sonrası İletişim Sistemleri projesinde bazı temel beklenti ve faydalar şunlar olabilir:

- Ulusal ölçekte, son teknolojilerin kullanılarak, Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı Kesintisiz İletişim Sistemlerinin akıllı şehirlerde oluşturulması
- AYDES, GAMER, 112, AHC ve gibi ulusal ölçekteki projeler ile entegrasyon sağlanması.
- Merkez ile ekipler arasındaki kesintisiz iletişim ile hızlı ve doğru müdahale sonucunda can ve mal kayıpları azaltılmasını sağlanması
- Afet sonrasında üretilen durum ve risk haritaları ile müdahale alanlarına hasar durumuna göre en kısa sürede ekiplerin verimli dağıtımı ve takibini sağlanması
- Afet durumunda internet erişimi kesintiye uğrasa bile telsiz üzerinden haberleşmeye devam edilebilmesi
- Bir felaket sırasında ve hemen takip eden günlerde tutarlı, kesintisiz iletişim sağlanması, bir kuruluşun görev açısından kritik müdahale gereksinimlerinin karşılanması
- Yetkili kurum ve kuruluşlar arasında, kriz sırasında ve sonrasında iletişim kurulabilmesi ve bilgi paylaşılabilmesi, vatandaşlara en çok ihtiyaç duydukları anda yardımcı olmak için daha iyi ve daha etkili bir koordineli yanıtların oluşturulabilmesi
- Afet alanında veriye hızlı ve doğru bir şekilde ulaşılması, veriden hızlı bir şekilde bilgi üretilmesi ve bu bilgi ile hızlıca afet alanında alınacak müdahale planı ile ilgili karar verilmesi
- Afet anında ve sonrasında farklı kurum ve merkezler mutlaka sağlıklı bir iletişim altyapısı ile iletişimde olmalı, toplanan veriler ortak bir veri tabanında toplanmalıdır. Halkı ilgilendiren bilgilerin güncel şekilde çeşitli kanallardan duyurulması

- Sistem paydaşlarının afet anında ve sonraki süreçlerinde doğru ve güncel bilgiye en son teknoloji ile en kısa sürede erişiminin sağlanması
- Donanım ve yazılım altyapısı sayesinde sağlıklı veri toplanması ve işlenmesi, bu verilerin karar alma mekanizmalarında işlenerek daha iyi ve az maliyetli hizmet sunması

Yukarıda özetlenen beklenti ve faydalar göz önünde bulundurulduğunda Afet Sonrası İletişim Sistemleri projesi için hedefler tespit edilmiştir:

- Afet durumlarında kesintisiz iletişim sağlamak.
- Afet bölgelerindeki ekiplerin koordinasyonunu güçlendirmek.
- Afet bölgesinden gelen verileri hızlı ve güvenilir bir şekilde toplamak ve iletmek.
- Afet sonrası yıkımın ve hasarın hızlı bir şekilde tespit edilmesini sağlamak.
- Acil yardım ekiplerinin afet bölgelerine hızla ulaşmasını sağlamak.
- Kesintisiz iletişim ağı kurarak, afet durumunda hızlı bir kurtarma sistemi oluşturmak.
- İletişim kesintilerinin yönetim zafiyetlerine yol açmasını önlemek.
- Afetlerin değerlendirilmesi ve acil müdahale planlarının oluşturulmasına destek olmak.
- Ekiplerden gelen durum raporlarını işlemek ve şiddet haritaları oluşturmak.
- Afet ve acil durum planları yapan kurumlarla sonuçları paylaşmak.
- Sahadan alınan sonuçlarla ulaşım altyapısı ve alan hasar durumlarını haritalandırmak.

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

- **Güçlü Yönler:**
  - Afetler sırasında kesintisiz iletişim altyapısı, afetin boyutlarının hızla belirlenmesine yardımcı olur.
  - Hızlı ve kesintisiz haberleşme, can ve mal kayıplarını en aza indirme potansiyeline sahiptir.
  - Hasar durumuna göre, ekiplerin hızlı bir şekilde ve etkili bir şekilde dağıtılması ve izlenmesi sağlanır.
  - Ulusal projelerle entegrasyon, AYDES, GAMER, 112, AHC gibi büyük projelerle uyum sağlar.
  - Ülke genelinde akıllı şehirlerde kullanılmak üzere CBS tabanlı kesintisiz iletişim sistemlerini güncel teknoloji ile oluşturur.
  - Ülkemizin bilgi toplumuna geçişine katkıda bulunarak modernleşmeye destek olur.
  - Potansiyel can ve hasar kayıplarını en aza indirme amacı güder.
- **Zayıf Yönler:**

- Yetki ve görevlerin belirsizliği, koordinasyon eksiklikleriyle sonuçlanabilir.
- Saha bakımı için yüksek maliyetler gerekebilir.
- İletişim alt yapısının dayanıksız binalara yerleştirilmesi, sistemlerin zarar görmesine neden olabilir.
- Çevresel ve doğal risk faktörleri, iletişim sorunlarına yol açabilir.
- Donanım ve bütçe sıkıntıları, iletişim eksikliklerine neden olabilir.
- Afet sonrası çöken iletişim sistemleri, acil durumda iletişim kopukluğuna neden olabilir.

## 2.5. Talep Analizi

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

Kamu kurumlarının iletişim sıkıntıları, kaynak yönetimi ve acil kurtarma hizmetlerinin aksamalarına yol açabilir. Küçük ölçekli afetlerde halkın yoğun iletişim talepleri, telefon santralleri ve GSM şebekelerinin tıkanmasına neden olabilir. Bu durum afet bölgesi ile iletişim sorunlarına yol açabilir. Orta büyüklükte bir afette, kara hatlarının zarar görmesi durumunda iletişim sorunları yaşanabilir ve kurtarma çabaları sekteye uğrayabilir. Büyük afetlerde iletişim hatlarının, elektrik kesintileri ve ulaşım yollarının hasar görmesi, afet bölgesinde iletişimin tamamen kopmasına neden olabilir.

Ülke genelinde afet anında kesintisiz, bloke olmayan, hızlı ve etkili bir iletişim sisteminin tasarlanması ve kurulması gerekmektedir. Türkiye Radyo Amatörleri Cemiyeti (TRAC) gibi gönüllü örgütlerle iş birliği yaparak mevcut iletişim kapasitesi genişletilmelidir. Akıllı şehirler konsepti, BTK, yerel yönetimler, belediyeler, AFAD gibi afet ve acil durumlarla ilgili kurumlarla GSM operatörleri ve telsiz şirketleri ile koordine edilerek kesintisiz iletişim sistemlerinin oluşturulması için çalışmalara başlamıştır.

