BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE İLETİŞİM KURUMU

# AFETLERDE VE ACİL DURUMLARDA HABERLEŞME KAPASİTESİNİN OPTİMİZASYONU İÇİN DÜNYA UYGULAMALARI VE BİR MODEL ÖNERİSİ

Zeki GÜLLÜOĞLU

Bilişim Uzmanlığı Tezi

Haziran 2021

Diyarbakır

BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE İLETİŞİM KURUMU

# AFETLERDE VE ACİL DURUMLARDA HABERLEŞME KAPASİTESİNİN OPTİMİZASYONU İÇİN DÜNYA UYGULAMALARI VE BİR MODEL ÖNERİSİ

Zeki GÜLLÜOĞLU

Bilişim Uzmanlığı Tezi

Haziran 2021

Diyarbakır

Zeki GÜLLÜOĞLU tarafından hazırlanan “AFETLERDE VE ACİL DURUMLARDA HABERLEŞME KAPASİTESİNİN OPTİMİZASYONU İÇİN DÜNYA UYGULAMALARI VE BİR MODEL ÖNERİSİ” adlı bu tezin Bilişim Uzmanlığı tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Ömer GÜRBÜZ

Tez Danışmanı

Bu çalışma, tez savunma komisyonumuz tarafından Bilişim Uzmanlığı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Bu tez, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tez yazım kurallarına uygundur.

## İÇİNDEKİLER

**ÖZET** ..... i
**ABSTRACT** ..... ii
**TEŞEKKÜR** ..... iv
**TABLOLAR LİSTESİ** ..... v
**ŞEKİLLER LİSTESİ** ..... vi
**KISALTMALAR** ..... viii
**GİRİŞ** ..... 1
**1. HABERLEŞME, AFET VE ACİL DURUM TANIMLAMALARI** ..... 7
1.1. Haberleşme Nedir? ..... 7
1.2. Afet ve Acil Durum Nedir? ..... 8
1.3. Afetlerin Sınıflandırılması ..... 9
1.3.1. Doğal Afetler ..... 9
1.3.2. İnsan Kaynaklı Afetler ..... 10
**2. AFET VE ACİL DURUMLARDA HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE İYİLEŞTİRMELER VE ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER** ..... 11
2.1. Mevcut Baz İstasyonlarının Hizmet Kalitesi ve Kapasitesinin Artırılması, Optimize Edilmesi ..... 11
2.1.1. Hizmet Kalitesi Ölçütleri ..... 12
2.1.2. Kapsama Alanı ..... 14
2.1.3. Kapasite ..... 15
2.1.3.1. Frekansın Yeniden Kullanım Kavramı ..... 17
2.1.3.2. Hücre Bölünmesi ..... 20
2.1.3.3. Hücre Sektörü ..... 22
2.2. Mobil Baz İstasyonu ve Uydu Transmisyonlu Mobil Baz İstasyonu Sayısının Artırılması ..... 24
2.3. İnternet Balonları ..... 26
2.4. Toplanma Merkezlerinde Baz İstasyonları Sayısının Artırılması ..... 29
2.5. Uydu Tabanlı İletişim Sistemlerinin Kullanılması ..... 30
2.6. Telsiz Haberleşme Sistemlerinin Kullanılması ..... 31
2.6.1. Konvansiyonel Telsiz Sistemleri ..... 32
2.6.2. Trunk Sistemleri ..... 32

2.6.3. Tetrapol ....33
2.6.4. Tetra ....33
2.6.5. Apco 25 ....35
2.7. Kritik Altyapılarda Tehdit Algılama ve Erken Uyarı Sistemlerinin Kullanılması ....37
**3. AFET VE ACİL DURUM HABERLEŞME SİSTEMLERİNE İLİŞKİN DÜNYA UYGULAMALARI ....40**
3.1. Amerika Birleşik Devletleri ....40
3.1.1. FirstNet / Yönetim & Organizasyon Yapısı ....42
3.1.2. FirstNet / Finansal Yapısı ....43
3.1.3. FirstNet / Core Network ....45
3.1.4. FirstNet / Genel Değerlendirme ....50
3.2. Belçika ....51
3.3. Finlandiya ....52
3.4. İngiltere ....53
3.5. Japonya ....54
3.6. Avrupa'da Uygulanan Acil Uyarı Sistemleri ....60
3.6.1. ETSI TS 102 900 Dokümanı ....60
3.6.2. ETSI TS 122 268 Dokümanı ....63
3.7. ITU-R (International Telecommunications Union-Radiocommunication Sector) ....64
**4. TÜRKİYE'DE AFET VE ACİL DURUM HABERLEŞMESİ ....67**
4.1. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı(AFAD) ve Afet Müdahale Planı (TAMP) ....67
4.2. Afet ve Acil Durum Haberleşme Sistemleri ....69
4.2.1. Bütünleşik İkaz Alarm Sistemi(İKAS) ....71
4.2.1.1. Haber Alma ve Yayma Sistemi(HAY) ....71
4.2.1.2. İkaz ve Alarm(Siren) Sistemi ....73
4.2.1.3. Mesajlı Uyarı Sistemi ....75
4.2.2. Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi ....77
4.2.2.1. HF Telsiz Sistemi Altyapısı ....79
4.2.2.2. KGHS Sabit Uydu Haberleşme Altyapısı ....80
4.2.3. AFAD Sayısal Telsiz Sistemi ....84
4.2.4. Ulusal Mobil Uyarı Sistemi(UYARSİS) ....87

**5. TÜRKİYE İÇİN MODEL ÖNERİSİ ..... 91**
5.1. Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi ..... 91
5.1.1. Ulusal Acil Durum Haberleşme Sisteminin Amacı ..... 92
5.1.2. Ulusal Acil Durum Haberleşme Sisteminin Kapsamı ..... 93
5.1.3. ULASİS'in Sistem Tasarımı ..... 95
5.1.4. Ulusal Acil Durum Haberleşme Sisteminin Organizasyonu ..... 97
**SONUÇ ..... 100**
**KAYNAKLAR ..... 104**
**ÖZGÜNLÜK BİLDİRİMİ ..... 111**
**ÖZGEÇMİŞ ..... 112**

# ÖZET

| BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE İLETİŞİM KURUMU | |
|---|---|
| Tezin Adı | Afetlerde ve Acil Durumlarda Haberleşme Kapasitesinin Optimizasyonu için Dünya Uygulamaları ve Bir Model Önerisi |
| Türü | Bilişim Uzmanlığı Tezi |
| Yazar | Zeki GÜLLÜOĞLU |
| Teslim Tarihi | 09 Haziran 2021 |
| Anahtar Kelimeler | Acil Haberleşme, Telsiz Haberleşme |
| Tez Danışmanı | Ömer GÜRBÜZ |
| Sayfa Adedi | x+113 |

Doğal afetler ve insan kaynaklı afetler büyük can ve mal kayıplarına neden olabilmektedirler. Muhtemel bir afet ve acil durum anında arama kurtarma faaliyetlerinin devam edebilmesi ve sonrasında yardım hizmetlerinin sürdürülmesi için mevcut haberleşme sistemlerinde iyileştirmeler yapılması ve ilave bir takım tedbirlerin alınması gerekmektedir. Fakat, bunların çoğu zaman yeterli olmadığı bir çok örnek olayda görülmüştür. Bu nedenle etkin ve kapsamlı bir çözüm için söz konusu iyileştirme ve tedbirlerin yanında sadece ilgili acil durum personelinin kullanacağı alternatif bir haberleşme sistemi tasarlanmalıdır. Bu sistem sayesinde ilgili birimler kendi içerisinde ve diğer ilgili kurumlar ile kesintisiz bir haberleşme imkanı bulacaktır.

Nitekim, tez kapsamında etraflıca incelenmiş olan birçok farklı ülkedeki afet ve acil durum haberleşme örneklerinden alternatif haberleşme sistemlerini esas alan ülkelerin başarılı oldukları görülmüştür. Tezde, bunlardan sadece ABD, Belçika, Finlandiya, İngiltere ve Japonya'da kullanılan alternatif haberleşme sistemlerine yer verilmiştir. Söz konusu başarılı örnekler, her ülkenin kendi şartları ve kendi ihtiyaçları doğrultusunda hareket ederek afet ve acil durumlar için kendilerine özel alternatif haberleşme model ve sistemlerini hayata geçirerek sonuç aldıklarını göstermektedir.

Tezde, bu örnek uygulamalardan ülkemiz şartlarına en uygun olacağı düşünülen ABD'de kullanılan FirstNet sisteminden esinlenilerek, uydu tabanlı olarak AFAD koordinesinde ilgili kurumların kullanacağı ayrı bir GSM altyapısının kurularak "**Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi**" modelinin oluşturulması önerilmiştir. Kısa adı ULASİS olarak belirlenen bu sistemin kurulması ve kullanılması halinde ülkemizde her türlü afet ve acil durum olaylarına anında müdahalenin gerçekleşeceği ve herhangi bir iletişim kesintisinin söz konusu olmayacağı öngörülmektedir.

## ABSTRACT

| INFORMATION TECHNOLOGIES AND COMMUNICATIONS AUTHORITY | |
|---|---|
| Thesis | World Practices for Optimization of Communication Capacity in Disasters and Emergency Situations and a Model Proposal |
| Type | ICT Expert Thesis |
| Author | Zeki GÜLLÜOĞLU |
| Submisson Date | 09 June 2021 |
| Key Words | Emergency Communication, Wireless Communication |
| Advisor | Ömer GÜRBÜZ |
| Total Page | x+113 |

Natural disasters and man-made disasters can cause great loss of life and property. In order to continue the search and rescue activities in case of a possible disaster and emergency and to continue the assistance services afterwards, improvements in the existing communication systems and some additional measures should be taken. However, it has been seen in many cases that these are not sufficient most of the time. Accordingly, for an effective and comprehensive solution, an alternative communication system that will only be used by the relevant emergency personnel should be designed in addition to the improvements and measures in question. Thanks to this system, the relevant units will have the opportunity to communicate uninterruptedly within themselves and with other relevant institutions.

Actually, from the disaster and emergency communication examples in many different countries that have been examined in detail within the scope of the thesis, it has been seen that the countries based on alternative communication systems are successful. In this thesis, only alternative communication systems used in the USA, Belgium, Finland, England and Japan are included. These successful examples show that each country, acting in line with its own conditions and needs, has achieved results by implementing alternative communication models and systems specific to them for disasters and emergencies.

In this thesis, inspired by the FirstNet system used in the USA, which is thought to be the most suitable for our country's conditions from these sample applications, it has been proposed to create a "National Emergency Communication System" model by establishing a separate GSM infrastructure that will be used by the relevant institutions under the coordination of AFAD as the satellite-based.

In the event that this system, whose short name is ULASIS, is installed and used, it is foreseen that there will be an immediate response to all kinds of disasters and emergency events in our country and there will be no communication interruption.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca sağladığı her türlü destek ve yardımından dolayı çok değerli tez danışmanım Bölge Müdür Yardımcım Sayın Ömer GÜRBÜZ'e en içten dileklerimle teşekkür ederim. Ayrıca önemli yorum ve değerlendirmeleri ile katkıda bulunan Kurul Üyemiz Sayın Dr. Ahmet KILIÇ'a, Bölge Müdürüm Sayın Erkan İPEKÇİOĞLU'na ve Teknik Uzman Sayın Samet KARAKAYNAK'a, her türlü desteği esirgemeyen ve manevi olarak yanımda olan aileme içtenlikle teşekkür ederim.

# TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. KGHS Terminallerinin Desteklediği Modülasyon ve Kodlama Çeşitleri .....84
Tablo 4.2. Yıllara Göre Sayısal Telsiz Sistemi Kurulumu Tamamlanacak İl Sayısı.....85

# ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Frekansın Yeniden Kullanımı ile Hücresel Şebeke Yapısı.....18
Şekil 2.2. Baz İstasyonlarının Hücresel Yapısı.....19
Şekil 2.3. Hücre Bölünmesi.....20
Şekil 2.4. Sektör Örnekleri.....23
Şekil 2.5. Mobil Baz İstasyonu.....25
Şekil 2.6. Türkiye'deki Uydu Transmisyonlu Mobil Baz İstasyonu Haritası....26
Şekil 2.7. İnternet Anteni.....27
Şekil 2.8. Balon I.....28
Şekil 2.9. Balon II.....29
Şekil 2.10. Uydu Telefon Örneği.....31
Şekil 2.11. Tetra Ağ Yapısı.....34
Şekil 2.12. Tetra Sistem Bileşenleri.....35
Şekil 2.13. Apco 25 Mimari Yapısı.....36
Şekil 3.1. FirstNet'in Gelişimi.....41
Şekil 3.2. FirstNet Cihazları.....41
Şekil 3.3. First Responder Network Authority Yol Haritası Alanları.....42
Şekil 3.4. FirstNet Finansal Çerçevesi.....44
Şekil 3.5. FirstNet Frekansı.....45
Şekil 3.6. FirstNet Frekans Bandı.....46
Şekil 3.7. FirstNet Ağının Unsurları.....47
Şekil 3.8. FirstNet Ağı Tasarımı.....48
Şekil 3.9. FirstNet Şebekesi için SIM Kart.....49
Şekil 3.10. FirstNet Şebekesi için Üretilen Sonim XP8 Cep Telefonu.....50
Şekil 3.11. Afet Yönetimi İletişim Sisteminin Bileşenleri.....55
Şekil 3.12. Afet Yönetimi Sisteminin Yapısı.....56
Şekil 3.13. Afet Yönetimi İletişim Sisteminin Ağı.....57
Şekil 3.14. Afet Yönetimi İletişim Sisteminin Algılayıcı Bileşenleri.....58
Şekil 3.15. Afet Yönetimi İletişim Sisteminin Bölgesel Uyarı Modeli.....59
Şekil 3.16. Afet Yönetimi İletişim Sisteminin Tahliye Alanları.....59
Şekil 4.1. Haber Alma ve Yayma Sisteminin Yapısı.....73
Şekil 4.2. İkaz ve Alarm Sisteminin Yapısı.....74
Şekil 4.3. İKAS Siren Sisteminin Yapısı.....77
Şekil 4.4. Kesintisiz Ve Güvenli Haberleşme Sisteminin Yapısı.....78
Şekil 4.5. HF/SSB Telsiz Sistemi Altyapısı.....80
Şekil 4.6. KGHS Sabit Uydu Haberleşmesi.....81
Şekil 4.7. Türksat 4B Uydusu Türkiye Hüzmesi Ayakizi.....81
Şekil 4.8. AFAD Ku band kapasitesi.....82
Şekil 4.9. Sinyal Kalitesine göre Modülasyon Seçimi.....83
Şekil 4.10. KGHS Uydu Haberleşme Sistemi Erişim Teknikleri.....83
Şekil 4.11. 2020 Yılı Sayısal Telsiz Sistemi Kurulum Planı.....86
Şekil 5.1. ULASİS Projesi Gerçekleşme Adımları.....93

Şekil 5.2. ULASİS Projesi Sistem Tasarımı .....96
Şekil 5.3. ULASİS Projesinin Organizasyon Şeması .....97

## KISALTMALAR

| | |
|---|---|
| AADYM | Afet ve Acil Durum Yönetimi Merkezi |
| ACM | Adaptive Coding and Modulation |
| AFAD | Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı |
| ABD | Amerika Birleşik Devletleri |
| APCO | Association of Public Safety Communications Officials |
| APSK | Asymmetric Phase Shift Keying |
| ASTRID | All-round Semi-cellular Trunking Radio Communication System with Integrated Dispatching |
| BCS | Base Station Controller |
| Bps | Bits Per Second |
| BPSK | Binary Phase Shift Keying |
| BTK | Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu |
| BUC | Block Up Converter |
| CBS | Cell Broadcast Service |
| CMAS | Commercial Mobile Alert System |
| DVB-S2 | Digital Video Broadcasting - Satellite - Second Generation |
| ETSI | European Telecommunications Standard Institute |
| ETWS | Earthquake and Tsunami Warning System |
| EU-Alert | European Public Warning Service |
| FCC | Federal Communications Commission |
| FDMA | Frequency Division Multiple Access |
| FirstNet | First Responder Network Authority |
| GMSK | Gaussian Minimum Shift Keying |
| GSM | Global System For Mobile Communications |
| HAY | Haber Alma ve Yayma Sistemi |
| HF | High Frequency |
| IP | Internet Protokol |

| | |
|---|---|
| ITU | International Telecommunications Union |
| ITU-R | International Telecommunications Union - Radiocommunication Sector |
| İKAS | Bütünleşik İkaz ve Alarm Sistemi |
| JEMUS | Jandarma Entegre Muhabere ve Bilgi Sistemi |
| KBRN | Kimyasal Biyolojik Radyasyon ve Nükleer tehlikeli maddeler |
| KGHS | Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi |
| LDPC | Low Density Parity Check |
| LTE | Long-Term Evolution |
| Mbps | Megabits Per Second |
| MUS | Mesajla Uyarı Sistemi |
| NTIA | National Telecommunications and Information Administration |
| PDA | Personal Digital Assistants |
| PDV | Packet Delay Variation |
| PMR | Professional Mobile Radio |
| PSK | Phase Shift Keying |
| PWS | Public Warning System |
| RAM | Random Access Memory |
| ROM | Read Only Memory |
| RR | Radio Regulation |
| QPSK | Quadrate Phase Shift Keying |
| RAN | Radio Access Network |
| STK | Sivil Toplum Kuruluşu |
| TAMP | Türkiye Afet Müdahale Planı |
| TCCA | The Critical Communications Association |
| TDMA | Time Division Multiple Access |
| TETRA | Terrestral Trunk Radio |
| ULASİS | Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi |
| U.S. GAO | U.S. Government Accountability Office |

| | |
|---|---|
| UYARSİS | Ulusal Mobil Uyarı Sistemi |
| VIRVE | Viranomaisradio Verkko Authority Radio Network |
| VoIP | Voice Over Internet Protocol |
| VSAT | Very Small Aperture Terminal |
| WMO | World Meteorological Organization |
| WRCs | World Radiocommunication Conferences |

## GİRİŞ

Afet ve acil durumlarda haberleşme konusunda yaşanan sorunlar ülkemizin gündemini oluşturan en önemli konulardan biri olmuştur. Haberleşme, afet ve acil durumlarda kritik bir öneme sahip olmakla birlikte normal hayatın vazgeçilmez bir parçasıdır.