Türkiye’de akıllı şehirler politikaları Onuncu Kalkınma Planı ile belirlenmiştir. Bu planın tetiklediği pek çok sektörel strateji ve kurum stratejik planları, akıllı şehir ve bileşenlerine odaklanmaktadır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayınlanan 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı, yerel yönetimlerin vatandaşların yaşam kalitesini artırmak için akıllı şehir uygulamaları geliştirmelerini önermektedir. Bu nedenle, büyük şehirler başta olmak üzere birçok ilde akıllı şehir uygulamaları geliştirilmekte ve uygulanmaktadır.

Akıllı şehirler içinde, afet ve acil durum yönetimi "Akıllı Yönetişim" başliğı altında ele alınmaktadır. Bu sistemlerin kurulmasını gerektiren temel faktörler ve göstergeler şunlardır:

- Afet riski
- Acil durum sıklığı
- Bölgenin arazi yapısı ve yağış rejimi



- Nüfus yoğunluğu ve şehirleşme
- Can ve mal kayıplarını azaltma
- Afetlerin ekonomik ve fiziksel etkilerini en aza indirme

#### ***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***

Türkiye'nin herhangi bir şehrinde meydana gelebilecek büyük bir depremde, ağır ve çok ağır hasarlı binaların oranı AFAD tarafından yüksek olarak raporlanmıştır. Bu binaların üzerine baz istasyonlarının yerleştirilmesi ve deprem sonrası altyapının zarar görmesi, iletişim sistemlerinin afet sonrasında çökme ihtimalini artırabilir. Bu nedenle, afet ve acil durumlarda kesintisiz, hızlı ve etkili bir iletişim sisteminin kurulması kritik önem taşımaktadır. Kesintisiz iletişimi desteklemek için akıllı şehirlerin tasarlanması ve iletişim altyapısının güçlendirilmesi gereklidir. İletişim kesintisi yaşanmaması için bu tür durumlar göz önüne alınarak nüfus yoğunluğu ve bölgesel faktörler dikkate alınarak kapasite hesaplamaları yapılmalıdır.

#### ***Yapısal Proje Gereksinimleri***

Afet Sonrası İletişim Sistemleri için yapısal proje gereksinimleri aşağıdaki gibidir:

- İletişim altyapısının depreme karşı dayanıklı olarak tasarlanması
- Kesintisiz enerji kaynaklarının sistemlerin çalışabilirliğini sürdürmek için entegre edilmesi
- Olası veri kaybını engellemek için veri yedekleme ve koruma stratejilerinin hazırlanması ve uygulanması
- İletişim sistemlerinin yoğun kullanıma uygun olacak şekilde kapasitesinin artırılması
- Sistemlerin uzaktan erişilebilir ve yönetilebilir olarak tasarlanması
- Kamu hizmetleri ve acil durum yönetimi ile entegrasyon için uygun altyapıların oluşturulması
- Veri güvenliği sağlamak için şifreleme ve güvenlik önlemlerinin alınması

- Telsiz kulelerinin projelendirilmesi
- Telsiz rölesi kurulumlarının projelendirilmesi
- Hızlı kurtarma planları ve ekiplerinin hazırlanması
- Sistemlerin, düzenli saha testlerine tabi tutulması

### ***Yazılım ve Donanım Gereksinimleri***

Afet Sonrası İletişim Sistemlerinin yazılım ve donanım gereksinimleri aşağıda sıralanmaktadır:

- Coğrafi bilgi sistemleri
- Merkez ekip yönetim uygulaması
- Veri tabanı
- CBS ve Telsiz sunucuları
- Telsiz röleleri
- AKOM araçları
- Radyo alıcıları
- Araç telsizleri
- Endüstriyel tabletler
- Merkezi sunucu
- Telsiz sunucu servisi
- Cihaz yazılımları

### ***Alternatif teknolojiler nelerdir? Karşılaştırma yapınız.***

Afetlerin ne zaman meydana geleceği belirsizdir. Bu tür afetleri önceden tahmin edebilmek için yapılan çalışmalar, afet sonrası kayıpları azaltma açısından büyük öneme sahiptir. Afet anında ve sonrasında hızlı müdahale, kayıpları en aza indirme konusunda yardımcı olur. Afet sonrası kayıpların önlenmesi için temel gereksinimlerin zamanında ve kesintisiz bir şekilde karşılanması gereklidir [9].

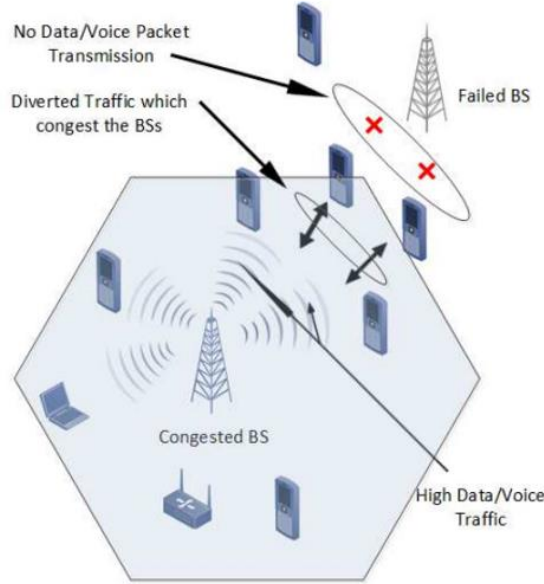
2013 yılı üçüncü çeyreği itibarıyla dünya genelinde mobil ağ kullanıcı sayısı 5,9 milyar aboneye ulaşırken, Türkiye'de nüfusun yaklaşık %91'i olan 75,6 milyon abone bulunuyordu [10]. Aralık 2020 itibarıyla Türkiye'de yaklaşık %98,2 yaygınlık oranına karşılık gelen toplam 82,1 milyon mobil abone bulunmaktadır, bu sayı makineler arası iletişim (M2M) abonelerini de içermektedir. 3G hizmeti Temmuz 2009'da sunulmaya başladı ve Mart 2016 sonunda 65,9 milyon aboneye ulaştı, ancak 1 Nisan 2016'da 4.5G hizmetinin başlamasıyla 3G aboneliğinden 4.5G aboneliğine hızlı bir geçiş yaşandı. Aralık 2020'de 3G abone sayısı 4,3 milyona düşerken, 4.5G abone sayısı 75,9 milyona yükselmiştir. Ayrıca, Aralık 2020'de makineler arası iletişim (M2M) abone sayısı 6,4 milyona yaklaşmıştır [11]. Bu sayısal veriler, afet sonrası iletişim gereksiniminin büyük ölçüde mobil ağlar tarafından karşılandığını göstermektedir.