İnsan kaynaklı veya doğal afetler, büyük maddi zararlar ve daha önemlisi istenmeyen can kayıplarına sebebiyet vererek ülkelerin gelişmesini ve kalkınmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Aynı zamanda günlük yaşamın, endüstrinin ve üretimin aksaması neticesinde ağır sosyoekonomik kayıplara da yol açabilmektedir. Ülkemiz iki kıtanın kesiştiği noktada bulunan coğrafi konumu itibariyle sıklıkla farklı afetlere maruz kalmakta ve ağır zararlar görebilmektedir.

Ülkemizde en fazla kayıp ve zarara sebep olan afetlere; deprem, toprak kayması, çığ, tsunami, fırtına, şiddetli yağış, don, insan kaynaklı olan afetler; maden kazaları, endüstriyel kazalar, kritik yapı çökmeleri, yük ve yolcu taşımacılığı kazaları, çevre kirliliği, orman yangınları ve geniş alan yangınları örnek olarak verilebilir. Cumhuriyetin kuruluşundan beri yaklaşık olarak 16 milyon insanımız bu dönem içerisinde çeşitli afetlerden etkilenmiştir. Öte yandan, ülkemizin kritik jeopolitik ve coğrafi konumu nedeniyle sıkça zorunlu kitlesel nüfus hareketleri gibi afetlere de rastlanılmaktadır. Küresel düzeyde etkili olan salgın hastalıkların global olarak dünya üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra yerel veya dünya çapında gerçekleştirilen büyük çaplı siber saldırılar, iklim değişikliği, nükleer tehditler ve sıkça kullanılmaya başlanan KBRN maddeleri ve artan tehlikeli madde taşımacılığı da ülkemizde yeni rizikolar oluşturabilmektedir[Türkiye Afet Yönetimi Strateji Belgesi, 2015].

Ülkemizde geçmişte afet ve acil durumlarda uygulanan kriz yönetimi anlayışı çoğunlukla yetersiz kalmış, bu nedenle büyük afetlerde ağır can ve mal kayıplarının gerçekleştiği görülmüştür. 1999 yılında gerçekleşen Marmara

depremi sonrasında yaşananlar değerlendirildiğinde mevcut kriz yönetimi anlayışının ötesinde, afet ve acil durumların öncesi ve sonrasıyla sistemli bir biçimde, bütün olarak irdelenmesi gerektiği anlaşılmıştır. Bu bütünlük içinde, felaket anında muhtemel yıkım olasılıklarının tespit edilmesi ve bu olasılıkları en sağlıklı biçimde yönetme tekniklerinin seçilmesi sürecini kapsayan riziko yönetimi anlayışının kabul edilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Bu kapsamda, afet öncesi veya sonrası şeklinde bir ayrıştırmaya gitmeksizin hayatın her alanında ve tüm aşamalarında afet risklerinin mümkün olan en az seviyeye indirilmesine gereken önem verilmelidir.

Afet ve acil durumlarda hayati öneme sahip konulardan birisi kesintisiz haberleşmenin sağlanabilmesidir. Bunun için; ilgili birimlerin karşılıklı ses, veri ve görüntü iletimine imkân sağlanarak sistemin alt yapısı ile ilgili birimlerin birbirleriyle haberleşmesini sağlayacak bir standart oluşturulmalı ve koordinasyon sağlanmalıdır. Diğer taraftan vatandaşların ilgili birimlerle iletişim halinde olmaması ve görevlerini yerine getirecek acil durum personellerini rahatsız etmemesi için sadece acil durum personellerinin kullanacağı bir haberleşme sistemi tasarlanmalı ve tüm gereksinimlerin karşılanacağı bir yöntem geliştirilmelidir.

Ülkemizde yıkıcı bir afet durumunda yapılması gereken arama ve kurtarma hizmetlerinin verilebilmesi için kullanılacak iletişim sistemleri durumun hassasiyetine uygun bir planlama ile olabilecek en verimli biçimde tasarlanmalıdır.

Toplumsal hayatımıza cep telefonları, bilhassa akıllı telefonların girmesinden sonra telekomünikasyon şirketlerinin de ticari gayretleri ile normal yaşantımızda neredeyse kesintisiz bir şekilde haberleşerek, aynı zamanda veri paylaşabilir olduk. Normal hayatın akışında gerçekleşen sürekli iletişim toplumda bu sistemlerin her koşulda kesintisiz çalışabileceği algısını oluşturduğu için acil durumlarda iletişim altyapılarının yetersizliği halinde nasıl bir yol izleneceği konusunda tereddütler ortaya çıkmaktadır.

Ülkemizde meydana gelen depremlerde görülmüştür ki; GSM sistemlerini de kapsayan genel telekomünikasyon altyapısı acil durumlarda gelişen yoğun haberleşme trafiğinde kapasiteden kaynaklı kırılgan bir yapıya dönüşmektedir. Bilindiği üzere GSM haberleşme sistemleri kar amaçlı kurulan şirketler tarafından işletilmektedir. Bu şirketler altyapı yatırımlarını planlarken kullanım kapasitesini de bir günde ortalama olarak sistemi kullanacak abone sayısına göre hesaplamaktadırlar. Kurulan haberleşme sistemlerinde öngörülenden fazla bir haberleşme trafiği oluştuğunda, mevcut kapasitenin yeterli olmaması nedeniyle karşılanması olanaksız bir kullanıcı talebi ortaya çıkabilmektedir, bu durum haberleşme şebekesinin çökmesine neden olabilmektedir.

Felaket esnasında aynı anda çok sayıda abone şebekeyi kullanmaya kalkıştığında mevcut altyapı kaynakları trafiği karşılamada yetersiz kaldığından telefon görüşmeleri kesilecektir. Bu ve benzeri durumlarda telekomünikasyon işletmeci şirketlerinin neden her durumda aynı anda bütün abonelerin taleplerini karşılayacak kadar bir kapasite bulundurmadıkları sorgulanabilir. Oysaki işletmeci şirketler normal kullanımda sistemin planlamasını yaparken yoğun kullanım dönemlerini (Bayram günleri, İş Giriş/Çıkış saatleri vs.) belli ölçülerde dikkate alarak altyapılarını kurmaktadır. Aksi halde işletmeciler gereğinden fazla kapasite için altyapı kurduklarında bu kaynaklar günlük hayatın haberleşme akışının çok büyük bir bölümünde atıl durumda kalacaklardır. Bu yaklaşım şirketler için zarar anlamına gelmektedir.

Sonuç olarak GSM işletmeci şirketleri rutin kullanım olasılığı optimizasyonu üzerinden hesaplamalarını yaparlar. Ancak bu ticari yaklaşım afet ve acil durumlarda toplumsal olarak ciddi sorunlar oluşturabilmektedir. Nitekim, 17 Ağustos 1999 Marmara Depreminde günlerce haberleşme sağlanamadığı görülmüştür. GSM altyapılarında, baz istasyonları, baz istasyonları kontrol merkezleri(Base Station Controller - BCS)ve santral sistemlerinde oluşan fiziki hasarlar ile deprem kaynaklı elektrik kesintilerin de oluşması ile ülkenin büyük bir bölümü günlerce iletişimsiz kalmıştır. Bu ortamda afet ve acil durumun yönetim ve organizasyonundan sorumlu kişi ve kurumlar ile arama kurtarma

ve yardım ekipleri de haberleşme sağlamakta büyük zorluklar yaşamışlar ve hatta büyük oranda iletişim imkanı bulamamışlardır. .

Yine bu kez daha yakın bir zamanda, 26 Eylül 2019 tarihli İstanbul'da yaşanan 5,8 büyüklüğündeki depremde aynı anda beklenenden çok daha fazla abonenin telefon görüşmesi talebiyle ciddi aksaklıklar ve kesintiler yaşanmıştır. GSM şirketlerinin var olan kapasitelerini yeterince optimize edememesiyle daha da büyüyen kapasite yetersizliği sorunu milyonlarca kişinin uzun bir süre haberleşme sağlayamamasına neden olmuştur. Bu olumsuz durumdan belli oranda afet ve acil durum yönetim ve organizasyonu da etkilenmiştir.

Bahsi geçen Marmara ve İstanbul Depremleri ile yakın tarihimizde meydana gelen diğer afetler deprem gerçeği ile yaşamak zorunda olduğumuzu ortaya koymaktadır. Yapılan jeolojik araştırmalar, ülkemizin her zaman deprem riski ile karşı karşıya olduğunu göstermektedir. Ülkemiz ekonomisinin kalbi olan, insan yoğunluğunun en fazla olduğu İstanbul ilimizin jeolojik durumu göz önüne alındığında yakın gelecekte öngörülen bir felaket için de aynı durumlarla karşılaşmamızın kaçınılmaz olduğu görülmektedir.

Geçmiş tecrübeler afet ve acil durumlarda GSM şebekesinin afet koordinasyon ekipleri tarafından haberleşme altyapısı olarak kullanılmasının elverişli olmadığını göstermiştir. Bu nedenle, mevcut GSM şebekesinin kullanılmasında ısrar etmek yerine afet ve acil durumlar için kesintisiz haberleşme sağlayacak alternatif bir haberleşme sistemi kullanılmasının bir ihtiyaç olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tezin temel amacı, "afet ve acil durumlarda ihtiyaç duyulan kesintisiz haberleşmenin sağlanması nasıl mümkün olur" sorusuna cevap bulmaktır. Bunun için ilk olarak mevcut haberleşme sistemlerinde ne tür iyileştirmeler yapılabileceği ve ilave ne gibi tedbirlerin alınabileceği konularına odaklanılmıştır. Fakat asıl olarak, bunların çoğu zaman yeterli olmayacağı, bu nedenle bahsi geçen iyileştirme ve tedbirlerle birlikte sadece ilgili afet ve acil

durum personelinin kullanacağı alternatif bir haberleşme sisteminin gerekliliğini ortaya koymayı hedeflemiştir.

Bu kapsamda, yapılan literatür taraması ve haberleşme teknolojilerine ait yerli ve yabancı kaynaklardan faydalanılarak afet ve acil durumlarda mevcut haberleşme sistemlerinin iyileştirilmesi ve ilave gerekli tedbirlerin alınması hususları irdelenmiştir. Diğer yandan, birçok ülke örnekleri ve uygulamalarının incelenmesi suretiyle bunlardan bazılarına da tezde yer verilerek, en etkin ve kapsamlı çözüm olacağı düşünülen alternatif haberleşme sisteminin kurulmasıyla ilgili "Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi" modeli ülkemiz için öneri olarak sunulmuştur.

Tezin birinci bölümünde, teorik ve kavramsal bir çerçeve ortaya koymak amacıyla haberleşme ile afet ve acil durum tanımlamalarına, afetlerin sınıflandırılmasına ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

İkinci bölümde, ilk olarak afet ve acil durumlarda haberleşme sistemlerinde iyileştirmeler yapılması konusu ele alınmıştır. Bu kapsamda, afet ve acil durumlar için mevcut baz istasyonlarının optimize edilmesi, hizmet kalitesi, kapsama alanı, kapasite artırımı konuları irdelenmiştir. İkinci olarak ise, ilave alınması gereken mobil baz istasyonlarının artırılması, uydu tabanlı iletişim sitemlerinin kurulması, internet balonları, telsiz haberleşme sistemlerinin kullanılması, kritik altyapılarda tehdit algılama ve erken uyarı sistemlerinin kurulması gibi tedbirlere yönelik hususlar irdelenmiştir.

Üçüncü bölümde, dünya uygulamaları araştırılarak farklı ülkelerde afet ve acil durumlarda kullanılan haberleşme sistemleri incelenmiştir. Bu kapsamda özellikle alternatif haberleşme sistemleri geliştiren ülkelerden dikkat çekici olan ABD, Belçika, Finlandiya, İngiltere ve Japonya örnek uygulamaları ile Avrupa'da uygulanan Public Warning System ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde, Türkiye'deki acil durum haberleşmesinin genel görünümü ortaya çıkartılmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede, afet ve acil durum

haberleşmesinin mevzuat, uygulama, sistem, işleyiş ve teknik boyutları kapsamlı bir şekilde irdelenmiştir. Bu kapsamda, AFAD bünyesinde faaliyet gösteren alternatif haberleşme sistemleri ile diğer afet ve acil durum haberleşme uygulamaları ele alınmıştır.

Tezin beşinci bölümünde, diğer bölümlerde ele alınan konular ve verilen bilgiler ışığında, Türkiye'de afet ve acil durumlarda kesintisiz bir iletişim sağlamak için kullanılması elzem olan alternatif bir haberleşme sistemi model olarak önerilmiştir. Bu kapsamda, "Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi" adı verilen ve mevcut haberleşme sistem ve altyapısından bağımsız olarak kurgulanan yeni sistemin amacı, kapsamı, organizasyonu, gerçekleşme adımları ve sistem tasarımı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Sonuç bölümünde ise, afet ve acil durum haberleşmesi konusunda tezin temel savı olan alternatif haberleşme sisteminin kurulmasının gerekliliği, fayda ve getirileri, nasıl bir model ve sistem öngördüğü gibi hususlar özetlenmiştir. Bu yapılırken tezin başından bu yana konunun çeşitli yön ve boyutlarına ilişkin ortaya konulan temel bilgi, görüş ve değerlendirmelere atıfta bulunularak tez çalışmasından elde edilen sonuçlar, önerilen sistem ve model açık-seçik ve öz biçimde ifade edilmeye çalışılmıştır.

# 1. HABERLEŞME, AFET VE ACİL DURUM TANIMLAMALARI

Bu bölümde tezde ele alınan konulara teorik ve kavramsal bir çerçeve oluşturmak için haberleşme, afet ve acil durum tanım ve kapsamı, afetlerin sınıflandırılması hususlarına kısaca değinilecektir.

## 1.1. Haberleşme Nedir?

Haberleşme ile iletişim arasında çok yakın bir ilişki vardır ve çoğu zaman birbirlerini ikame ederler ve birbiri yerlerine kullanılırlar. Haberleşme ve iletişim tarih boyunca gerek insanlar ve gerekse diğer canlılar arasında konu olmuştur ve olmaya devam etmektedir. İnsanlar nasıl haberleşir/nasıl iletişim kurar, doğru etkin inandırıcı güven verici bağ nasıl sağlanır soruları sürekli gündemde olmuştur. Canlılarında kendi aralarında haberleştikleri ve bir tür iletişim kurdukları, ses, koku gibi araçlarla bağlantı sağladıkları ve her birinin kendi cinsi ile özellik taşıyan iletişim araçlarına sahip oldukları gözlenmiştir.

İletişim; bir yerden, bir kişiden, bir makineden bir başkasına, herhangi bir ortamdan yararlanarak bilgi göndermedir. İletişim, karşılıklı mesaj alışverişine dayanır. Ancak karşılıklı, iki yönlü iletişim, çözülmesi gereken herhangi bir konu için gerekli bilginin değiş tokuş edilmesiyle dinamik bir süreç haline gelebilir. İletişim karşılıklı eylemleşme yanında aynı zamanda dinamik bir etkileşim sürecidir. Kurulan iletişim, bilgi, düşünce ve duyguların değiş tokuş edilmesidir. Bu aynı zamanda sistemli hale gelmiş düzenlerdir. İletişim genel olarak insanlar arasındaki düşünce ve duygu alışverişi olarak ele alınmaktadır[Karadoğan,2017].

Haberleşme; kişi/kişiler veya kişi/kişiler ile teknik cihazlar arasındaki bilgi ve haber aktarımıdır. Haberleşmeden maksat kişi veya kişilerin birbirleri ile ya da teknik cihazlar ile arasında iletişim sağlamaktır. Teknoloji geliştikçe haberleşme daha teknik bir içerik ve anlam kazanmaya başlamış ve teknolojik araçlar vasıtasıyla gerçekleşen haberleşme biçimleri hayatımızın her alanını kuşatmıştır. Yakın dönemde, haberleşme ile birlikte karşımıza

telekomünikasyon kavramı çıkmıştır. Telekomünikasyon; haber, yazı, resim, sembol veya her çeşit bilginin tel, radyo, optik vb. elektromanyetik sistemlerle iletilmesi, bunların yayımı veya alınması işlemidir[TDK]. Diğer bir deyişle, iki ya da daha fazla kişinin teknolojiyi kullanarak bilgi alışverişinde bulunmasına denir. Haberleşme teknolojisi kullanarak ve fiziksel yollarla (sinyal kabloları) ya da elektromanyetik dalgaların bir formu olarak bilgileri iletir. Elektrik sinyalleri buna örnek olarak verilebilir[Telekomünikasyon].