Afet anında iletişimde temel sorunlar şunlardır:

1. Küçük çaplı afetlerde telefon santralleri ve mobil ağlar sıkışabilir, iletişim kesintiye uğrayabilir.
2. Orta büyüklükteki afetlerde iletişim hatlarında hasar meydana gelebilir ve afet bölgesiyle bağlantı kurulamayabilir.
3. Büyük çaplı afetlerde, yıkılan mobil iletişim kuleleri, elektrik kesintileri ve ulaşım ağlarının zarar görmesi gibi sorunlar yaşanabilir.

Makineler arası iletişim (M2M) operatörlerinin kullanılması, yatırım maliyetlerini azaltabilir. Bu yaklaşım, kablo kesilmeleri veya zarar görmeleri gibi durumları minimize eder.

LoraWAN altyapısının kullanılması, yatırım maliyetini azaltmanın yanı sıra kablosuz iletişim sayesinde çevresel etkenlerden daha az etkilenebilir. Ayrıca, esnek ve kolay kurulum, sensörlerin yer değiştirmesine ve ilave sensörlerin eklenmesine olanak tanır.



**Şekil 6.** Kullanıcı Trafikinin Yüksek Olduğu ve İşlevsel Olmayan Komşu Baz İstasyonlarının Ağ Tıkanıklığı [15]

Afet bölgelerinde iletişimin sürdürülmesi ve sinyal kalitesinin yüksek olması kritik öneme sahiptir.

Afet anlarında kesintisiz iletişim hayati önem taşır. Afet durumları için iletişim devamlılığı için önemli çalışmalar gereklidir. Bu nedenle, kablolu iletişim altyapısından kablosuz iletişim altyapısına yönelmek gerekmektedir.

Afet anlarında kaosun artması, can ve mal kayıplarını artırabilir ve yanlış müdahalelere yol açabilir. Sensörlerin mevcut fiber optik altyapısı olmayan yerlerde M2M veri hatları ile iletişim kurması, sensör verilerini afet koordinasyon merkezine anlık olarak iletebilir. M2M iletişim kesintiye uğrarsa, LoraWAN ve RF altyapısı kullanarak 5 km kapsama alanı ve atlamalı haberleşme protokolü ile sensör verileri afet koordinasyon merkezine iletilir.

Bu teknolojilerin seçiminde temel faktör, afet anlarında işlevselliğini koruyabilmesidir. Alternatif haberleşme modülleriyle iletişimi sürdürmek için zarar görmeyen bir iletişim mimarisi oluşturulur.

Fiber altyapısının yatırım maliyeti yüksek olsa da daha yüksek veri trafiği sağlar ve kamera, anons, sensör verileri okuma gibi çeşitli uygulamalara olanak tanır. Ancak deprem ve sel gibi olaylarda zarar görebilir ve bakım maliyeti dışında maliyeti yoktur.

Mobil iletişim ağlarının afet sırasında kesilmesi ve yüksek veri trafiğine olanak sağlaması gereklidir. Ancak günümüzde bu koşulların hala sağlanamaması, insanları alternatif teknolojilere yöneltmektedir. Bu alternatifler; telsiz, bluetooth, drone gibi teknolojileri içerebilir.

- **Telsiz:** Telsiz sistemleri, afet durumlarında mobil altyapı sistemlerinin çökmesi ve kullanılamaz hale gelmesi halinde kesintisiz iletişimin ve haberleşmenin devamını sağlamak için önemlidir. Bu sistemler afet anlarında hem yardım çağrıları hem de gıda talepleri gibi acil iletişim ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılır.

İletişim altyapısı, telsiz röleleri aracılığıyla iki yönlü iletişim kurar ve bu sayede bluetooth entegrasyonu ile diğer cihazlarla veri alışverişi yapabilir.

Mevcut geniş alan analog telsiz sistemleri, deprem riskini azaltma, kapsama alanı boşluklarını giderme ve mevcut geniş alan analog telsiz sistemlerinin kapsama alanını genişletme amacıyla kullanılır. Ayrıca, farklı iletişim teknolojilerini acil durumlarda ilk müdahale ekipleri ve kamu kurumları tarafından kullanılabilir hale getirir.



Şekil 7. Kewood NX-820 Modeli Telsiz [16]

- **Aselsan telsiz sistemleri:** ASELSAN'ın 4700 telsiz haberleşme sistemi, jandarma, polis, itfaiye, acil sağlık, arama-kurtarma ekipleri ve belediye görevlileri gibi acil durumlar için aktif, kullanımı kolay ve kesintisiz haberleşme imkânı sunar. Bu telsizler, yüksek batarya kapasitesi, hafif tasarım, üstün ses kalitesi, kullanım kolaylığı ve konuşan kimliği görüntüleme gibi özellikleri ile ihtiyaçları karşılamaktadır.

Sistem, bilinen telsiz sistemlerinin özelliklerine ek olarak havadan grup eklemeyi aktif hale getirme, uzaktan parametre değiştirme gibi sıkça kullanılan özelliklere sahiptir, bu da operatörlere hızlı ve kolay değişiklik yapma olanağı sağlar. Telsiz sistemi, kapsama alanı içindeki bölgelerde sistem modunda, dış bölgelerde ise iletişimi sürdürmek için farklı kanallar üzerinden direkt moda çalıştırılabilir. Sayısal kanallar geriye dönük uyumlu iken analog kanallar da desteklenmektedir.

Bu telsizler aynı zamanda veri iletimi için modem olarak kullanılabilirler. Sistem üzerinden veri tabanına erişim sağlanarak ASELSAN uygulamaları üzerinde doküman paylaşımı ve sorgulama yapma olanağı sunar. GPS desteği ile telsizlerin konumları yetkililer tarafından harita üzerinde anlık olarak görüntülenebilir.

- **Motorola telsiz:** Motorola MOTOTRBO DP1400 el telsizi, 16 kanal kapasitesine sahip bir iletişim cihazıdır ve hem analog hem de dijital telsiz bağlantıları desteklemektedir. Bu telsizler, UHF (403-527 MHz) ve VHF (136-174 MHz) frekans aralığında çalışabilirler. Sistem, yüksek ses kalitesi, geniş kapsama alanı ve uzun pil ömrü gibi avantajlar sunmaktadır. Dijital ses iletişimine geçiş yapmak istendiğinde yazılım güncellemesi ile telsizler dijital moda kullanılabilir hale getirilebilirler. Ayrıca, sistemin İleti Kesme özelliği, yöneticilere kritik iletişim durumlarında acil bir şekilde olağan konuşmayı kesme yeteneği sağlar. Telsizler, hızlı bir şekilde programlanabilen bir telsiz yönetim aracı ile yönetilebilirler.
- **Bluetooth:** Bluetooth teknolojisi, kısa mesafede yüksek hızda veri iletimini ve güvenli kablosuz iletişimi desteklemektedir. Bu yöntem, 2.4 GHz frekansında çalışan ve evrensel bir radyo arabirimine dayanan bir sistemdir. Ayrıca, ses ve verilerin sabit veya taşınabilir araçlar arasında iletişimini sağlama kapasitesine sahiptir.