## 1.2. Afet ve Acil Durum Nedir?

Toplumun belli kesimleri veya tamamı için fiziksel, sosyal ve ekonomik kayıplara sebep olan, olağan hayatı ve insan aktivitelerini durduran veya sekteye uğratan teknolojik, doğal veya insan kaynaklı olayları ifade eden kavrama afet denir[Kanun No:5902, Madde 2 Tanımlar].

Toplumun belli kesimleri veya tamamının olağan hayat ve aktivitelerini durduran veya sekteye uğratan ve acil müdahaleyi gerektirecek vakaları ve bu vakaların oluşturduğu kriz halini ifade eden kavrama acil durum denilmektedir[Kanun No:5902, Madde 2 Tanımlar].

İnsanoğlu bugün gelmiş olduğu bilgi ve teknoloji seviyesine karşın, doğal afetlere sebep olabilen deprem, kuraklık, fırtına, sel, çığ, volkanik patlama ve tsunami gibi doğal olayların oluşumu üzerinde herhangi bir etkiye sahip değildir. Bilhassa bu doğal olayların önlenmesi açısından insanoğlunun yapabilecekleri çok sınırlıdır. Afet ve acil durumlar karşısında yapılabilecek en etkili hareket, bunların toplum üzerindeki etkilerini minimuma indirmek veya afetlerin etkilerinden kurtulmak için farklı planlar geliştirmek, araştırma ve incelemeler yapmak ve somut olguları uygulamaya koymaktır. İşte insanların hayatını yaşadıkları çevrelerde vuku bulabilecek doğal olaylardan haberdar olmaları, bunların sebeplerine kadar ayrıntıları ile tanımaları ve bu hadiselerin tekrardan oluşması durumunda bunlardan hiç etkilenmeme veya minimum

oranda etkilenmelerine olanak tanıyan çalışmaların bütününe “Afet Yönetimi” denilmektedir[Değerliyurt, Erkal].

Tahmin ve erken uyarı, hazırlık, kayıp ve zararların minimuma indirgenmesi, afet ve acil durumları anlamak gibi afet öncesi korumaya yönelik çalışmaların bütününe modern afet yönetimi kavramında “Riziko(Risk) Yönetimi” denilirken; iyileştirme, yeniden yapılandırma, müdahale, etki analizi gibi afet sonrası çalışmalar ise “Kriz Yönetimi” olarak kabul edilmektedir. Bu anlayışta verimli bir afet yönetimi çalışması, afet öncesi, afet sırası ve afet sonrası gereksinim duyulacak tüm çalışmaları kapsamaktadır[Değerliyurt, Erkal].

### 1.3. Afetlerin Sınıflandırılması

Afetleri, genel anlamda doğal ve insan kaynaklı afetler olarak ikiye ayırarak sınıflandırabiliriz.

#### 1.3.1. Doğal Afetler

Tüm canlılar ve insanlar üzerinde fiziksel, sosyal ve ekonomik kayıplara sebep olan ve insan hayatını olumsuz etkileyen olaylara doğal afetler denir. Yavaş gelişen doğal afetlere; şiddetli yağışlar, kuraklık, kıtlık örnek olarak verilebilir. Ani gelişen doğal afetlere; deprem, sel, su taşkınları, toprak kaymaları, kaya düşmeleri, çığ, fırtınalar, hortumlar, volkanlar örnek olarak verilebilir[Afet Türleri].

Dünya genelindeki doğal afetler incelendiğinde 31 çeşit doğal afetin 28 tanesini meteorolojik afetlerin oluşturduğu tespit edilmiştir. Doğal afetlerin çeşitleri ve önem sıraları ülkeden ülkeye de değişmektedir. Örneğin, Akdeniz Bölgesinde doğal afetler kuraklık, seller, orman yangınları, heyelan, dolu fırtınaları, çığlar, donlardır. Ülkemizde ise en sık görülen meteorolojik karakterli doğal afetler dolu, sel, taşkın, don, orman yangınları, kuraklık, şiddetli yağış,

şiddetli rüzgâr, yıldırım, çığ, kar ve fırtınalardır. Dünya Meteoroloji Örgütüne(WMO) göre sadece 1980'li yıllarda dünyada 700,000 kişi meteorolojik afetlerden dolayı hayatını kaybetmiştir[Afet Türleri].

### 1.3.2. İnsan Kaynaklı Afetler

İnsan kaynaklı afetler kusur ve sistem başarısızlığı, ihmalkârlık ve insan etkisi sonucu oluşan afetlerdir. Globalleşme ve teknolojinin gelişmeyle birlikte yaşanan risk ve tehditler teknoloji kaynaklı afetlere neden olabilmektedir. Bu süreçte yaşanan mutluluk ve zenginlik kadar bu refahın bedeli de olabilmektedir. Bunlara nükleer kazalar, biyolojik kazalar, kimyasal kazalar, taşımacılık kazaları, endüstriyel kaza ve yangınlar, hava ve su kirlenmesi, büyük doğal gaz ve petrol sızıntıları, aşırı kalabalıktan meydana gelen kazalar, göçmenler ve yerlerinden edilenler gibi örnekler verilebilir[Afet Türleri].

## 2. AFET VE ACİL DURUMLARDA HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE İYİLEŞTİRMELER VE ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER

Afet ve acil durumlarda, ihtiyaç duyulan haberleşmenin kesintiye uğramaksızın sağlanabilmesi için mevcut haberleşme sistemlerinde birtakım iyileştirmeler yapılması ve ilave bazı tedbirlerin alınması zorunluluk arz etmektedir. Bu bölümde, söz konusu iyileştirmeler ve ilave tedbirler kapsamında, baz istasyonlarının hizmet kalitesi ve kapasitesinin artırılması, optimize edilmesi, mobil baz istasyonu ve uydu transmisyonlu mobil baz istasyonu sayısının artırılması, İnternet balonları, toplanma merkezlerindeki baz istasyonlarının sayısının artırılması, uydu tabanlı iletişim sistemlerinin kullanılması, telsiz haberleşme sistemleri, kritik altyapılarda tehdit algılama ve erken uyarı sistemlerinin kullanılması gibi hususlar ele alınacaktır.

### 2.1. Mevcut Baz İstasyonlarının Hizmet Kalitesi ve Kapasitesinin Artırılması, Optimize Edilmesi

Tüm hücresel sistemlerde olduğu gibi bir bölgeye hizmet sunulabilmesi için öncelikle hedef alanın uygun sinyal seviyeleri ile kapsanabiliyor olması gereklidir. Bunun için hangi noktalara hangi teknik özelliklerde baz istasyonları kurulması gerektiği bir planlama konusudur.

Bir şebeke kurulumu planlanırken birbirleriyle ilişkili olan kapsama alanı, kapasite ve hizmet kalitesi kavramlarının birlikte değerlendirilerek şebeke planlama ihtiyaçlarının bunlar arasında kurulacak bir denge ile belirlenmesi çok önemlidir.

Bir baz istasyonu ile aynı anda sınırlı sayıda abone haberleşme gerçekleştirebilir. GSM operatörlerinin abone sayılarında artış olduğunda, aboneler arasında kurulacak iletişimin kesintisiz devam edebilmesini sağlamak ve arama başarısızlıklarının minimum seviyeye düşürmek için kapsama alanlarında ek baz istasyonlarının kurulması gerekir. Diğer taraftan kapsama sınırları içerisinde olan aboneler baz istasyonunun kaldırabileceği

kapasiteyi aşma durumunda iletişim kuramayacaklardır. Birbirlerine yakın kurulan baz istasyonlarının çoğu popülasyonun yoğun olduğu alanlarda kapasite artırımını sağlamak amacıyla kurulurlar.

Bu kapsamda, afet ve acil durumlarda haberleşme sistemlerinde iyileştirmeler yapılabilmesi bakımından, hizmet kalitesi, kapsama alanı ve kapasite konularına değinilmesi gerekmektedir.

### 2.1.1. Hizmet Kalitesi Ölçütleri

Hizmet Kalitesi Yönetmeliği çerçevesinde hizmet kalitesi göstergelerinin belirlenmesindeki temel ilkeler aşağıda verilmiştir.

- Hizmet kalitesi ölçütlerinin anlaşılabilir, uygulanabilir ve güncel olması.
- Hizmet kalitesi standartlarına ilişkin güncel bilgilerin yeterli, kıyaslanabilir ve erişilebilir olması.
- Elektronik haberleşme hizmetlerinin değişen şartlar çerçevesinde uluslararası standartlarda ve ölçütlerde olması.
- Kullanıcı memnuniyetini artırıcı ve şikâyetleri giderici uygulamaların teşvik edilmesi.
- Benzer konumdaki kullanıcılar arasında ayrım gözetilmemesi ve aynı hizmetin benzer konumdaki kullanıcılara aynı hizmet kalitesi seviyesinde sunulması gerekir.
- Hizmet kalitesi ölçütlerinin geliştirilmesinde acil numaralara erişim ve engelli kullanıcıların ihtiyaçları gibi özel durumların dikkate alınması gerekir[Hizmet Kalitesi Yönetmeliği].

Hizmet kalitesini belirlemek için farklı yöntemler kullanılabilmekle beraber elektronik haberleşme sektöründe hizmet kalitesi yönetmeliği kapsamında belirtilen teknik bileşenler üzerinden ölçülebilir nitelikte olan göstergeler baz alınarak hizmet kalitesi düzeyi tespit edilebilmektedir.

Hizmet kalitesini büyük ölçüde etkileyen en önemli parametreler aşağıda verilmiştir.

**a) Veri Hızı :** İletim veri hızı (kbps/Mbps)

**b) Gecikme(Delay) :** Alıcıyla verici arasında olması gereken maksimum süre (ms). Gecikme sebeplerini şu şekilde sıralayabiliriz.

- Kodlama: Sesin analog sinyallerden sayısal sinyale dönüşmesi ve diğer tarafta bu işlemin tam tersinin yapılması.
- Paketleme: Sayısal ses sinyalinin IP paketlerine dönüşmesi ve diğer tarafta bu paketlerin açılıp sayısal sinyale çevrilmesi.
- Serileştirme: Ağ iletişim hatlarına bitlerin verilmesi.
- Yayılma: Paketlerin haberleşme hatlarında gönderilmesi için geçen süre.

**c) Paket Kaybı:** Bir paketin ağ içerisinde iletilmek istenen noktaya başarılı bir şekilde iletilip iletilmediğini ifade eden performans metriğidir. Veri iletimi sırasında bazı paketlerin kaybolması, farklı yöne yönlendirilmeleri veya bozulması anlamına da gelmektedir. Paket kaybı oranı, hedef tarafta alınan paket sayısı ve gönderilen toplam paket sayısı verilerinden hesaplanmaktadır. Bu orandaki değerler hesaplanırken gönderimi sağlanan paketlerdeki başlık sıra numarası (header sequence number) kullanılmaktadır.

$$Paket\ Kayıp\ Oranı(\%) = \left(1 - \frac{Alınan\ Paket\ Sayısı}{Gönderilen\ Paket\ Sayısı}\right) * 100$$

Paket kaybı metriği hizmet kalitesi için en anlamlı metriklerden bir tanesidir. Çünkü VoIP, video vb. birçok gerçek zamanlı uygulama paket kaybına çok duyarlıdır ve paket kaybının uçtan uca belirli limitleri aşması durumunda hizmet ciddi derece etkilenebilmekte ve de kullanılmaz hale gelebilmektedir. Genellikle iki tür problem trafik kaybına neden olabilmektedir. Bunlar, iletim ağındaki tıkanıklık (congestion) ve verinin gönderildiği linkteki hatadır (link failure)[Zaim, 2017].

**d) Gecikme Değişkenliği(Jitter) :** IP ağı içerisinde gönderimi sağlanan paketler arasındaki gecikmelerin ağırlıklı ortalamasını ifade etmektedir. Başka bir ifadeyle, aynı türden olan verilerin iletimi sırasında meydana gelen farklı gecikmeler arasındaki farklardır. IP ağlarında, bazı durumlarda, paketlerin belirli sıklıkta iletilmesi beklenir. Bu sıklığın bozulması da bir dalga bozulumu olarak kabul edilebilir. Jitter, başlı başına bir hizmet kalitesi konusudur ve daha çok kabul gören "Packet Delay Variation" (PDV) terimi altında kullanılmaktadır. Jitter değerinin, video ve ses gibi gecikmeye duyarlı ve gerçek zamanlı uygulamalar üzerinde önemli etkileri görülebilir. Gerçek zamanlı uygulamalar, paketleri sabit hızlarda almak ister.

Varış hızı değişkenlik gösterdiği müddetçe uygulamaların performansı etkilenir. Gecikme zamanı değişiklikleri aşağı seviyede kaldığı sürece problem çıkmayabilir, fakat arttığında uygulama kullanılamaz duruma gelir[Zaim, 2017].

Bu bilgiler çerçevesinde, bir kullanıcı için uçtan uca hizmet başarımından söz edilen hizmet sınıflarına göre sunulabilen hizmetlere yönelik hizmet kalitesi ölçütleri aşağıdaki başlıklar altında listelenebilir.

- ✓ Servise erişebilirlik,
- ✓ Kapsama alanı,
- ✓ Ses kalitesi,
- ✓ Paket kayıp oranı,
- ✓ Handover (hücreler arası geçiş) başarı oranı,
- ✓ Ortalama veri iletim hızı
- ✓ İletim gecikmesi

### 2.1.2. Kapsama Alanı

Baz istasyonları çıkış güçleri ve hedefledikleri kapsama alanlarından dolayı Büyük Çaplı(Makro) İstasyonlar , Mikro(Küçük Çaplı) İstasyonlar ve Piko(Çok Küçük Çaplı) İstasyonlar olmak üzere üç gruba ayrılır. Coğrafi koşullar, anten

yüksekliği ve istasyon çıkış gücüne bağlı olarak 0-35 km aralığında bir alana hizmet verirler.

Geniş kapsama istenilen az yerleşimli kırsal bölgelerde ve şehirlerarası yollarda makro(büyük çaplı) baz istasyonları kurulur.

Şehir içinde, cep telefonu abonelerinin yoğun bulunduğu sokak, cadde ve meydanlarda, yüksek kapasite talep edilen uygulamalarda mikro(küçük çaplı) baz istasyonları kurulur.

Oteller, plazalar, alışveriş merkezleri gibi yerlerde sadece bina içlerine hizmet verecek özel uygulamalarda piko(çok küçük çaplı) istasyonlar kurulur.

Sinyalin zayıf olduğu bölgelerde repeaterlar(tekrarlayıcılar) kullanılarak kapsama alanının artırılması hedeflenmektedir ve repeater kullanımı giderek artmaktadır.

### 2.1.3. Kapasite

Mobil telefon sistemlerinde haberleşmenin gerçekleştiği alan hücre adı verilen küçük coğrafi alanlara ayrılmıştır. Hücrelerin merkezinde bir baz istasyonu vardır. Cep telefonları iletişimlerini baz istasyonları vasıtasıyla yaparlar. Tüm baz istasyonları birbirine bir ağ yapısı biçiminde bağlıdırlar. Bir cep telefonundan gelecek çağrı talebinin ilgili tarafa ulaştırılmasını bu ağ yapısı sağlamaktadır. Baz istasyonları, Mobil Anahtarlama Merkezleriyle ve Mobil Anahtarlama Merkezleri birbirleriyle ya yönlü radyolinklerle ya da kablo ile bağlıdırlar. Cep telefonları ile baz istasyonları arasındaki haberleşme, elektromanyetik dalgalar sayesinde gerçekleşir. Hücresel sistem sayesinde çok kullanıcı aynı anda haberleşme imkanı bulur.

Bir baz istasyonu üzerinden hizmet alacak abone sayısı kısıtlıdır. Bunun sebebi baz istasyonuna tahsis edilmiş taşıyıcı frekans sayısı ile ilgilidir. Yapılacak görüşme sayısı ile baz istasyonlarına tahsis edilen frekans sayısı arasındaki ilişki doğru orantılıdır. Fakat bir baz istasyonuna tahsis edilen

taşıyıcı frekans sayısı kısıtlı olduğundan baz istasyonlarından aynı anda hizmet alacak abone sayısı da kısıtlıdır. Hücresel yapı ile birbirini etkilemeyecek mesafedeki diğer hücrelerde baz istasyonlarında aynı taşıyıcı frekanslar tekrar kullanılarak çok fazla sayıda abonenin şebekeden yarar görmesi sağlanır. Bu özellik ile abone sayısının çok yüksek olduğu alanlarda küçük hücreler oluşturularak şebekenin kapasitesi artırılır. Bu gayeyle kapsama alanı daha dar olan fakat daha sık aralıklarla baz istasyonları kurulumu yapılır.

Hücresel sistem, geniş bir coğrafi alanda sınırlı bir frekans spektrumu içerisinde çok sayıda kullanıcıyı barındırır. Bu sistemin veri akışını iyileştirmek için hizmet kalitesinin maksimum kullanımının gerekliliği sağlar. GSM şebekesinde hücre bölünmesi, hücre sektörü, mikro hücre bölgesi ve tekrarlayıcıların kullanımı ile sistemin iyileştirilmesi ve GSM şebekesindeki girişimin etkisinin en aza indirilmesi hedeflenmektedir.