Şekil 8. Bluetooth Cihaz Ağı [17]

- **Drone:** Drone'lar, uzaktan kumanda veya yazılımsal olarak kontrol edilebilen, yönlendirilebilen İnsansız Hava Araçlarıdır (İHA). Günümüzde, İHA'lar sadece askeri amaçlarla değil, aynı

zamanda sivil alanlarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu araçlar, hava yoluyla video ve resim çekimleri, orman yangını gözlemleri, enerji hatlarının kontrolü, çevre denetimleri ve haritacılık gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Teknoloji seçimi, bazı önemli kriterlere dayanmaktadır. Bu kriterler şunlardır:

- Altyapı sisteminin sağlam ve kesintisiz olması
- Sürdürülebilir ve güvenli bir iletişim ağına sahip olunması
- Yerel ve ulusal (ve uluslararası) erişilebilirliğin sağlanması

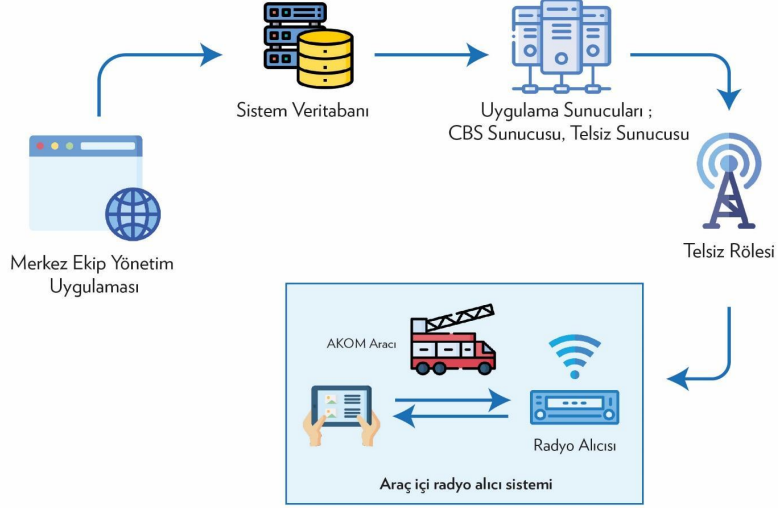
***Teknoloji seçiminin dayandığı kriterler nelerdir? Açıklayınız.***

- 1) *Teknoloji yeni mi*
- 2) *Teknoloji yerli mi*
- 3) *Teknoloji yerli değilse yerleştirilebilir mi*
- 4) *Maliyet*
- 5) *Kesintisiz servis*
- 6) *Kurulum kolaylığı*
- 7) *Entegrasyon kolaylığı*
- 8) *Dayanıklılık (Afet durumunda hasar almama)*
- 9) *Kapsama alanı*
- 10) *Haberleşme protokolü*
- 11) *Yüksek veri trafiği kapasitesi*

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

Bu projenin kapsamı dört ana aşamadan oluşmaktadır: Bunlar sistem mimarisi, donanım altyapısı, yazılım altyapısı ve uygulama yazılımlarıdır.

***Sistem Mimarisi***, projenin temel taşıdır ve donanım, yazılım, cihaz yönetimi ve entegrasyonlar gibi unsurları içermelidir. Ayrıca, projenin büyüklüğüne bağlı olarak telsiz röleleri, araç telsizleri, endüstriyel tabletler ve sunucu gibi dört farklı donanımın kurulumunu içermelidir.

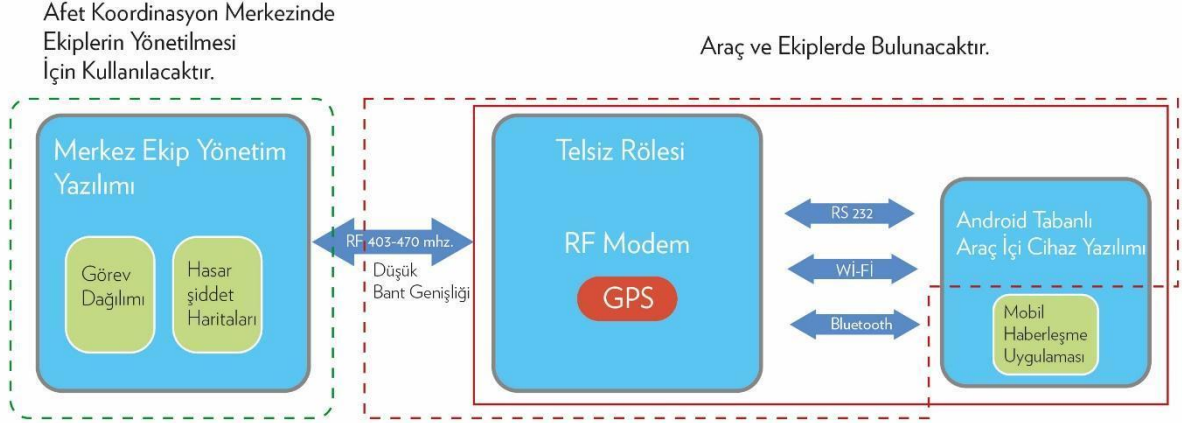


Şekil 9. Sistem Mimarisi [1]

**Telsiz röleleri**, uygulama alanının büyüklüğüne bağlı olarak güvenli bölgelere yerleştirilirken, **Araç telsizleri**, araç içindeki uygulama yazılımlarından veri akışını sağlamak için kullanılır. Bu iletişim, telsiz röleleri üzerinden çift yönlüdür ve Bluetooth entegrasyonu sayesinde diğer cihazlarla da veri paylaşımına imkân tanır.

**Endüstriyel tabletler**, saha ekiplerinin araç içinde iletişim kurabilmeleri için kullanılan donanımdır ve dayanıklıdır. Bu tabletler Android işletim sistemine uyumlu bir uygulama yazılımı ile kullanılır. **Merkezi sunucu** ise sistemin ana uygulamasını barındırır ve verileri saklayarak işler. Bu sunucu, telsiz veya internet aracılığıyla verilerin iletilmesini sağlar ve Afet Koordinasyon Merkezi'nde bulunur. Sunucunun özellikleri, sistemin büyüklüğüne göre projelendirilebilir ve çeşitli veri tabanları ile çalışabilir.