Hücre bölünmesi, sistemi yeniden ölçeklendirerek kapasitenin geliştirilmesini sağlar. Haberleşme kanallarının tekrar kullanım sayısını artırır. Daha küçük hücreler nedeniyle, birim alan başına ek kanal sayısının artmasından dolayı kapasite artar.

Hücre sektörlerinde, büyük bir hücre her biri kendi kanal setine sahip bir dizi kama şeklindeki sektöre bölünmüştür. Bu nedenle yön anteninin kapsadığı sektörde olmayan herhangi bir baz istasyonu, baz istasyonundan iletilen sinyale müdahale edemez.

Yukarıda hücresel sistem, hücre bölünmesi ve hücre sektörü gibi ifadelere değinilmiştir. Hücrelerin tasarımında kolaylığı sağlamak için kapsama alanlarının bal peteği şeklinde olduğu kabul edilmekle birlikte her hücrenin tek sektörlü olduğunu varsayalım. Buna dayanarak bir hücrenin tek sektörlü ve tek frekansta iletişim sağladığını düşünelim. O hücre üzerinden kendisine tahsis edilen bant genişliği miktarında abonelerin bağlantı kurmasını sağlar. Bu mantıkla hareket edildiğinde belirtilen hücre içerisinde tek bir frekans bant genişliği kullanıldığı için iletişim kuracak abone sayısı da limitlidir. Frekansın

yeniden kullanım kavramı çok önemlidir. Çünkü uygun bir planlama çerçevesinde ilgili hücrenin tek sektörden 3 sektöre çıktığını kabul edelim. Bu doğrultuda her hücre sektörü bir mini küçük hücre gibi davranarak aynı frekansı tekrar kullanacaktır. Bu kapsamda 3 sektör 3 hücre gibi davranıp iletişim kuracak abone sayısının 3 katına çıkmasına sebep olur. Sonuç olarak afetlerin olabileceği kritik bölgelerde durumun hassasiyeti dikkate alınarak operatörler tarafından ortalama kullanıma göre ayarlanan sektörlerin sayıları artırılabilir.

Bu yaklaşım, aslında ek maliyet olarak görülse de zaten hazır kurulu altyapı olduğu ve operatörlerin hizmet kalitesini artıracağı için çok da büyük bir maliyet olarak göze gelmemektedir. Aslında Türkiye'nin jeolojik haritası dikkate alınarak bilhassa deprem fay hatlarının geçtiği alanlarda ilgili bir mevzuat çıkarılarak operatörlere afet durumları için her sahanın bir sektör artırımını zorunlu olarak hazır bulundurması yükümlülüğü getirilebilir. Bu yöntem elbette afet durumundaki iletişim sorununu kökten ve kalıcı olarak çözmeyecektir. Fakat bir miktar da olsa kapasite artırımını optimize eder. Zira GSM teknolojilerinde kapasite ancak hücrelerin küçültülmesi ya da hücre sektörlerinin artırılması ile sağlanmaktadır. Kapasite artırımı için başka bir yol bulunmamaktadır.

#### 2.1.3.1. Frekansın Yeniden Kullanım Kavramı

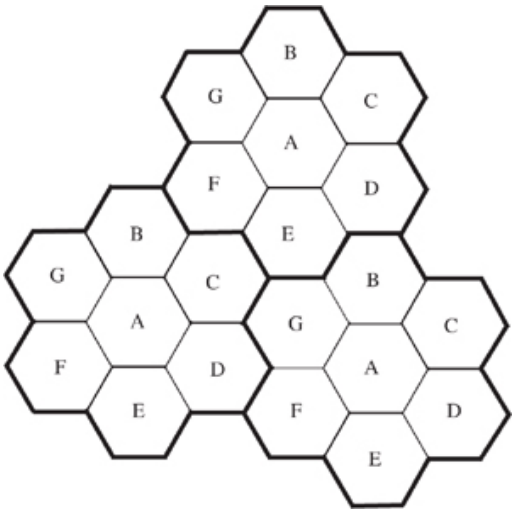
Bir sistem içindeki tüm hücresel baz istasyonları için kanal gruplarını seçme ve tahsis edilmesinin tasarlanması sürecine frekansın yeniden kullanımı veya frekans planlama denir.

Frekansın yeniden kullanımı hücresel mobil radyonun temel konseptidir. Farklı coğrafi bölgelerdeki kullanıcılar(farklı hücrelerdeki) aynı anda aynı frekansı kullanabilir. Frekansın yeniden kullanılması kullanıcı kapasitesini ve spektrum verimliliğini önemli derecede artırır. Frekansın yeniden kullanılması konsepti, frekansların ekonomik kullanımında önemli bir iyileşme sağlayan hücresel

teknolojinin geliştirilmesine yol açmıştır. Bir kapsama alanını modellemek için altıgenler kullanıldığında, baz istasyonu vericileri hücrenin ortasından biri olarak gösterilir. Kaplanacak alan, daha kolay manipülasyon için hücrelere(radyo bölgeleri) bölünür. Bu hücreler, altıgenler olarak basitleştirilmiş bir şekilde modellenmiştir. Çoğu model hücrenin ortasında baz istasyonunu gösterir. Her hücreye, ilgili mobil radyo ağına atanan toplam kümeden bir frekans alt kümesi atanır. İki komşu hücre aynı frekansları kullanmamalıdır, çünkü bu komşu hücrelerden gelen ciddi ortak kanal girişimine sebep olur[Patel, Sisodia, 2014].

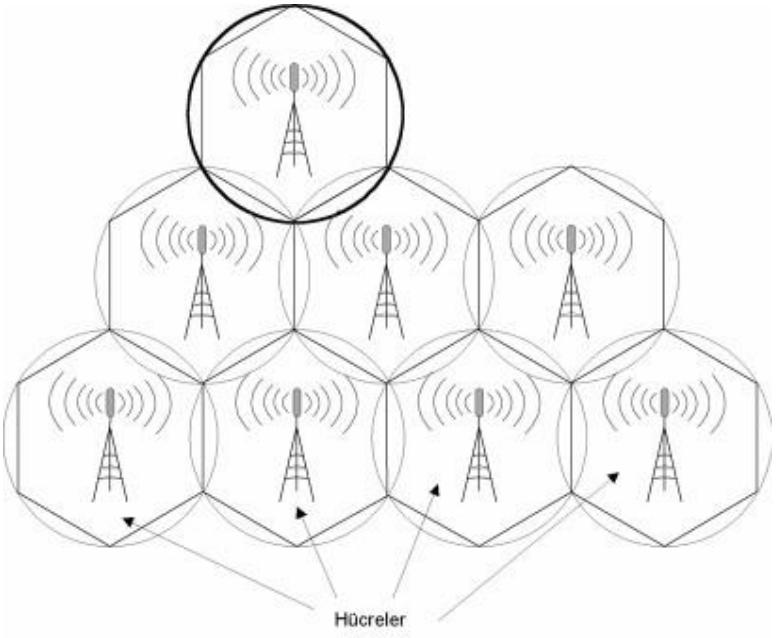
Frekans yeniden kullanım mesafesine(d) sahip hücrelere kümeden bir veya tüm frekanslar atanabilir. Frekans yeniden kullanım mesafesi olan d yeterince büyük seçilirse, ortak kanal girişimi konuşma kalitesini etkileyecek kadar küçük kalır. Aşağıdaki şekilde aynı alfabeye sahip hücrelere aynı frekans atanmıştır.

Şekil 2.1. Frekansın Yeniden Kullanımı ile Hücresel Şebeke Yapısı




Kaynak: https://www.ijedr.org/papers/IJEDR1401191.pdf

Şekil 2.2. Baz İstasyonlarının Hücresel Yapısı




Kaynak: http://butunsinavlar.com/kablosuz-mobil-sistem-gsm.html

**Frekansın Yeniden Kullanım Mesafesi(D)**

Komşu kümeler arasında aynı frekansı kullanan en yakın ortak kanal hücreleri arasındaki mesafe formülü:

$D^2=3R^2(i^2+i*j+j^2)$

İ ve j değerleri pozitif tamsayılardır ve i, j değerleri hesaplama yapılacak referans hücreden hücre sayısındaki yer değiştirmeleridir. R hücre yarıçapıdır.

N, küme başına düşen hücre sayısıdır.

$N=(i^2+i*j+j^2)$

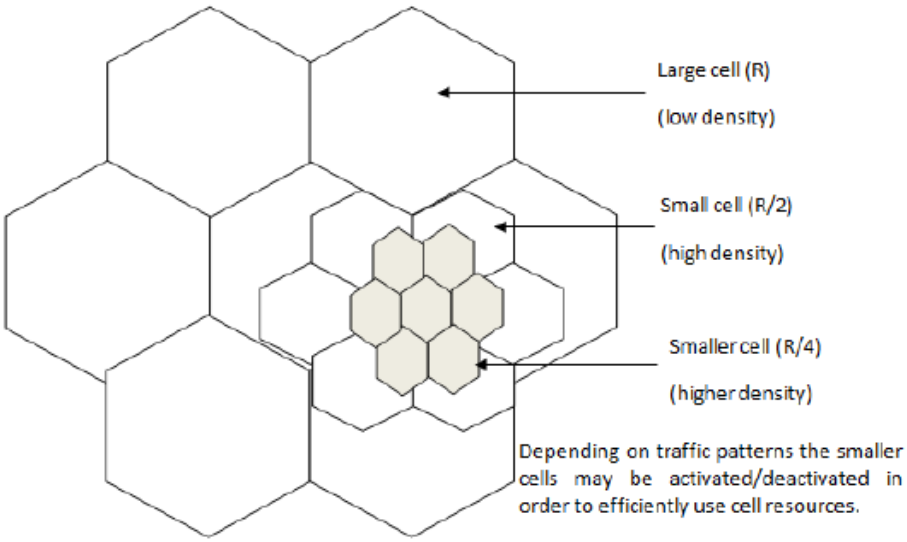
$D^2=3R^2N$

$D=\sqrt{3N}.R$

#### 2.1.3.2. Hücre Bölünmesi

Hücre bölünmesi, her biri kendi baz istasyonu, anten yüksekliği ve verici gücüne bağlı bir azalmaya sahip olan bir tıkanıklığı daha küçük hücrelere bölme işlemidir. Hücre bölünmesi kanalların yeniden kullanılma sayısını artırdığı için hücresel sistemin kapasitesini artırır. Orijinal hücreden daha küçük yarıçapa sahip yeni hücreler tanımlayarak ve bu küçük hücreleri(micro hücreler) mevcut hücreler arasına yükleyerek birim alan başına ek kanal sayısı artar ve bu nedenle kapasite artar. Hücre bölünmesi, hücre yarıçapının R'den R/2 veya R/4'e düşürülmesi ile yapılabilir.

Şekil 2.3. Hücre Bölünmesi




Kaynak: Shehu, Coverage and Capacity Improvement in GSM Network

Yeni küçük hücrenin yarıçapı R/2 ise, tüm servis alanını küçük hücrelerle kaplamak için yaklaşık dört kat daha fazla hücre gerekir. Artan hücre sayısı, kapsama bölgesi üzerindeki küme sayısını artıracak ve bu da kapsama alanındaki kanal sayısını ve dolayısıyla kapasiteyi artıracaktır.

Hücre bölünmesi, hücresel sistemin büyük hücrelerini daha küçük hücrelere değiştirerek büyümesini sağlamaktadır. Hücre bölünmesinde çok sayıda düşük güçlü verici, daha önce yüksek güçlü tek bir verici tarafından kapsanan bir alanı devralabilir. Bu durum hücre yarıçapının azaltılması ile hücrenin fazla trafiği kaldırabilmesini sağlamaktadır. Bu yeni hücrelerin yarıçapı büyük hücreden daha küçüktür ve birim alan başına kanal sayısı arttığından kapasite artmaktadır.

Yeni hücrelerin iletim gücü, yeni ve eski hücre sınırlarında alınan güç $P_r$' i birbirine eşit olarak ayarlanarak bulunur. Bu, yeni mikro hücrelerin frekans yeniden kullanım planının orijinal hücrelerdeki gibi davranmasını sağlamak için gereklidir.

Büyük hücreden alınan güç (eski hücre) :

$P_r$[eski hücre sınırı]=$P_{t1}(R)^{-a}$ (1)

Küçük hücreden alınan güç:

$P_r$[yeni hücre sınırı]=$P_{t2}(R/2)^{-a}$ (2)

Burada $P_{t1}$ ve $P_{t2}$, daha büyük ve daha küçük hücrelerin iletim güçleridir.

Eski ve yeni hücrenin eşit alınan güç temelinde;

$P_{t1}(R)^{-a} = P_{t2}(R/2)^{-a}$ veya $P_{t1}/P_{t2} = 2^a$ (3)

Her tarafın logaritması alındığında;

$10\log_{10}\frac{Pt1}{Pt2} = a\log_{10}2$ = 3(a)dB (4)

a=4 için , Pt1 /Pt2 = 12dB

Bu yöntem orijinal kapsama alanını mikro hücrelerle doldurmak için iletim gücünün 12dB azaltılması gerektiği anlamına gelmektedir[Shehu,2015].

Hücresel sistemin avantajlarından bazıları aşağıda belirtilmiştir.

- Düşük güç ihtiyacı
- Frekansların birden fazla kez kullanılabilmesi
- Az sayıda frekans ile yüksek kapasite
- Kolay konfigürasyon
- Şebeke genişletme esnekliği
- Verimlilik

#### 2.1.3.3. Hücre Sektörü

Her sektör kendi frekans kanalıyla yeni bir hücre olarak düşünülebilir. Hücre sektörü, hücre yarıçapını değiştirmeden kapasiteyi artırmak için bir alan sağlar ve D/R oranını azaltmak için yöntemler aramaktadır.

D: Frequency Reuse Distance(Frekansın yeniden kullanım mesafesi)

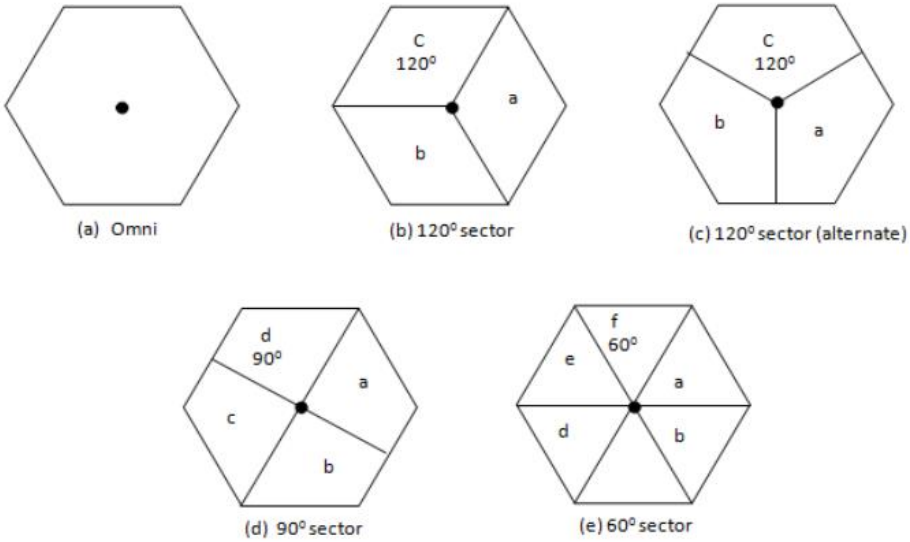
R: Cell Radius(Hücre yarıçapı)

Sektörleme S/I oranının değerini arttırarak küme boyutunu küçültür. Bu yaklaşımda S/I yönlü antenler kullanılarak geliştirilir ve daha sonra bir kümedeki hücre sayısını azaltıp frekansın yeniden kullanımını artırarak kapasite iyileştirmesini sağlar. Ancak bunu başarılı bir şekilde yapabilmek için iletim gücünü azaltmadan nispeten girişimi azaltmak gerekir. Yönlü sektör antenlerinin kullanılması, ortak kanal hücreleri arasındaki girişimi önemli ölçüde azaltır ve daha yoğun frekansın yeniden kullanılmasına izin verir.

Ortak kanal girişimini azaltma ve böylece yönlü antenler kullanarak sistem performansını artırma tekniğine sektör oluşturma denir. Sektörleşme, yeni baz istasyonu sahalarının kurulmasını gerektirmediği için hücre bölünmesinden daha ucuzdur. Girişimin azaltılması faktörü ise kullanılan sektör miktarına

bağlıdır. Bir hücre normal olarak 120 derece açıyla 3 sektöre ya da 60 derece açıyla 6 sektöre bölünmüştür[Shehu,2015].

Şekil 2.4. Sektör Örnekleri




Kaynak: Shehu, Coverage and Capacity Improvement in GSM Network

Türkiye'nin deprem riski ile birlikte yaşadığı bir gerçektir. Deprem anında haberleşme hayati öneme sahiptir. Bundan dolayı afetlerde kapasitenin artırılması için ilave tedbirlerin alınması iletişimin devamlılığı ve insan hayatının kurtarılması bakımından önem arz etmektedir. Bu kapsamda kapasite artırımına ilişkin tedbir olarak şöyle bir öneride bulunulmuştur. Türkiye'nin jeolojik haritası dikkate alınarak bilhassa deprem fay hatlarının geçtiği alanlarda ilgili bir mevzuat çıkarılarak operatörlere afet durumları için her sahanın bir sektör artırımını zorunlu olarak hazır bulundurması yükümlülüğü getirilebilir. Böyle bir önerinin hayata geçirilebilmesi için kapasite artırımı sağlayacak teknik çözüm kapasite bölümü içerisinde anlatılmıştır.

Diğer taraftan afet ve acil durumlarda kapasitenin optimize edilmesi konusunda çaba sarf ederken kapasite sorununun ortaya çıkmaması için

alternatif haberleşme sistemleri de dahil olmak üzere bir takım ilave tedbirlerin alınması da gerekmektedir. Bu çerçevede bu bölümün bundan sonraki kısımlarında bahsi geçen tedbirlerin neler olabileceğine ilişkin hususlara yer verilmiştir.

## 2.2. Mobil Baz İstasyonu ve Uydu Transmisyonlu Mobil Baz İstasyonu Sayısının Artırılması

Bir baz istasyonu ile aynı anda sınırlı sayıda abone haberleşme gerçekleştirebilir. GSM operatörlerinin abone sayılarında artış olduğunda, aboneler arasında kurulacak iletişimin kesintisiz devam edebilmesini sağlamak ve arama başarısızlıklarının minimum seviyeye düşürmek için kapsama alanlarında ek baz istasyonlarının kurulması gerekir. Diğer taraftan kapsama sınırları içerisinde olan aboneler baz istasyonunun kaldırabileceği kapasiteyi aşma durumunda iletişim kuramayacaklardır.

Bu bağlamda, Mobil Baz İstasyonları şebeke kalitesinden ödün vermeden kapasite geliştirmesini sağlamak için kullanılan en uygun çözümlerdir. Mobil baz istasyonu araçlar bir bölümü enerji ihtiyacını sağlayacak jeneratör, diğer bölümü sistemin kurulum ve işletilmesi için iki bölüme ayrılır. Bölümlerin zemini ve duvarları ısıya karşı izole edilecek şekilde hazırlanır.

Doğal afetlerde, mitinglerde, konserlerde, açılışlarda vb. periyodik ya da özel gereksinimlerde mobil hat kullanıcılarına kesintisiz, ekonomik ve hızlı çözümler sunmak GSM operatörlerinin önemli gereksinimlerindendir.

Mobil baz istasyonları abone yoğunluğunun çok fazla olduğu yerlerde artan trafik kapasitesini karşılamak amacıyla kullanılır. Elektronik Haberleşme Cihazları Güvenlik Sertifikası Yönetmeliği gereği kamu güvenliği, acil durum ve afet durumlarında kurulanlar hariç olmak üzere; Güvenlik Sertifikası alan mobil istasyonlar, sistemin faaliyete geçmesini müteakip aynı yerde en fazla üç ay hizmet verebilir. İşletmeci tarafından aynı yer için süre uzatımının talep edilmesi halinde 3 ay ilave süre verilebilir[Güvenlik Sertifikası Yönetmeliği,

Resmi Gazete Sayısı:27912]. Mobil baz istasyonu örnek olarak aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

Şekil 2.5. Mobil Baz İstasyonu

Kaynak: https://www.mynet.com/bu-da-seyyar-baz-istasyonu-110101128337

Afet ve acil durumlarda GSM sisteminin çökmesi ihtimaline karşın uydu transmisyonlu mobil baz istasyonu kurulması ile haberleşmenin kesintisiz devam edebilmesi açısından hayati önem taşımaktadır. Bu kapsamda hali hazırda ülkemizde uydu destekli mobil baz istasyonu sayısı kırk adettir. Uydu transmisyonlu mobil baz istasyonunun her biri en az iki ili kapsamaktadır. Türkiye'nin tamamı doğal afet durumlarında haberleşme sorunu yaşamayacak şekilde uydu kapsama alanı içerisindedir. Ülkemizde kurulan uydu transmisyonlu mobil baz istasyonunu gösteren harita Şekil 2.6'da gösterilmektedir.

Şekil 2.6. Türkiye'deki Uydu Transmisyonlu Mobil Baz İstasyonu Haritası

Kaynak: http://www.aljazeera.com.tr/haber/uydu-destekli-baz-istasyonu-sayisi-artiyor

## 2.3. İnternet Balonları

Google internet erişimi bulunmayan bölgelere internet ulaştırmak için "Project Loon" adı verilen bir projeyi hayata geçirmiştir. Google, balon projesiyle dünya genelinde internete erişimi olmayan dört milyar insana ve özellikle de erişimi zor coğrafyalara internet erişimi sağlamayı amaçlamaktadır.

Loon balonları, 2017 yılında Maria Kasırgası'nın vurduğu Porto Riko'da denenerek 100 bin kişiye internet erişimi sağlamıştı. Loon balonları daha önce de Peru'da yaşanan büyük deprem sonrası bölgede kurtarma çalışmalarına destek olmak için internet bağlantısı sağlamıştı.

İnternet balonları stratosfer tabakasının zorlu koşullarında -90°C sıcaklığa ve 100 günden fazla dayanacak şekilde üretilmiştir[X.company].

Fırtınalara dayanabilen ve yerden 20 kilometre yükseklikte uçan balonlar internet hizmeti sağlamaktadır. Balonlar yerden 20 kilometre yukarıda kendi içerisinde bir ağ oluşturur ve her balon komşularıyla ve internet sağlayıcılarına

bağlı yer istasyonlarıyla iletişim kurar. Bu balonlar bir tür GSM kulesi gibi görev yapıyor ancak çok geniş bir bölgeye bağlantı sağlıyor. Yerdeki GSM operatörlerinin sinyallerini alıp, operatörlerin ulaşamadığı dağlık ve ormanlık alanlara iletiyorlar. Bu nedenle de bağlantı sağlayacakları ülkenin iletişim protokollerine dahil olmak zorundalar. Project Loon'dan internet hizmeti almayı sağlayan İnternet antenleri vardır. Aşağıdaki resimde bir kullanıcının evine bağlı özel tasarlanmış bir internet anteni bulunmaktadır[Wired].

Şekil 2.7. İnternet Anteni

Kaynak: https://www.wired.com/2013/06/google_internet_balloons/

Project Loon sistemi, dünyanın dört bir yanında yetersiz kalan hizmet alanlarıyla bağlantıyı genişletmek için malzeme bilimi, atmosferik modelleme, makine öğrenmesi, iletişim sistemleri ve daha fazla alanlardaki gelişmelerin birleştirilmesiyle oluşan bir projedir. Loon uçuş ekipmanı 4 ana bileşenden oluşur. Bunlar; Antenler, Güneş Panelleri, Uçuş Kapsülü ve Paraşüt.

Antenler, bir balon ağında yer istasyonlarından bir kullanıcının LTE telefonuna geri bağlantı sağlar. Bir kullanıcının bir Loon balonuna bağlanmak için standart bir LTE telefonundan başka bir şeye ihtiyacı yoktur.

Güneş panelleri, ekipmanı gün boyunca çalıştırır ve gece çalışmasına izin vermek için dahili bir pil şarj eder.

Uçuş kapsülü, Loon sistemine kumanda ve kontrol eden elektroniği tutar.

Paraşüt, uçuştan sonra balonu güvenli bir şekilde Dünya'ya geri yönlendirmek için otomatik olarak devreye girer.

Loon'un daha geniş kapsama alanı ile mobil ağ operatörlerinin kapsama alanlarını gerektiğinde genişletmelerini sağlar. Loon, operatörün sinyalini zemindeki bağlantı noktalarına iletir, stratosferdeki birden çok balon boyunca ışınlar ve ardından bu sinyali bir kullanıcının LTE cihazına geri gönderir[Loon]. Project Loon sisteminin örnek balonları aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.

Şekil 2.8. Balon I

Kaynak: https://loon.com/technology/

Şekil 2.9. Balon II

Kaynak: https://loon.com/technology/

## 2.4. Toplanma Merkezlerinde Baz İstasyonları Sayısının Artırılması

Hastane ve deprem toplanma alanları gibi ihtiyaç duyulacak diğer alanlarda geniş kapsama alanına sahip ve depreme dayanıklı ortak sabit baz istasyonları kurularak deprem başta olmak üzere afet ve acil durumlarda iletişimin sürdürülmesini sağlayacak çalışmalar yapılmalıdır.

Bilindiği üzere, deprem olduğunda insanların en yoğun bulunduğu alanlar hastane ve deprem toplanma yerleridir. Doğal olarak insanlar bu alanlarda bulunurken enkaz altında kalan yakınları hakkında bilgi almak için telaşlanırlar ve onlarla iletişim kurmak isterler. Enkaz altında kalan ve mağdur durumundaki insanlara beklenen yardımın yapılmasında haberleşme sistemlerine ihtiyaç vardır. Vatandaşların birbirleriyle ve ilgili kamu görevlileri ile iletişimi çok önemlidir. Bundan dolayı bu gibi yerlerde yoğun bir iletişim trafiği oluşacağı açıktır. Devlet tarafından belirlenmiş deprem toplanma yerlerine ve hastanelere tüm operatörler için komple çözümleri içerecek ses, veri ve görüntü iletimine imkan tanıyacak şekilde depreme dayanıklı, kapasitesi

mümkün olan en yüksek miktarda tutularak ve geniş kapsama alanına sahip haberleşme sistemleri kurulmalıdır.

## 2.5. Uydu Tabanlı İletişim Sistemlerinin Kullanılması

Afet ve acil durumlara hazırlıklı olmak her zaman mümkün değildir. Afet ve acil durum sırasında ve sonrasında teknolojinin kullanımı önem kazanmaktadır. Bu kapsamda günümüz haberleşmesinde uydu önemli bir rol üstlenmiştir. Yaklaşık 2 bin uydu dünyanın etrafında dönmekte ve pek çok nokta arasında ses, video ve veri aktarımını sağlamaktadır.

Uydu, basit bir şekilde tanımlanacak olursa, yeryüzünden gelen radyo sinyallerini, içinde alıcı-verici çifti bulunan transponder aracılığıyla yeniden ileten bir haberleşme sistemidir. Uydu haberleşmesinde sinyallerin iletilmesi ve alınması için yüksek frekanslar kullanılır. Bunlar 1-50 GHz aralığındadır. Frekans bantları, harflerle isimlendirilir. Adlandırma, alçak frekanstan yüksek frekansa doğru L, S, C, X, Ku, Ka ve V bantları olarak belirlenmiştir. Düşük frekans bandında (L, S ve C bantları) yer alan sinyaller düşük güçle iletildiğinden, bu sinyallerin alınması için büyük antenlere ihtiyaç olmaktadır. Yüksek frekans bandında (X, Ku, Ka ve V) bulunan sinyaller ise daha yüksek güce sahip olduğundan, 45 cm çapındaki çanak antenler bu tür sinyalleri almak için yeterlidir[Kaçar,2018].

Uydu haberleşme teknolojisi, doğal afetlerde ve diğer acil durumlarda, yer haberleşmesi kesildiği zaman, sıklıkla kullanılmaktadır. Uydu telefonu, acil durum ya da afet söz konusu olup da, hücresel telefon altyapısı zarar gördüğünde, haberleşmeyi sağlamanın güvenli bir yoludur.

Uydu telefonları, LEO ya da GEO uydularını kullanır. Özellikle güvenlik güçleri ve devlet kurum ve kuruluşları, enerji sağlayan şirketler, arama kurtarma organizasyonları tarafından kullanılmaktadır. Denizcilikte de mürettebat ve yolcuların haberleşmesi için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Şekil 2.10. Uydu Telefon Örneği

Kaynak: https://www.clicknet.com.tr/product-detail/thuraya-xt-pro-dual/

Uydu haberleşme ağlarının sağladığı servisler, benzer amaçları güder, ancak kullanılan yöntemler, teknolojiler, sağlanan kalite ve kapsama özellikleri farklıdır. Uydu telefonları, hücresel telefonlardan farklı ağ mimarisi ve radyo yayılım karakteristikleri için tasarlanmıştır. Çalışma alanları ve çalışma bölgeleri ile ilgili olarak bazı kısıtlar söz konusudur. Uydu telefonları, teorik olarak her yerde çalışması için üretilse de, binaların içinde ve iletişimi engelleyen yapıların varlığında çalışmazlar.

Uydu telefonları, cep telefonlarının yerine geçmelerini beklemek doğru olmasa da, hücresel ağların çöktüğü acil durumlarda haberleşmenin sağlanması için kritik araç haline gelmektedir.

## 2.6. Telsiz Haberleşme Sistemlerinin Kullanılması

Alternatif haberleşme sistemlerinin en önemlisi telsiz teknolojilerinin kullanılmasıdır. Anında haberleşme olarak da kabul edebileceğimiz telsiz sistemleri geliştirildiğinden bugüne birçok değişime uğrayarak bugünkü hallerini almışlardır. Telsiz teknolojilerinin temel mantığı herhangi bir fiziksel

kablo bağlantısı kullanılmaksızın karşılıklı haberleşmenin sağlanmasıdır. Telsizler kablosuz olarak haberleşmeyi sağlamada radyo frekanslarını kullanmaktadırlar. Telsiz türleri aşağıda listelenmiştir.

Birinci nesil telsiz sistemleri

- Konvansiyonel sistemler
- Trunk Sistemleri

İkinci nesil telsiz sistemleri

- Tetrapol
- Tetra
- Apco 25

Bu kısımda belirtilen telsiz sistemlerinden bahsedilecektir.

### 2.6.1. Konvansiyonel Telsiz Sistemleri

Çevrim içerisindeki tüm kullanıcıların aynı kanalda beklediği ve bu kanaldan gönderme ve alma işlemlerini yaptığı sistemlere konvansiyonel sistemler denilmektedir. Gönderme ve alma işlemlerinde aynı frekans kullanılarak yapılan telsiz çalışmalarına simplex(tek yönlü) çalışma, farklı frekanslar üzerinden çalışılmasına ise dupleks(çift yönlü) çalışma denilmektedir. Simpleks çalışmada sistemdeki bütün kullanıcılar gönderme ve alma işlemlerini tek bir frekans üzerinden gerçekleştirirler. Telsizin gönderme esnasında almacı, alma esnasında göndermeci pasif duruma geçmektedir[Telsiz].

### 2.6.2. Trunk Sistemleri

Klasik telsiz sistemlerinde kanallar devamlı olarak kullanılmaz. Bunun için farklı kullanıcılara yeni kanal tahsis etmek yerine mevcut kanalları zaman

paylaşımlı kullandırarak frekans spektrumunun daha efektif kullanılması söz konusu olur. Bu yöntem trunk telsiz sistemi olarak adlandırılır. Bir fikir etrafında toplanmış birden çok kanallı klasik telsiz sistemi olarak da trunk telsiz sistemleri düşünülebilir. Kontrol kanalı olarak da adlandırılan kanallardan birisi, sistem ve telsizler arasında işaretleme yapmak için kullanılır. Trafik kanalı olarak da isimlendirilen diğer kanallar ses ya da veri iletişimi için kullanılır[Telsiz].

### 2.6.3. Tetrapol

Bu sistemin temeli GMSK modülasyon yöntemi ve FDMA kanal tekniği üzerine kurulmuştur. Bu sistem TETRAPOL ismiyle standartlaşma aşamasına girmeden önce MATRA tarafından ACROPOL adıyla tasarlanmış ve üretilmiştir. Tetrapol sistemi analog telsizler için uyumlu bir sistem değildir. Fakat sistem içi telsizlerle herhangi bir standarttaki analog telsizin görüşebilmesi için, kullanıcıya özgü geçiş birimleri geliştirilmektedir. Bu geçiş birimleri sistem standartlarına dahil değildir. Tetrapol sistemlerde veri iletişimi yönü yarı çift yönlü iletişimdir[Telsiz]. Bant genişliği 10kHz – 12,5kHz dir. Frekans aralığı 370Mhz – 400MHz arasında çalışır.

### 2.6.4. Tetra

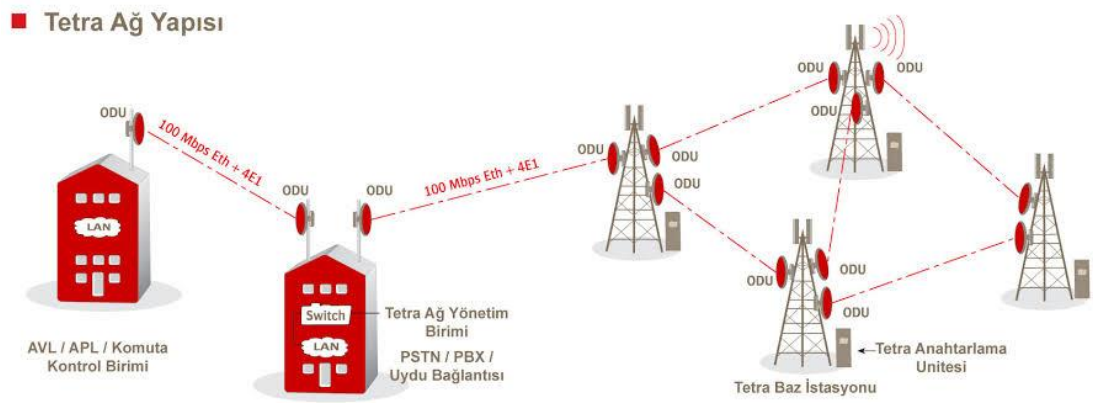
Geleneksel Profesyonel Mobil Radyo(PMR) kullanıcı kuruluşlarının ihtiyaçlarını karşılamak için ETSI (European Telecommunications Standards Institute / Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü) tarafından geliştirilmiş bir dijital kanallı mobil radyo standardıdır. Kısa ismi TETRA olan standart TErrestral Trunk RAdio (Karasal Trunk Telsiz) kelimelerinin kısaltmasından oluşturulmuştur[Tetra].