İletişimi kesintisiz hale getirebilmek için **yazılım altyapısı** oluşturulacaktır. Bu altyapı, internet ve telsizler aracılığıyla iletişimi sürdürmek için gereken yazılımı içerecektir. Ayrıca, verilerin işlenmesi ve sunulması için bir veri tabanı sunucusu ve uygulama sunucusu bulunacaktır. Mekânsal verilerin analizi, sunumu ve harita üzerinde gösterilmesi için CBS Sunucuları ve uygulamaları kullanılacaktır.



Şekil 10. Yazılım Haberleşme Altyapısı [1]

Projede, ekip ile merkez arasındaki iletişimi sağlamak amacıyla üç farklı uygulama yazılımı geliştirilecektir:

- *Telsiz Sunucu Servisi:* Merkez ile ekipler arasındaki mesajların iletilmesi için kullanılacaktır. Bu yazılım, ekiplere görev iletimi, rota oluşturma ve güncelleme ile durum güncellemeleri için kullanılır.
- *Ekip Yönetim Yazılımı:* Saha ekiplerinin merkezden yönetilmesi için kullanılır. Planlama, görevler, mesajlar ve raporlama gibi işlevleri içerir. Deprem hasar tahmin sistemi ile entegre çalışarak hasarlı bölgeleri belirler.
- *Cihaz Yazılımı:* Sahadan çalışan ekipler ile merkez arasındaki iletişimi sağlar. Android işletim sistemli endüstriyel tabletler üzerinden görev iletimini yapar ve ekiplere mesajlar iletilir. Bu yazılım, harita üzerinde rotaları izleme ve hasar tespiti yapma gibi özellikleri içerir.

#### 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.

- Telsiz röleleri
- Röle alıcıları
- Dokunmatik tablet
- Telsiz
- Merkezi ekip yönetim uygulaması
- Telsiz sunucu
- Mobil haberleşme yazılımı



- Rôle kontrol yazılımı

İşletim maliyetlerinin hesaplanmasında aşağıdaki temel parametreler göz önüne alınmalıdır.

- Yetkin Çalışan Maliyeti
- Donanım Bakım-Onarım Maliyetleri

Tablo 4. Proje Maliyet Kalemleri [1]

	Personel Maliyeti		Lisans Maliyetleri (Yazılım Maliyeti)		Donanım ve Demirbaş Maliyetleri		Danışmanlık Hizmetleri		TOPLAM
	İlk Kurulum	Yıllık Bakım	İlk Kurulum	Yıllık Bakım	İlk Kurulum	Yıllık Bakım	İlk Kurulum	Yıllık Bakım	
Afet Sonrası İletişim Sistemleri	\$37.303	\$10.796	\$123.078	\$22.154	\$741.391	\$111.210	\$5.380	\$2.152	\$1.053.464

Tablo 5. Projede Kullanılan Ürünlerin Maliyetleri [1]

Ürün Adı	Adet	Fiyat	Toplam
Telsiz Rölesi*	2	-	-
Rôle Alıcıları	59	10.448\$	614.562\$
Dokunmatik Tablet	59	549\$	32.281\$
Telsiz	118	804\$	94.548\$
<b>TOPLAM</b>			<b>741.391\$</b>

Tablo 6. Projede Kullanılan Yazılımların Maliyetleri [1]

Yazılımlar	Adet	Fiyat	Toplam
Merkezi Ekip Yönetim Uygulaması	1	\$ 43.232	\$ 43.232
Telsiz Sunucusu	1	\$ 19.049	\$ 19.049
Mobil Haberleşme Yazılımı	1	\$ 11.418	\$ 11.418
Rôle Kontrol Yazılımı	1	\$ 30.918	\$ 30.918
		<b>TOPLAM</b>	<b>\$ 104.617</b>

\*Telsiz Rölesi fiyatı örnek teşkil etmesi için verilmiştir. Projenin yapılacağı şehirde halihazırda kurulu telsiz röleleri proje kapsamında kullanılabilir. Toplam hesaba katılmamıştır.

## 5. Ekonomik Analiz

Türkiye'nin büyük bir kısmı birinci derece deprem kuşağı içerisinde ve bu nedenle afet riski yüksektir. Türkiye, dünya genelinde afetlerde üçüncü sırada insan kaybına neden olurken, etkilenen insan sayısı bakımından sekizinci sıradadır. Her yıl Türkiye'de büyüklüğü 5.0 ile 6.0 arasında değişen depremler meydana gelmektedir [12].

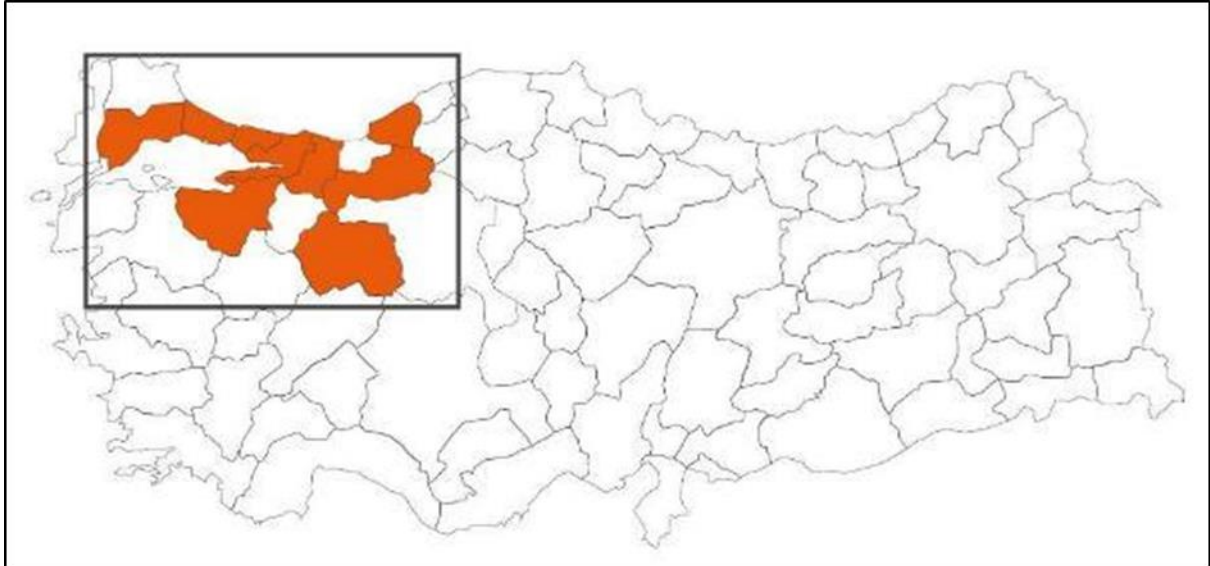
Afetler, fiziksel, sosyal ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Özellikle Türkiye'deki deprem kuşağı bölgelerindeki fay hatlarının kırılması, can ve mal kaybına neden olmaktadır. Ayrıca, psikolojik sorunlar, eğitim, sağlık, ticaret, çevre, altyapı hasarları ve kültürel mirasın tehdit altında olması gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu olaylar, ülke ekonomisine büyük bir mali yük getirmektedir.

Afetlerin ekonomi üzerinde üç ana etkisi vardır: doğrudan etki, dolaylı etki ve uzun vadeli etki. Doğrudan etki, hemen meydana gelen etkileri içerir ve ilk yardım, tedavi, can ve mal kayıpları, iletişim altyapısı yıkımları, ulaşım etkileri, hayvan ve tarım ürünleri kayıpları ve kültürel miras kayıplarını içerir. Dolaylı etki, işyerleri ve tesislerin zarar görmesi sonucu üretim kayıpları ve hizmet kesintilerinin ortaya çıkması gibi etkileri içerir. Uzun vadeli etki ise enflasyon farklılıkları gibi makroekonomik göstergeleri etkiler [13].

Türkiye'de, depremlerin şiddeti üç ve daha düşük olduğunda genellikle hissedilmezken, yedi ve üzerindeki şiddetteki depremler ise ciddi tahribata yol açabilme potansiyeline sahiptir. 1980 ile 2014 yılları arasında kaydedilen deprem verilerine göre, bu dönemde toplam otuz dokuz deprem meydana gelmiştir. Bu depremler çeşitli bölgelerde ölümlere, yaralanmalara ve mal kayıplarına neden olmuştur. Detaylı deprem verileri aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

**Tablo 7.** 1980-2014 Yılları Arasında Türkiye'de Meydana Gelen Depremler

BÖLGE	TARİH	TOPLAM ETKİLENEN KİŞİ SAYISI	TOPLAM ÖLÜM SAYISI	EKONOMİK KAYIP AMERİKAN DOLARI (\$)
KARS	30.10.1983	834.137	1346	25
ERZİNCAN	13.03.1992	348	653	750
DİNAR, EVCİLER	1.10.1995	160.24	94	205.8
ÇORUM-AMASYA	14.08.1996	26.006		30
ADANA, CEYHAN, HATAY	28.06.1998	1.589.6	145	550
İZMİT, KOCAELİ, YALOVA, GÖLCÜK, ZONGULDAK, SAKARYA, TEKİRDAĞ, İSTANBUL, BURSA, ESKİŞEHİR, BOLU	17.08.1999	1.358.953	17.127	20.000.000
DÜZCE, BOLU, KAYNASLI	12.11.1999	224.948	845	1.000.000
BOLVADİN( AFYON)	3.02.2002	252.327	42	95
BİNGÖL, ÇELTİKSUYYU, SANCAK, GOKDERE, GOZELER	1.05.2003	290.52	177	135
SİMAV (KÜTAHYA)	19.05.2011	10.121		244
VAN, BİTLİS, HAKKARİ	23.10.2011	32.938	604	1.500.000



**Şekil 11.** 1980-2014 Yılları Arasında En Fazla Can Kaybı Olan İller

1980 ile 2014 yılları arasında Türkiye'de meydana gelen depremler sonucunda 21.193 kişi ölmüş, 5.972.249 kişi etkilenmiş ve yaklaşık 25 milyon dolar ekonomik kayıp yaşanmıştır. Bu kayıplar hem can kaybı hem de ekonomik kayıp olarak ülkeyi olumsuz etkilemektedir.

1999 Gölçük depremi, özellikle Marmara Bölgesi'ni olumsuz etkileyen ve ekonomiyi büyük ölçüde etkileyen bir afet örneğidir. Afet sonrası kayıpların telafi edilmesi ekonomik açıdan zorluğa neden olmuştur. Bu nedenle deprem öncesinde alınacak tedbirler ve toplum bilincinin artırılması, depremlerin ülke ekonomisine olan etkisini en aza indirebilir [14].

1999 Gölçük depremi, iletişim altyapısının hasar görmesi nedeniyle afet bölgesi ile iletişimin ciddi şekilde aksadığı bir örnektir. Bu durum, kurtarma ekiplerinin koordinasyonunu ve yardım çalışmalarını

olumsuz etkilemiştir. Bu nedenle, kesintisiz iletişim sağlamanın afet bölgelerinde hayat kurtarıcı bir öneme sahip olduğu anlaşılmıştır.

Bu sistemlerin kurulması için gerekli olan ana iş kalemlerinin detayları aşağıda verilmiştir.

Kurulması planlanan her sistem için;

#### 1. İlk yatırım maliyeti (12 Ay)

- Personel maliyeti (Proje içerisinde çalışacak yazılım geliştirme ekibi ve saha personelinin maliyetlerini içerir)
  - Yazılım Ekibi
  - Saha Personel Ekibi
  - Veri Ekibi (Sahadan veri toplanması ve işlenmesi)
- Lisans maliyetleri (Proje içerisinde kullanılacak olan yazılım ve veri tabanı lisans maliyetlerini içerir.)
  - Veri tabanı Lisans Maliyeti
  - CBS Yazılım Lisans Maliyeti
- Donanım ve Demirbaş Maliyetleri (Projede herhangi bir kurumda kurulacak sunucu, telsiz röle sistemi, telsiz cihazları, donanım vb. maliyetlerini içerir. Kurulacak sensör ve telsiz rölesi gibi donanımların ilk maliyetlerini belirtir.)
- Saha Ekipman Kurulum Maliyetleri (Projede kullanılacak ekipmanların belirlenen bölgelere kurulması için gereken maliyet bedelidir.)
- Danışmanlık Maliyeti (Projede konu uzmanlığı gerektiren konularda dışarıdan alınacak danışmanlık bedelidir.)

#### 2. İşletme maliyeti (Yıllık)

- Personel maliyeti (Proje içerisinde çalışacak yazılım geliştirme ekibi ve saha personelinin yıllık bakım maliyetlerini içerir)
  - Yazılım ekibi
  - Saha bakım personel ekibi
- Lisans maliyetleri (Proje içerisinde kullanılacak olan yazılım ve veri tabanı yıllık lisans maliyetlerini içerir.)
  - Veri tabanı Yıllık Lisans Maliyeti
  - CBS Yazılım Yıllık Lisans Maliyeti
- Donanım ve demirbaş maliyetleri (Projede kurulan donanımların yıllık yedek parça ve saha bakım ekibi maliyetini içerir.)