TETRA zaman bölmeli çoklu erişim(Time Division Multiple Access / TDMA) teknolojisini kullanmaktadır. 25 kHz aralık bulunan radyo taşıyıcıları üzerinde dört adet kullanıcı kanalı bulunur. Bu yaklaşım diğer sistemlerle kıyaslandığında frekans spektrumunun daha efektif olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Her bir kanalın 7.2 Kbps'lik veri iletimini gerçekleştirebileceği gibi birden çok dilimin kullanımı ile birlikte veri iletim kapasitesi 28.8 Kbps'e çıkabilir. Avrupa'da 380-383 MHz ve 390-393 MHz frekans aralıkları acil durum hizmetleri için tahsis edilmişken 410- 430 MHz, 870-876 MHz / 915-921 MHz, 450-470 MHz, 385-390 MHz / 395-399,9 MHz frekans bantları da sivil kullanım için tahsis edilmiştir[Kaplan, 2011].

TETRA, bireysel kullanıcılardan gelen istek üzerine, veri ya da ses iletişimi için, bir havuzda toplanmış radyo kanallarından bir tahsis gerçekleştirir. Diğer taraftan TETRA hücreler şeklinde organize edilen ağlar arasında dolaşımı(Roaming) ulusal ya da uluslararası çapta desteklemektedir. TETRA altyapı üzerinden bir noktadan bir noktaya ve bir noktadan çok noktaya iletişimi desteklediği gibi, doğrudan el terminalleri arasında(Direct Mode) da, konvansiyel telsiz haberleşme sistemlerinde olduğu gibi, iletişime olanak sağlamaktadır[Kaplan, 2011].

Şekil 2.11'de TETRA telsiz sistemlerine ilişkin ağ yapısı gösterilmiştir.

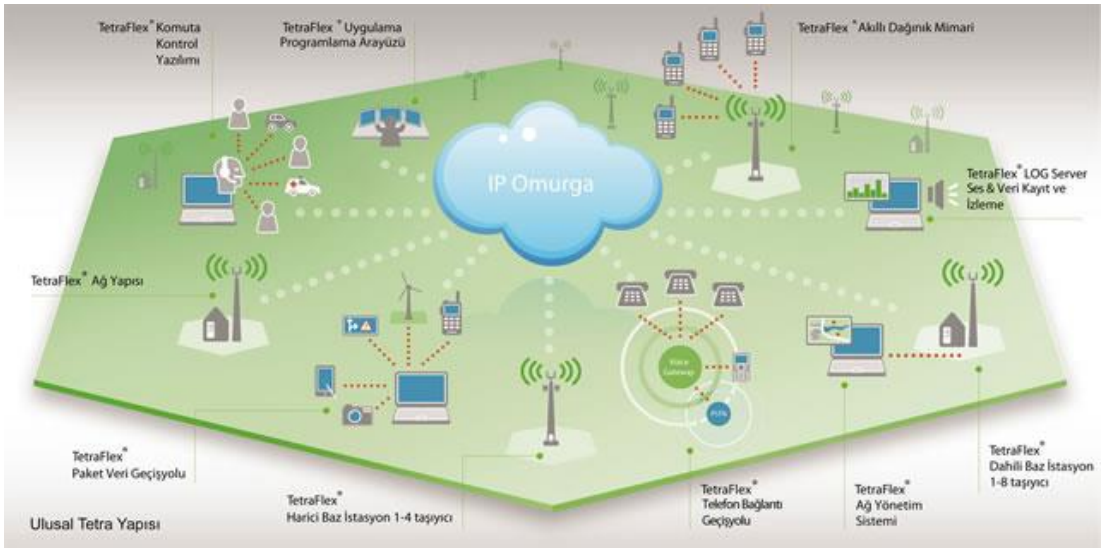
Şekil 2.11. Tetra Ağ Yapısı




Kaynak: Şahin, Telsiz Haberleşme Standartları

Şekil 2.12'de ise TETRA sisteminin bileşenleri gösterilmiştir.

Şekil 2.12. Tetra Sistem Bileşenleri




Kaynak: https://www.nevada.com.tr/tetra-sayisal-telsiz-haberlesme-sistemleri/

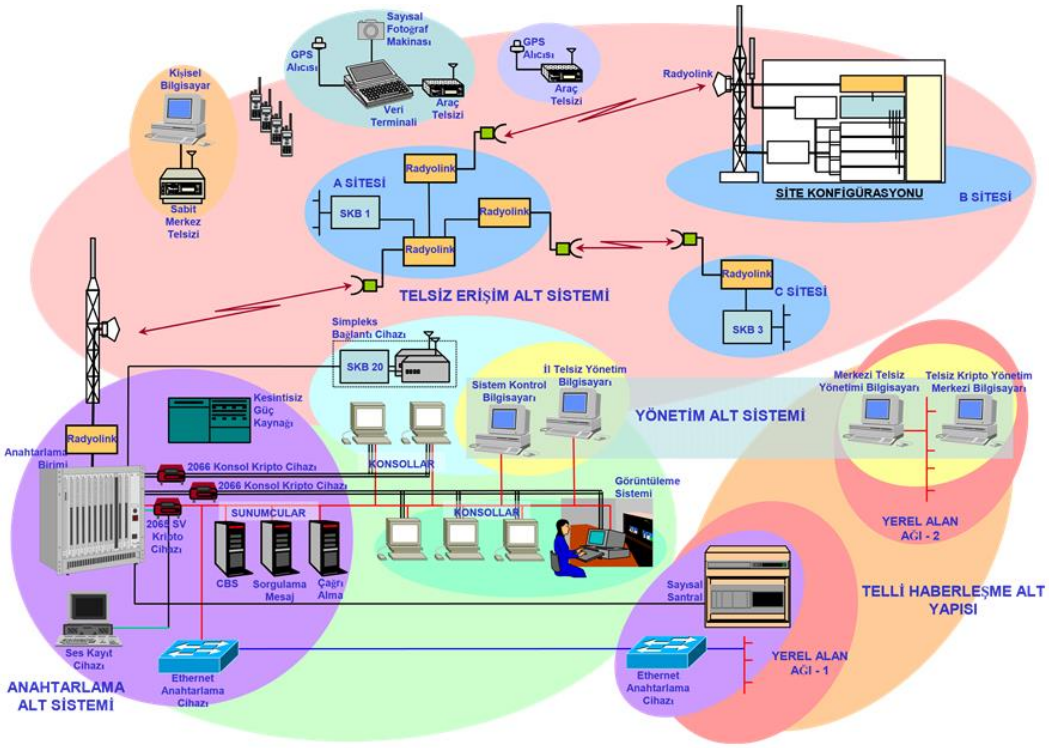
### 2.6.5. Apco 25

İlk olarak 1976-1979 yılları arasında güvenlik grupları tarafından kullanılacak Trunk Telsiz Sistemi ile ilgili işlevsel sistem ihtiyaçları APCO(Association of Public Safety Communications Officials) tarafından APCO 16 projesi ile duyuruldu. Fakat APCO 16'da belirtilen ihtiyaçları karşılamak üzere farklı şirketler tarafından çıkarılan ürünlerde birlikte çalıştırılabilirlik sorunları meydana geldi. Bu çalışmada meydana gelen sorunlardan yola çıkarak APCO 25 projesi çalışmalarına başlandı[Telsiz]. Trunk ve konvansiyonel telsiz sistemlerinin çalıştığı tüm frekans bantlarında çalışacak şekilde geliştirilmiştir.

Genellikle arazisi düz olan coğrafyalarda TETRA sistemleri kullanılır. APCO 25'in bir başka ayırt edici özelliği olan "Geriye Uyumluluk" özelliği ise ülke genelinde kullanılan önceki sistemlerle uyumlu bir şekilde çalışır. APCO 25

sisteminin diğer sistemlerden bilhassa TETRA sisteminden ayrılan en önemli özelliklerinden birisi “Geriye Uyumluluk” özelliğidir[Şahin, Telsiz Haberleşme Standartları].

Şekil 2.13. Apco 25 Mimari Yapısı




Kaynak: Şahin, Telsiz Haberleşme Standartları

Görüldüğü gibi haberleşme sistemleri içerisinde telsizler herhangi bir fiziksel kablo kullanmadığından anlık iletişimin devamlılığı konusunda çok önemlidir. Felaket durumlarında GSM sistemlerinin çökmesinden dolayı iletişimin telsizler vasıtasıyla sürdürülmesi mümkündür. Bu nedenle afet ve acil durumlarda alternatif haberleşme sistemleri olarak telsizlerin her zaman hazır halde bulundurulması gerekmektedir. Ancak telsizler veri kapasitesi, görüntü aktarımı gibi durumlarda çok iyi çözümler üretememektedir. Bundan dolayı afet ve acil durumlarda, acil durum müdahale ekiplerinin kullanacağı komple çözümleri içerecek ses, veri ve görüntü aktarımına imkan tanıyan yeni bir sistem kurulmalıdır.

## 2.7. Kritik Altyapılarda Tehdit Algılama ve Erken Uyarı Sistemlerinin Kullanılması

Afet ve acil durumlarda başarılı olabilmek büyük ölçüde krizin iyi yönetilmesine bağlı bulunmaktadır. Kriz yönetiminin kalitesi ise pek çok değişken ile iç içedir. Söz konusu değişkenlerden biri de kritik altyapılarda tehdit algılama ve erken uyarı sisteminin kullanılmasındaki başarısıdır.

Kritik altyapılar, Avrupa Komisyonu tarafından, zarar görmesi veya yok olması halinde, vatandaşların sağlığına, emniyetine, güvenliğine ve ekonomik refahına veya kamu hizmetlerinin etkin ve verimli işleyişine ciddi boyutta olumsuz etki edebilecek fiziksel ve teknolojik tesisler, şebekeler, hizmetler ve varlıklar olarak tanımlanmaktadır. Kritik altyapıların hangileri olduğu konusunda genel geçer bir tanım olmamakla ve kritik altyapılar ülkeden ülkeye değişmekle birlikte, çoğunlukla finans, enerji, ulaşım, elektronik haberleşme, sağlık ve temel kamu hizmetleri gibi sektörler ve bunlara ait altyapılar olarak ele alınmaktadır[Ünver vd., 2009].

Kritik sistemlere yönelik tehditleri bulma ve müdahale etmede teknolojik analiz yazılımlarının kusursuz destek sağladığını önermek veya ön görmek tam olarak doğru değildir. Tehdide özgü veri toplama sistemleri ile ne gözlerseniz gözleyin, hangi veriyi toplarsanız toplayın geriye yönelik yoğun bir veri akışı hareketini sağlıyorsunuz demektir. Bu yoğun veri içerisinden bilgiyi analiz edip, analizlerden tehditler bulmak, sahada çalışan ekiplere ulaştırmak da oldukça zaman almakta ve ciddi hatalar yapılabilmektedir. En önemli hata, teknolojinin son derece mükemmel olduğuna inanıp ve elde edilen verileri analiz eden yazılımların ve karar verici konumda bulunan uzmanların hata yapmayacaklarını düşünmektir.

Günümüz dünyasında her yönden gelişmiş teknolojiler üreten ülkeler bile kompleks askeri teknolojilerine sahip olmalarına rağmen sıklıkla hata yaptıkları ve terör olaylarından darbe yedikleri görülmektedir. Meydana gelecek kötü hadiselerin yaşanmasından sonra çözüm bulmak yerine, olayların yaşanmasını önlemek için tehdit odaklı çalışmalar geliştirilmelidir. Saldırıların

olmasının engellenemeyeceği durumlarda öncelik minimum insan kaybı ve çevreye vereceği geri dönüşümü olmayacak kirliliği önlemek amacıyla stratejik çözümler geliştirilmelidir.

Kritik alt yapılara yönelik tehditler analiz edilerek öncelikle;

- İhlallerin önceden belirlenmesi ve erken uyarıda bulunulması
- Güvenlik birimlerine her türlü elektronik destek verilmesi
- Güvenlik personellerinin açık hedef durumuna gelmesini önlemek
- Can ve mal kayıpları ile çevre kirliliğine engel olmak

hususlarında gereken önlemlerin alınması hedeflenmelidir.

Günümüzde kritik alt yapılar ile İnternet arasındaki kontrol ve denetim bağının gelişmesi ve büyümesinden kaynaklı olarak korumasızlık ve güvenlik açıkları sık sık artmakta ve tehlikeli bir şekilde gelecekte de artacağı görülmektedir.

İnternet üzerinden gerçekleşecek çok güçlü bir siber saldırının kritik alt yapılar üzerinde çok ciddi etkileri olacağı açıktır. Bilhassa uluslararası tehditlerin üzerinde durulması gerekmektedir. Günümüz dünyasında tüm teknolojilere İnternet ortamından erişim sağlamak mümkün hale gelmiştir. Kablosuz İnternete erişim teknolojileri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Kablosuz ortamlarda İnternete erişim, havada yayınım yapıldığından işaretin güvenliği, kodlama ve şifreleme ile sağlanmaktadır. Kablosuz erişim sistemlerinde havada araya girerek izinsiz veri elde etme ve sistemlere müdahale etmek riskleri her zaman mevcuttur.

İnternet kanalıyla yapılacak siber saldırılar artık önemle dikkate alınması gereken ciddi bir tehdittir. Kara, deniz, hava ve uzaydan sonra savaş artık sanal dünya üzerinden de yapılabilmektedir. Zamanımızın düşmanı erişilmez, ulaşılmaz ve hareketsiz bir durumdadır. Düşmanlarımız karşımızda veya yakınımızda olmayacaktır. Görülmez, bilinmez ve anlaşılmaz olduklarından dolayı siber saldırılar fiziksel saldırılardan çok daha tehlikelidir. Bilgisayar sistemlerindeki yazılımları ve kodları çalmak, devre dışı bırakmak, bozmak, yok etmek, kendi amaçları doğrultusunda çalıştırmak için yapılan siber

saldırılarda ciddi bir şekilde artış görünmektedir[Karakuş, Kritik Alt Yapılarda Tehditlerin Algılanması].

Bu kapsamda, kritik altyapılarda tehdit algılama ve erken uyarı sistemlerinin kurulması ve kusursuz bir şekilde işletilmesi hayati öneme haizdir. Dolayısıyla, kritik alt yapılar ile ilgili yapılacak bütün mimari çalışmalarda tehdit ve tehlikeleri doğru ve hassas bir şekilde algılayacak ve vakit kaybetmeksizin ilgililerini haberdar edecek ve uyaracak sistemleri içine alacak şekilde güvenlik konuları üzerinde dikkatle durulması gerekmektedir. Bu kapsamda, alt yapıya ilişkin veriler mümkün olduğunca yönetilebilir bir ortamda saklanmalıdır. Olası bir kriz anında altyapıyı kurtaracak bilgileri içerecek biçimde, ağ altyapısına ilişkin topoloji bilgileri düzenlenmelidir.

Tezin bu bölümünde afet ve acil durumlarda kapasite problemleri ile karşı karşıya kalmamak için ve kapasiteyi etkileyen unsurlar üzerinde durulmuş ve mevcut baz istasyonlarının optimize edilmesi, hizmet kalitesi, kapsama alanı, kapasite artırımı konularına teknik boyutlarıyla değinilmiştir. Ayrıca, ilave alınması gereken mobil baz istasyonlarının artırılması, uydu tabanlı iletişim sitemlerinin kurulması, İnternet balonları, kritik altyapılarda tehdit algılama ve erken uyarı sistemlerinin kurulması gibi tedbirlere değinilmiştir. Bu kapsamda, afet anında GSM teknolojileri haricinde alternatif olabilecek haberleşme sistemlerinin neler olabileceği üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölümde, ikinci bölümde değinilen afet ve acil haberleşmesinde alternatif haberleşme sistemlerinin kullanımı konularının dünyadaki bazı örnek uygulamaları incelenecektir.

# 3. AFET VE ACİL DURUM HABERLEŞME SİSTEMLERİNE İLİŞKİN DÜNYA UYGULAMALARI

Bu bölümde, tez kapsamında araştırılan dünyadaki bir çok afet ve acil durum alternatif haberleşme uygulamalarından sadece önemli bulunan Amerika, Belçika, Finlandiya, İngiltere ve Japonya örneğine yer verilmiştir. Ek olarak Avrupa'da uygulanan Genel Uyarı Sistemleri(Public Warning System-PWS) ve Birleşmiş Milletler'in telekomünikasyon konusunda uzmanlaşmış bir kuruluşu olan ITU-R(International Telecommunications Union-Radiocommunication Sector)'ın görevleri, faaliyetleri ve tavsiyeleri ele alınmıştır.

## 3.1. Amerika Birleşik Devletleri

FirstNet®

First Responder Network Authority

Uygulama Adı: FirstNet (**First** Responder **Net**work Authority)

11 Eylül 2001 tarihinde New York'ta yaşanan ikiz kule saldırısının ardından ilk yardım ekipleri, sağlık birimleri, polis ve itfaiye arasında cihaz kapasiteleri ve bant genişliği yetersizliğinden kaynaklı olarak haberleşmede kriz yaşanmasından dolayı ABD yönetimi tarafından acil durumlarda bir aksiyon alınması yönünde çalışmalara başlanıldı.