## 6. Sosyal Etkinin Analizi

Afetler, genellikle olumsuz sonuçlara yol açar. Bu sonuçlar, fiziksel kayıplar, can kayıpları ve yaralanmalar olarak öne çıkar. Kesintisiz iletişim, sayısal telsiz sistemleri gibi teknolojiler, afet ve acil durum anlarında can kayıplarını en aza indirmek için kritik bir rol oynar. Bu teknolojiler, insanları bilgilendirmek ve acil durumlar sırasında nasıl hareket edilmesi gerektiği konusunda yönlendirmek için kullanılmalıdır.

Kesintisiz iletişim uygulamalarının hayata geçirilmesi ve bu sistemlerin sosyal etkilerinin analizi, aşağıdaki sonuçları ortaya koymaktadır:

- Zararı azaltma ve iyileştirme faaliyetlerinin hızlanması,
- Toplumun afet konusunda daha bilinçli olması için bilgilendirme çalışmalarının etkinliğinin artırılması,
- Uyarıların ciddiye alınması ve erken müdahalenin sağlanması,
- Dijital altyapının geliştirilmesi ve siber-fiziksel sistemlerin acil durum tahliyesini daha güvenli hale getirme potansiyeli,
- Toplumun afetlere hazırlıklı olabilmesi için farklı düzeylerde tatbikatlar ve egzersizler düzenlenmesi, planların ve beceri seviyelerinin geliştirilmesi.

## 7. Çevresel Etkinin Analizi

Önerilen dijital telsiz sisteminin acil durumlar ve afetlerde kullanılmasıyla, can kayıplarının önüne geçilmesi ve kesintisiz iletişim ağı sağlanması konusunda önemli bir rol oynanacağı öngörülmektedir. Bu telsiz sistemi, acil durumlar ve afetler sırasında hızlı iletişimi temin ederek koordinasyonu sağlayacak ve etkili müdahaleleri destekleyecektir. Ayrıca, telsiz rölelerinin çevresel açıdan olumsuz bir etkisi bulunmamaktadır, dolayısıyla çevre korunmuş olacaktır.

Ekiplerin saha çalışmaları ve merkezi koordinasyon konusundaki tatbikatlar, toplumun afetlere karşı farkındalık kazanmasını sağlayacaktır. Bu tatbikatlar sayesinde, insanlar acil durumlarla nasıl başa çıkılacağı konusunda bilgilendirilecektir. Bu da toplumun afet anında ne yapılması gerektiğini bilmelerini sağlayarak, hızlı ve etkili tepki vermelerini kolaylaştıracaktır.

## 8. Risk Analizi

Afet koordinasyon merkezinin geliştirilmesinin önünde risk teşkil eden konulara aşağıda örnekler verilmiştir. Bu örnekler kapsamında odaklanılan konulara yönelik ve bu örnekler haricinde afet

koordinasyon merkezinin oluşturulmasına yönelik risk analizlerinin yapılması gerekmektedir. Bu riskler aşağıda verilmektedir:

- Kurum üst yönetiminde oluşabilecek değişiklikler nedeniyle projenin daha az sahiplenilmesi
- İdari karar süreçlerinin öngörülenden uzun sürmesi
- Çok paydaşlı sistemin yönetimde meydana gelebilecek düzensizlikler
- Kaynaklarda Kesintilerin olması veya Kaynakların yeterli olmaması
- Kurulacak donanımların belirlenen bölgelere kurulumunda gerekli izinlerin alınmasında gecikme
- Kurulacak donanımların belirlenen zaman içerisinde kurulamaması
- 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 üretimi
- İşin zamanında tamamlanmaması
- Gerekli donanımların maliyetlerinde gerçekleşen fiyat değişiklikleri
- Çalışma Bölgesinde doğal afet meydana gelmesi
- Salgın hastalık nedeniyle yerinde çalışamama
- Donanım kurulacak alanlarda olası afetlerin gerçekleşmesi
- 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
- Yazılımların birbiri ile haberleşmesini sağlayacak yazılımlarda geciken entegrasyonlar
- Kabul aşamasında ortaya çıkabilecek sorunlar

## 9. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Yaşanan afetler sonucu iletişim kesintilerinin yaşanması ve afet bölgesine hızlı müdahalenin gerçekleşmemesinden dolayı afet ve acil durumlar için kesintisiz iletişim sağlanması için telsiz sistemlerinin kullanılması önemlidir. Bu tür sistemler sayesinde hızlı ve etkili iletişim kurularak kurtarma operasyonlarının yönlendirilmesi ve can kayıplarının en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. Öte

yandan, iletişim altyapısı ve afet sonrası haberleşme konularına odaklanan çalışmaların devam etmesi, gelecekteki afetlerde iletişim sorunlarının minimize edilmesine yardımcı olacaktır.

Planlanan proje bölgesinde afet durumlarında kesintisiz iletişim ve ekip yönetimi için etkili bir altyapı oluşturulması şarttır. Bu iletişim sistemi, telsizler aracılığıyla haberleşmeyi sağlayacak ve merkezden ekiplerin yönetimi için "Ekip Yönetim Yazılımı", saha ekiplerinin kullanacağı "Cihaz Yazılımı" ve iletişimi sağlayacak "Telsiz Röleleri" gibi bileşenleri içermelidir.

Özellikle GSM operatörleri veya internet ağının afet sonrasında çökme riskine karşı, telsiz röleleri üzerinden veri iletimi ve dağıtımını sağlayacak bir sistem kurulmalıdır. Afet koordinasyon merkezi, ekiplere belirlediği görevleri telsiz iletişimiyle iletecek ve ekiplerin rotaları harita üzerinden takip edilebilecektir. Görevlerin tamamlanmasının ardından geri bildirimler ile afet sonrası hasar değerlendirmeleri yapılacak ve haritalar oluşturulacaktır. Bu sayede, olası bir afet durumunda, yetkili kurumlar ve ekipler arasında kesintisiz ve güvenilir iletişim sağlanacak, müdahale planları hızla devreye alınabilecektir. Böylece, can ve mal kayıpları en aza indirilecektir.

Sonuç olarak, telsiz sistemleri ile kesintisiz iletişim sağlama yaklaşımı, riskli bölgelerde afetlere hızlı ve etkili müdahale imkânı sunacaktır. Afet Koordinasyon Merkezi, ekipler arasında etkin koordinasyonu sağlayarak yardım ve müdahalelerin zamanında gerçekleştirilmesine yardımcı olacaktır. Bu sayede, olası afet durumlarında can ve mal kayıpları minimize edilmiş olacaktır.

## 10. Yol Haritası

**Stratejik Hedef:** Afetlerden etkilenmeyecek kesintisiz iletişim haberleşme altyapısının kurulması.

- Afet sonrası kesintisiz iletişim sistemlerinin oluşturulması için afet türlerine göre gerekli sensörlerin, cihazların ve ekipmanların belirlendiği uygun bölgelerin saptanması.
- Kesintisiz iletişim sistemleri için gereken sensörler, cihazlar ve saha ekipmanlarının altyapılarının projenin sonuna kadar hazırlanması.
- Acil durum verilerinin standardize edilmesi ve güncellenerek sisteme entegre edilmesi.
- AFAD, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve Belediyeler gibi kurumlarla projenin sonuna kadar entegrasyonunun sağlanması.
- Afetlere dayanıklı ve kesintisiz operasyon yapabilen bir ağ merkezinin kurulması.
- Elektrik kesintilerine karşı 24 saat veya daha fazla süreyle çalışabilen baz istasyonlarının devreye alınması.
- Afetlerin değerlendirilmesi ve acil müdahale planlarının oluşturulması çerçevesinde TAKBİS ve MAKS ile veri entegrasyonunun sağlanması, böylece malik bilgilerine hızlı erişim sağlanması.
- Mevcut risk ve durum haritalarının ve analizlerinin sisteme güncel bir şekilde entegre edilmesi.

- Afet haberleşme ekip yönetim yazılımının geliştirilmesi ve kullanılmaya başlanması.
- Araç içi haberleşme yazılımının geliştirilmesi ve devreye alınması.
- Telsizler üzerinden iletişimin güvence altına alınması.
- Afet sonrası ekiplerin hızlı ve güvenli bir şekilde müdahale noktalarına sevk edilmesi.
- Hızlı ve doğru müdahale ile can ve mal kayıplarının minimuma indirilmesi.
- Afet sonrası hasar durumuna göre ekiplerin yönlendirilmesi ve takibinin sağlanması.
- Ekiplerden gelen mesajların haritalar üzerinde işlenmesi ve durum raporlarının oluşturulması.
- Afet ve acil durum planları hazırlayan kurumlarla sonuçların paylaşılması.
- Sahadan alınan sonuçlar ile ulaşım altyapısı ve alan hasar durumlarının haritalandırılması.

## 11. Kaynakça

- [1] TÜBİTAK- TÜSSİDE. (Nisan 2021). Esenler Belediyesi Akıllı Şehir Uygulamaları Fizibilite Projesi. Afet Sonrası Ön Fizibilite Ön Fizibilite Raporu.
- [2] Haber Türk. (2021, 03 25). Japonlar, depremde kesintisiz iletişimi "171" modeli ile kurdular. Haber Türk: <https://www.haberturk.com/acil-durumda-haberlesme-icin-japonya-171-modeli-geliyor-2526638-teknoloji> adresinden 27.08.2023 tarihinde alındı.
- [3] Dinçer, E. (2011). Türk Telekom ve Turkcell Van Depremi İçin Destek Planını Açıkladılar. <http://turk-internet.com/portal/yazigoster.php?yaziid=34258> adresinden 27.08.2023 tarihinde alındı.
- [4] AKOM. (2021, 03 25). SAYISAL TELSİZ İLE AFETLERDE KESİNTİSİZ HABERLEŞME. AKOM: <https://akom.ibb.istanbul/Haberler/SAYISALTELSIZILEAFETLERDEKESINTISIZHABERLESME-85> adresinden 27.08.2023 tarihinde alındı.
- [5] İBB. (2015). Sayısal Telsiz ile Afetlerde Kesintisiz Haberleşme Ekip Yönetimi ve Şiddet Haritası Üretimi. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İtfaiye Daire Başkanlığı.
- [6] İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2021, 03 25). Sayısal Telsiz Sistemi. İzmir Büyükşehir Belediyesi: <https://www.izmir.bel.tr/tr/Projeler/sayisal-telsiz-sistemi/1361/4> adresinden 27.08.2023 tarihinde alındı.
- [7] Branding Türkiye. (2021, 03 25). Depremde Tüm Gsm Operatörleri Çöktü. Branding Türkiye: <https://www.brandingturkiye.com/depremde-tum-gsm-operatorleri-coktu/> adresinden 27.08.2023 tarihinde alındı.



- [8] TRT Haber. (2021, 03 25). BTK'dan GSM şirketlerine deprem kesintisi cezası. TRT Haber: <https://www.trthaber.com/haber/ekonomi/btkdan-gsm-sirketlerine-deprem-kesintisi-cezasi-462221.html> adresinden 27.08.2023 tarihinde alındı.
- [9] ERTEN, Ş. (2011). *Türk Kamu Yönetiminde Kriz Yönetimi Anlayışı*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- [10] BTK. (2013). *Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu*. Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü, Sektörel Araştırma ve Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.
- [11] BTK. (2020). *Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü Üç Aylık Pazar Verileri Raporu*. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu.
- [12] AFAD. (2014). Müdahale, İyileştirme ve Sosyoekonomik Açından Van Depremi . AFAD Yayınları, s. 14.
- [13] Karancı, N. A., Kalaycıoğlu, S., Erkan, B. B., Özden, T. A., Çalışkan, İ., & Özakşehir, G. (2011). Tabanlı-Van ve Edremit- Van Depremleri İnceleme Raporları. Ankara.
- [14] Aktürk, İ., & Albeni, M. (2002). Doğal Afetlerin Ekonomik Performans Üzerine Etkisi: 1999 Yılında Türkiye'de Meydana gelen Depremler ve Etkileri. . Süleyman Demirel Üniversitesi İdari ve İktisadi Bilimler Dergisi, 1-18.
- [15] Deepak, G. C., Ladas, A., Sambo, Y. A., Pervaiz, H., Politis, C., & Imran, M. A. (2019). An overview of Post-Disaster Emergency Communication Systems in the future networks. *IEEE Wireless Communications*, 26(6), 132–139. <https://doi.org/10.1109/mwc.2019.1800467>
- [16] *NX-920 800 MHz Digital & FM Mobile Radio - NEXEDGE KENWOOD*. (n.d.). <https://www.kenwood.com/sg/com/lmr/nx-920/>
- [17] About. (2012, March 11). *How to saturate a network of Bluetooth devices - LittleCamels.com*. <https://www.littlecamels.com/2012/03/11/how-to-saturate-a-network-of-bluetooth-devices>