2004 yılında yayınlanan 9/11 komisyon raporunda kamu güvenli haberleşmesi için bağlantıların iyileştirilmesi ve daha fazla radyo frekans tahsislerinin yapılması yönünde tavsiye kararları alındı. 2012 yılında 7 milyar dolar yatırımla National Telecommunications and Information Administration(NTIA) içinde bağımsız bir otorite olarak First Responder Network Authority(FirstNet) adlı bir yapı oluşturuldu.

Şekil 3.1. FirstNet'in Gelişimi

Kaynak: NTIA Webinar Series, 2019, FirstNet Deployment Status of the Nationwide Public Safety Broadband Network

Bu kapsamda kamu özel sektör ortaklığı çerçevesinde FirstNet ile AT&T arasında inovasyon çalışmaları yapıldı. Şekil 3.2'de görülen FirstNet cihazları AT&T tarafından üretildi ve belirli kamu güvenliği kullanıcıları tarafından kullanılmaktadır[FirstNet1].

Şekil 3.2. FirstNet Cihazları

Kaynak: https://www.ems1.com/ems-products/communications/articles/what-does-firstnet-ready-mean-for-you-pGd9HKBCIdT8xqFc/

FirstNet şebekesi, polis, itfaiye, acil sağlık hizmetleri ve ilgili diğer kuruluşların kamu güvenliği kapsamında kurumlar arası iletişimi sağlamaktadır. Kullanıcılar arasında güvenilir ve şeffaf bir bağlantı kurarak, operasyonların ve sahadaki kullanıcıların düzgün çalışmasını teşvik etmek ve böylece bir bütün olarak insan hayatının güvenlik ve korunmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

FirstNet, yol haritası kapsamında belirtilen hedefleri gerçekleştirirken diğer taraftan gelen geri bildirimler ile geliştirilmeye açık bir sistemdir[FirstNet2].

Şekil 3.3. First Responder Network Authority Yol Haritası Alanları

Kaynak: NTIA Webinar Series, 2019, FirstNet Deployment Status of the Nationwide Public Safety Broadband Network

### 3.1.1. FirstNet / Yönetim & Organizasyon Yapısı

FirstNet, ABD Ticaret Bakanlığı bünyesinde faaliyet gösteren National Telecommunications and Information Administration(NTIA) içinde bağımsız bir otorite olarak kurulmuştur. 22 Şubat 2012 tarihinde ABD Kongresi tarafından kabul edilen “The Middle Class Tax Relief and Job Creation Act of 2012” yasa ile FirstNet’e polisin, itfaiyecilerin, acil sağlık görevlilerinin güvende kalmalarına ve işlerini yapmalarına yardımcı olacak, ülke çapında çok ihtiyaç

duyulan birlikte çalışabilir bir geniş bant ağı oluşturmak için önemli görevler verilmiştir[NTIA].

ABD federal bir hükümet sistemi olarak ulusal düzey, eyalet düzeyi ve yerel yönetimler düzeyi olmak üzere çeşitli hükümet katmanlarına sahiptir. ABD Anayasasına göre Kongre, ABD'ye yeni eyaletler kabul etme yetkisine sahiptir. Anayasa ilk onaylandığında ülkede 13 eyalet bulunuyordu. O tarihten bu yana Birleşik Devletler oldukça genişledi. Ülkede şu an nüfusu ve yüzölçümü birbirinden çok farklı olan 50 eyalet bulunur. Bu 50 eyaletin yanı sıra ülkede federal bir bölge olan Columbia Bölgesi bulunur. Ülkenin ulusal başkenti olan bu bölge herhangi bir eyalete bağlı değildir. Belediye yönetimi ile yönetilen Columbia Bölgesi'nin bütçesinin kontrol ve idari denetimi Kongre tarafından yapılır. Eyalet hükümetleri federal hükümetin alt birimleri değildir; her eyalet ayrı bir egemenliktir ve anayasaya göre federal hükümete hesap vermez. Ancak ABD Anayasası ve federal yasalar, anlaşmazlık yaşanan bölgelerdeki eyalet anayasaları ve yasalarının yerine geçer[ABD Yönetimi,2005].

FirstNet LTE tabanlı geniş bant ağı kurmak için spektrum lisansına sahip olacak ve federal, eyalet ve yerel kamu güvenliği kuruluşları ve diğer kilit paydaşlarla istişare halinde ağı kurmak, dağıtmak ve işletmek için gerekli tüm eylemleri yapmakla görevlendirilmiştir.

### 3.1.2. FirstNet / Finansal Yapısı

“The Middle Class Tax Relief and Job Creation Act of 2012” yasası kablosuz kamu güvenliği haberleşme ihtiyaçlarını karşılamak için FirstNet ağının konuşlandırılması hususunda 7 milyar dolarlık fon sağlamanın yanı sıra, NTIA tarafından eyalet, bölge ve yerel yargı alanlarının FirstNet ile planlama ve çalışma çabalarını desteklemek için yönetilen yeni bir eyalet ve yerel hibe uygulama programı çerçevesinde 135 milyon dolar kaynak sağlamaktadır[NTIA].

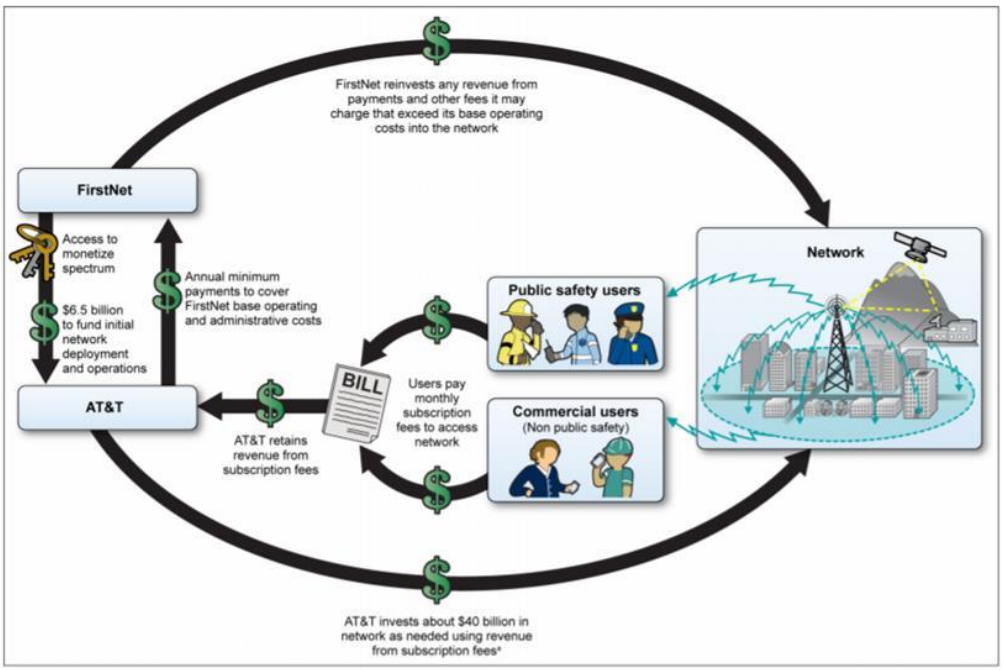
Yasaya göre, FirstNet ağının sürekli olarak kendi kendini finanse etmesi gerekmektedir. U.S. Government Accountability Office(U.S. GAO), FirstNet/AT&T bu gereksinimi karşılama konusunda ağı finanse etmek için bir çerçeve oluşturduğunu belirtmiştir. FirstNet/AT&T kullanıcıları(örnek: Kamu güvenliği kullanıcıları, ikincil kullanıcılar) FirstNet ağını kullanımları için ücretlendirilebilir. AT&T ayrıca kamu güvenliği tarafından kullanılmadığında FirstNet'in 20 MHz geniş bant spektrumunun fazla kapasitesinden gelir elde edebilir.

Bu gelirden AT&T,

- FirstNet işletim ve idari ücretlerini ödemelidir.
- FirstNet ağının kurulmasını, çalıştırılmasını ve bakımını desteklemek için sözleşme süresi boyunca 40 milyar $ taahhüt etmiştir.

Şekil 3.4'te GAO tarafından tasvir edilen şekliyle finansman modelinin bir grafiği gösterilmiştir.

Şekil 3.4. FirstNet Finansal Çerçevesi

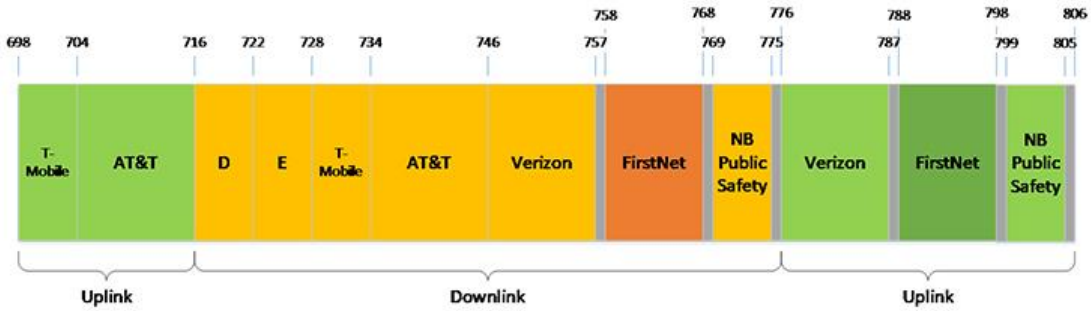



Kaynak: Gallagher, 2018

### 3.1.3. FirstNet / Core Network

ABD Kongresi tarafından 2012 yılında çıkarılan "The Middle Class Tax Relief and Job Creation Act of 2012" yasası ile First Responder Network Authority (FirstNet) bağımsız otoritesi kurulmuştur ve 700 MHZ bandında toplam 20 MHz bant genişliği tahsis edilmiştir. ABD'de ticari ağlar 700 Mhz bandında çalışır. FirstNet ağı, ticari LTE teknolojisini kullanan mobil kablosuz veri sistemi olarak tasarlanmıştır ve acil durum ve kamu güvenliği iletişimleri için kullanılan birlikte çalışabilir bir platformdur. LTE teknolojisi, APCO25, TETRA ve DMR gibi mevcut dar bantlı kamu güvenliği teknolojileriyle mümkün olmayan son derece yüksek hızlı veri iletişimini sağlamaktadır. LTE teknolojisi, mobil cihazların video akışını veya büyük miktarda veriyi hızlı bir şekilde aktarmasını sağlayan yüksek bant genişliğine sahip mobil verileri verimli bir şekilde sunma yeteneğine sahiptir. LTE'nin gelişmiş veri hizmetleri, onu kamu güvenliği için çekici kılan ana itici güçlerden bazılarıdır. 2017'de FirstNet tarafından ABD'nin polisine, itfaiyecilerine ve acil tıbbi hizmetlere sunmak üzere ilk bant ağını kurmak ve yönetmek için AT&T seçildi. FirstNet şebekesi, eyaletlerin kırsal yerleri ile birlikte 50 eyaleti ve Columbia Bölgesi'ni(District of Columbia) kapsamaktadır[FirstNet3].

Şekil 3.5. FirstNet Frekansı

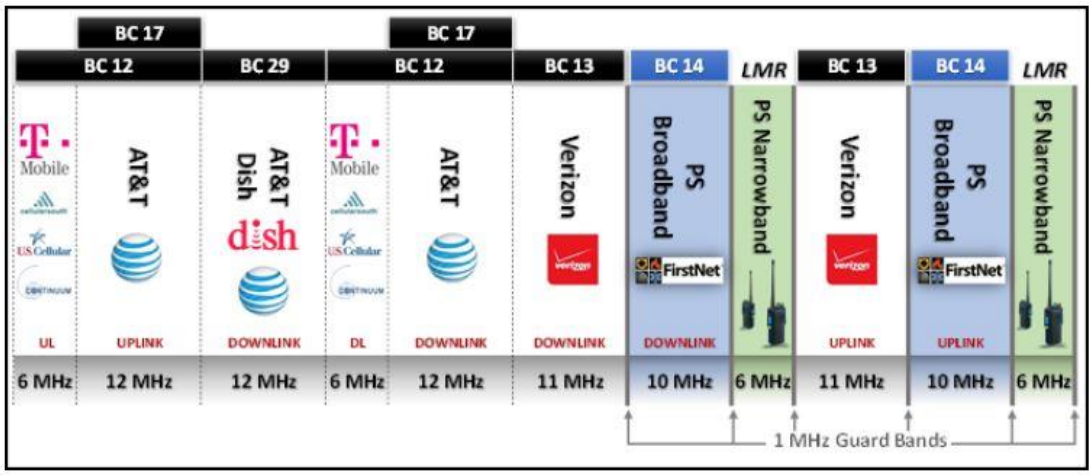



Kaynak: https://www.anritsu.com/en-us/test-measurement/technologies/firstnet

ABD'de radyo frekans spektrumunun kullanımını düzenleyen ve lisansı veren kurum Federal Communications Commission(FCC) kurumudur[Gallagher,2018]. FCC, 700 Mhz bandındaki frekansı FirstNet'e 10 yıllık bir lisans olarak verdi. FirstNet yasa kapsamındaki görev ve yükümlülüklerini yerine getirmesi şartıyla lisansı 10 yıl daha yenilenebilir[FirstNet in Oregon,2015].

FirstNet kamu güvenliği çerçevesinde 758 Mhz - 768 Mhz Downlink , 788 Mhz - 798 Mhz Uplink olarak 10 Mhz genişliğindeki iki spektrum bloğunu kullanmaktadır. FirstNet'in kullandığı frekans bant 14 e karşılık gelmektedir.

Şekil 3.6. FirstNet Frekans Bandı




Kaynak: FirstNet in Oregon,2015

Teknolojik gelişmelerle birlikte FirstNet tüm ülke çapında tek bir mimariye dayalı birlikte çalışabilir bir kamu güvenliği geniş bant ağının kurulmasını sağlamaya çalışmaktadır. FirstNet ağı iki bileşenden oluşmaktadır.

(1) Core Network(Çekirdek Ağ)

- Ulusal ve bölgesel veri merkezlerinden ve coğrafi olarak dağıtılabilen ve ticari standartlara dayalı diğer unsur ve işlevlerden oluşur.

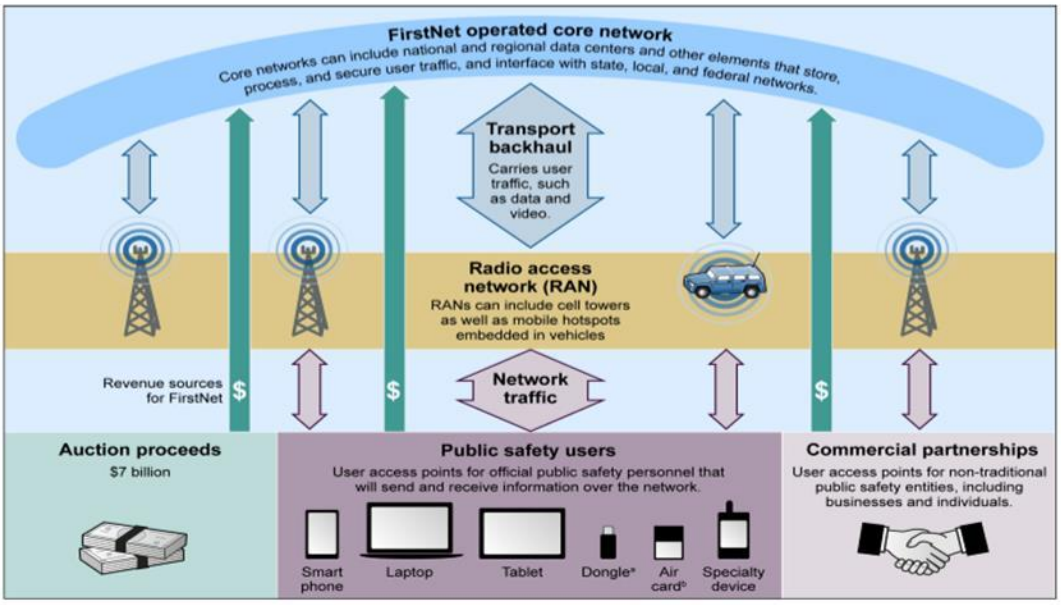
- Radyo erişim ağı ile genel internet veya genel anahtarlı ağ veya her ikisi arasındaki bağlantıyı sağlar.

(2) A Radio Access Network(RAN)

Kamu güvenliği geniş bant spektrumunu kullanan cihazlarla kablosuz iletişim sağlamak için gerekli olan ticari standartlara dayalı tüm hücre sahası ekipmanları, antenler ve ana taşıyıcı ekipmanından oluşur.

Eyalet ve yerel uygulama hibe programı kapsamında geliştirilen planlar dikkate alınarak geliştirilecek, inşa edilecek, yönetilecek, sürdürülecek ve işletilecektir[Gallagher, 2018].

Şekil 3.7. FirstNet Ağının Unsurları



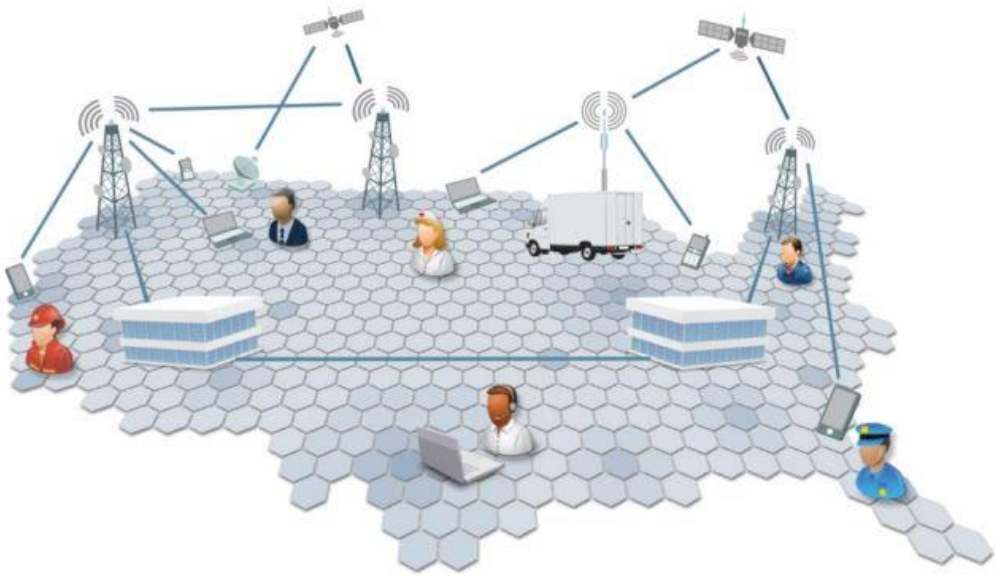

Kaynak: Gallagher, 2018

FirstNet, özel ortağı AT&T ile çekirdek ağın kurulmasından sorumludur. Çekirdek ağ, kullanıcıların ülke çapında tutarlı bir deneyime sahip olmasını ve ağın birlikte çalışabilir olmasını sağlamak için kilit bir unsurdur. Çekirdek ağ

aracılığıyla FirstNet tek tip kullanıcı profillerini, uygulamaları ve hizmetleri yönetmek için merkezi bir yaklaşım sağlar bunun yanında FirstNet kullanıcıları ve bilgileri tutarlı bir şekilde yönetebilir ve ağın güvenliğini sağlayabilir.

FirstNet şebekesinin RAN kısmı(hücre kuleleri, araçlara gömülü hotspots noktaları) eyalet bazında konuşlandırılacaktır. Trafik cihazlardan(örneğin; akıllı telefonlar, tabletler) RAN aracılığıyla akacak ve uydu veya diğer kablosuz altyapı üzerinden çekirdek ağa geri taşınacaktır[Gallagher, 2018].

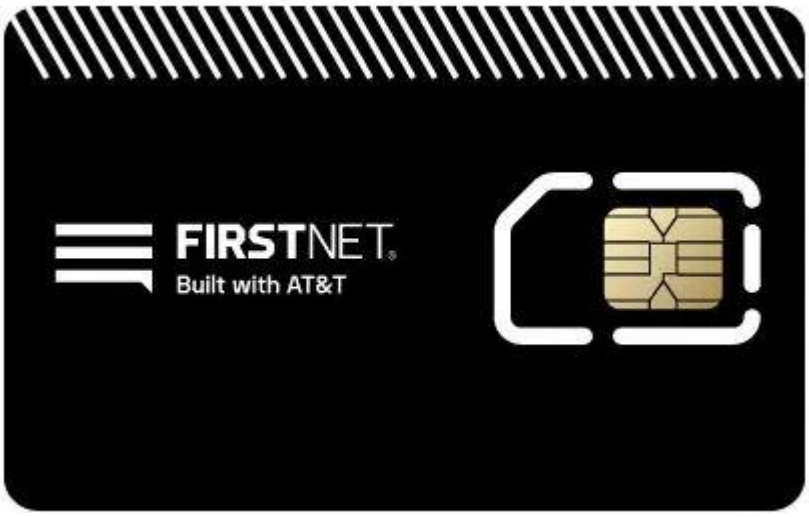
Şekil 3.8. FirstNet Ağı Tasarımı



Kaynak: FirstNet in Oregon, 2015

FirstNet şebekesi kendine özel kurulan cihazlar yanında 700Mhz frekans ile uyumlu son model iPhone ve Samsung telefonlarda da çalışmaktadır. Bir cihazın FirstNet şebekesine girmesi için siyah SIM kart kullanması gerekir. Şekil 3.9'da FirstNet ağı için SIM kart gösterilmiştir.

Şekil 3.9. FirstNet Şebekesi için SIM Kart




Kaynak: https://usatcorp.com/shop/cradlepoint-firstnet-triple-punch-sim/

Hizmet vermek, insanları korumak ve ihtiyaçlarına anında karşılık vermek için güvenilir akıllı bir cihaz gerekmektedir. Bu kapsamda üretilen Sonim XP8 cep telefonu duruma ve ortama bakılmaksızın acil durum müdahale ekiplerinin ihtiyaç duyulan iletişimini sağlaması için tasarlanmış ultra güvenilir, ultra dayanıklı ve çok büyük batarya kapasitesine sahip olarak üretilmiştir. FirstNet şebekesinde ilk müdahale ekiplerinin kullandığı cep telefonu Şekil 3.10'da gösterilmiştir.

Şekil 3.10. FirstNet Şebekesi için Üretilen Sonim XP8 Cep Telefonu

Kaynak: https://www.cnet.com/news/firstnet-black-sim-puts-first-responders-calls-ahead-of-yours/

Sonim XP8 cep telefonu özel aksesuar bağlantıları ile ilk müdahale ekipleri ve ticari kullanıcılar için tasarlanmıştır. Sonim XP8 cep telefonu; 5 inch ekran boyutu, 12MP kamerası, 4GB RAM, 64GB ROM, 4900mAh bataryası ve Android işletim sistemi özelliklerine sahiptir. Mayıs 2018'de piyasaya çıkmıştır[SonimXP8].

### 3.1.4. FirstNet / Genel Değerlendirme

FirstNet kuruluş amacına uygun bir şekilde faaliyet gösteren son derece faydalı ve verimli bir teşkilattır. ABD çapında tüm ülkeyi kapsayan LTE tabanlı

FirstNet ağı ile kamu güvenliği için çalışmalarını yürütmektedir. FirstNet ağı normal GSM frekansı kullanan ve karasal olarak eNodeB baz istasyonları kurularak kapsama faaliyetlerini sürdürmektedirler. Bunun yanında kapsamanın zayıf olduğu veya olmadığı alanlarda uydu tabanlı çalışan Acil Durum İletişim Araçları ile olaylara müdahale ederken herhangi bir iletişim kesintisi olmamaktadır. FirstNet, her zaman her yerde kesintisiz iletişim amacıyla ilk müdahale ekipleri ile insan hayatının söz konusu olduğu olaylarda hayat kurtarmada çok önemli bir rol oynamaktadır. FirstNet gibi bir GSM ağının Ülkemizde de kurulması ve kamu güvenliği alanında kullanılması çok faydalı olacaktır.

### 3.2. Belçika

Uygulama Adı: ASTRID (**A**ll-round **S**emi-cellular **T**runking **R**adio Communication System with **I**ntegrated **D**ispatching)

Belçika Federal makamları tarafından 1998 yılında All-round Semi-cellular Trunking Radio Communication System with Integrated Dispatching (ASTRID) isimli bir şirket kurulmuştur. ASTRID kamu güvenliği ve acil durum haberleşmesi için tasarlanacak TETRA teknolojisine dayalı ulusal sayısal telsiz sisteminin operatörlük görevini üstlenmiştir.

ASTRID şebekesinin amacı Belçika'da acil durum ve güvenlik hizmetleri alanında hizmet veren devlet ve kurumsal güvenlik hizmetleri ile kamu veya özel şirketler için ses ve veri iletimini sürdürmek ve uygulamaktır.

ASTRID şebekesi ulaşılabilir, güvenli, operasyonel, nitelikli ve istikrarlı olmanın yanında kamu kurumları arasındaki işbirliğini de teşvik etmeyi de amaçlamaktadır. ASTRID kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılarken aynı zamanda profesyonel olmak için saha deneyimlerini de geliştirmektedir[ Astrid].

ASTRID ağının 380MHz – 400MHz aralığında çalışan 550 adetten fazla baz istasyonu bulunmaktadır. Şebekeyi kullanan 70.000'den fazla kullanıcısı vardır[Astrid2].

ASTRID şebekesi birçok kuruluş tarafından kullanılmaktadır. Bunlar;

- Federal Polis
- Yerel Polis Güçleri
- İtfaiye Hizmetleri
- Ambulans Hizmetleri
- Sivil Savunma Ekipleri
- Devlet Güvenlik Polisi
- Gümrük Hizmetleri

### 3.3. Finlandiya

Uygulama Adı: VIRVE (**VIR**anomaisradio **VE**rkko Authority Radio Network)

1990 yılında, acil yardım servislerinin etkinliğini artırmak amacı ile VIRanomaisradio VErkko Authority Radio Network (VIRVE) Projesi başlatılmıştır. Finlandiya'nın kamu güvenliği organizasyonları için ortak bir radyokomünikasyon sisteminin kurulması gerektiği düşünülmüş, yoğun fizibilite çalışmalarından sonra, 1997'de kontratlar verilmiştir. TETRA tabanlı

yeni sistemin kurulumu 1998'de başlamıştır ve 2002 yılında tüm ülkeyi kapsamıştır.

VIRVE şebekesi kamu güvenliğini sağlamakla görevli acil yardım servisleri tarafından da kullanılmaktadır. VIRVE 380-400 MHz frekans bandını kullanır. Frekans bandının düşük olması sebebiyle daha az baz istasyonu bulunmaktadır. VIRVE şebekesinin şu anda 60.000' den fazla kullanıcısı ve yaklaşık 1300 baz istasyonu vardır. Dünyanın ilk ve ulusal bazda en büyük şebekesidir. Hem ses hem de veri bağlantısı sağlayarak gizli ve güvenli bir iletişim sağlar[Tuğluoğlu,2006].

VIRVE şebeke alt yapısı ve servisleri sürekli olarak gelişim göstermektedir. VIRVE' nin ilk kullanıcıları kamu güvenliğinden sorumlu ulusal ve belediye otoriteleridir: yangın söndürme ve kurtarma servisleri, polis güçleri, sınır muhafızları, savunma, sosyal ve sağlık servisleri bu şebekeyi kullanmaktadır[Tuğluoğlu,2006].

### 3.4. İngiltere

AIRWAVE
a Motorola Solutions Company

Uygulama Adı: AIRWAVE

İngiltere'de O2 Airwave ve Motorola, TETRA PDA(Personal Digital Assistants)'lar için dünyanın ilk ticari sözleşmesini imzaladı ve Airwave doğdu [TCCA].

Airwave, hayati önem taşıyan kamu hizmetlerini sağlayan polis, itfaiye, ambulans hizmetleri, yerel yetkililer ve ulaşım sağlayıcılar gibi kritik görevleri gerçekleştiren kamu çalışanlarına ses ve veri iletimini sağlamaktadır.

Airwave, acil durum haberleşme hizmetlerinin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla bugüne kadar 1,4 milyar pound yatırımla Airwave ağını kurdu. Ağ tamamen güvenli bir şekilde kurulmuştur. Büyük Britanya'nın kara kütlesinin %99 'unu kapsamakta ve farklı kamu hizmeti kuruluşlarının birbirleriyle iletişimini sağlamaktadır. Airwave şebekesi, dünyada acil servisler ve acil durum müdahale ekipleri arasında güvenli ve sorunsuz bir şekilde iletişim sağlayan ilk kamu hizmeti ağıdır.

### 3.5. Japonya

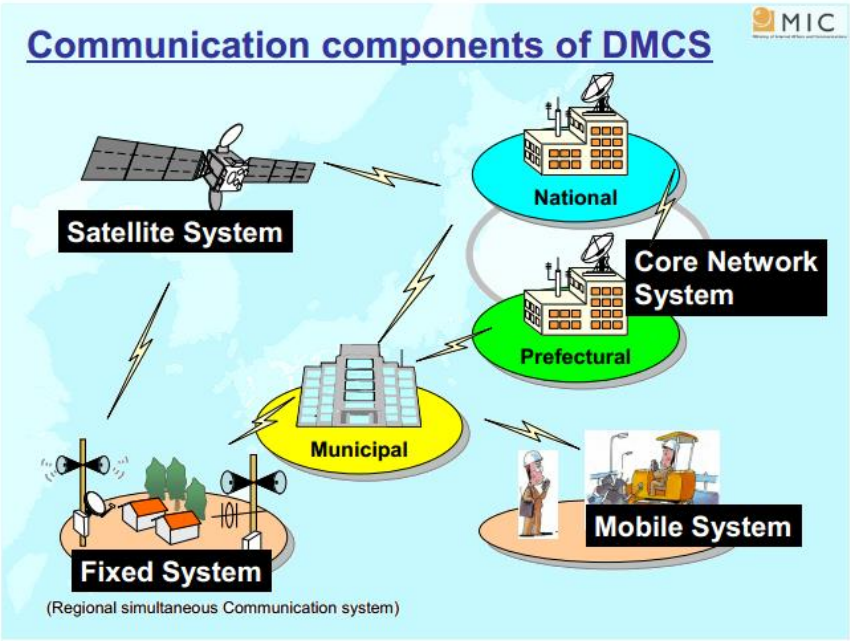
Uygulama Adı: J-ALERT

Her ülke kendi coğrafyası ve ihtiyaçları kapsamında hareket etmektedir. Japonya'da sürekli görülen deprem, tayfun ve tsunami gibi doğal afetlerde özellikle felaketin gelmeden önce algılanması ve halkın zamanında erken uyarılarak acilen sorunsuz bir şekilde tahliye edilmesi yönünde çalışmalar yapılmış olup bu kapsamda "J-ALERT" adı verilen sistem kurulmuştur.

Japonya 17 Ocak 1995'te Kobe şehrinde meydana gelen 7.3 büyüklüğündeki deprem ve akabinde oluşan yangın felaketinde ciddi manada iletişimde problemler yaşadı. Bu afet sonucunda yaklaşık 6,435 kişi hayatını kaybetti. 104,906 bina zarar gördü ve yıkıldı. 7,483 bina da yandı. Bu afetten ders çıkaran japonlar ulusal uyarı sistemi olan J-ALERT sistemini 2007 yılında başlattılar. Bu sistem birçok farklı tehlikeli afetlerde erken algılama yaparak insanları hızlıca tahliye etmeyi amaçlamaktadır ve acil yardım ekipleri arasında koordineli çalışmayı esas almaktadır. J-ALERT sistemi, Japonya İçişleri ve İletişim Bakanlığı bünyesinde kurulan Yangın ve Afet Yönetim Ajansı(Fire and

Disaster Management Agency-FDMA) tarafından işletilmektedir. Bu birim aynı zamanda yerel birimlerle ortak çalışmaktadır. Japonya'da Kobe depreminden sonra acil yardım ekipleri kurulmuştur. Bu ekipler FDMA tarafından verilen komutlara göre hareket etmektedirler ve FDMA plan ve programları Başbakan tarafından yürütülmektedir[Murakami].

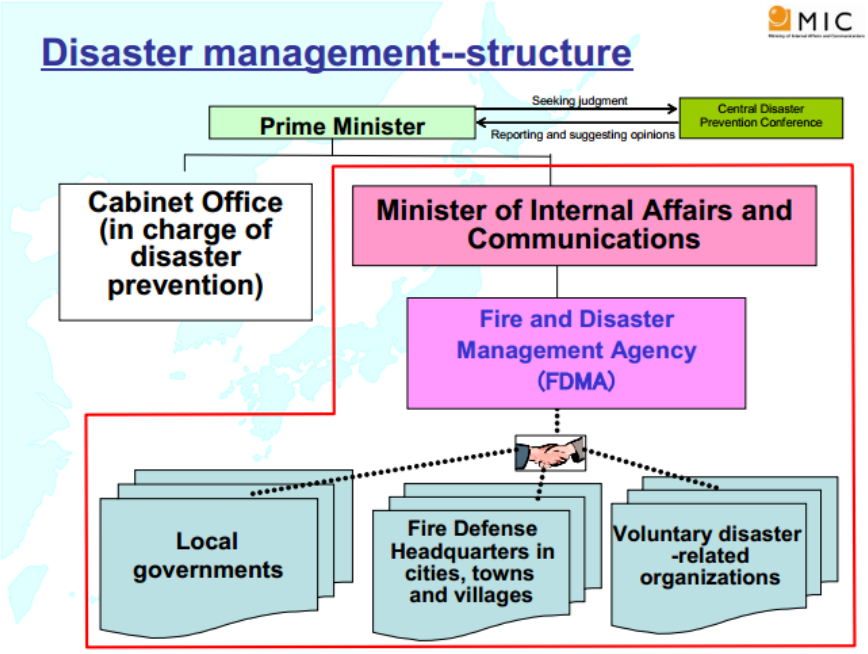
Şekil 3.11. Afet Yönetimi İletişim Sisteminin Bileşenleri




Kaynak: Murakami

Japonya'da uygulanan J-Alert acil uyarı uygulaması bir takım bileşenlerden oluşmaktadır. Bunlar; algılama sistemleri, uydu, ulusal ve yerel kontrol istasyonları ve uç terminallerdir. Deprem, tsunami vb. felaket algılama sistemleri ile erken uyarı riski algılandığında uydu üzerinden ulusal ve yerel kontrol istasyonlarına iletilmektedir. İstasyonlardan da halkın uyarılması için gerekli uyarılar yapılmaktadır.

Şekil 3.12. Afet Yönetimi Sisteminin Yapısı

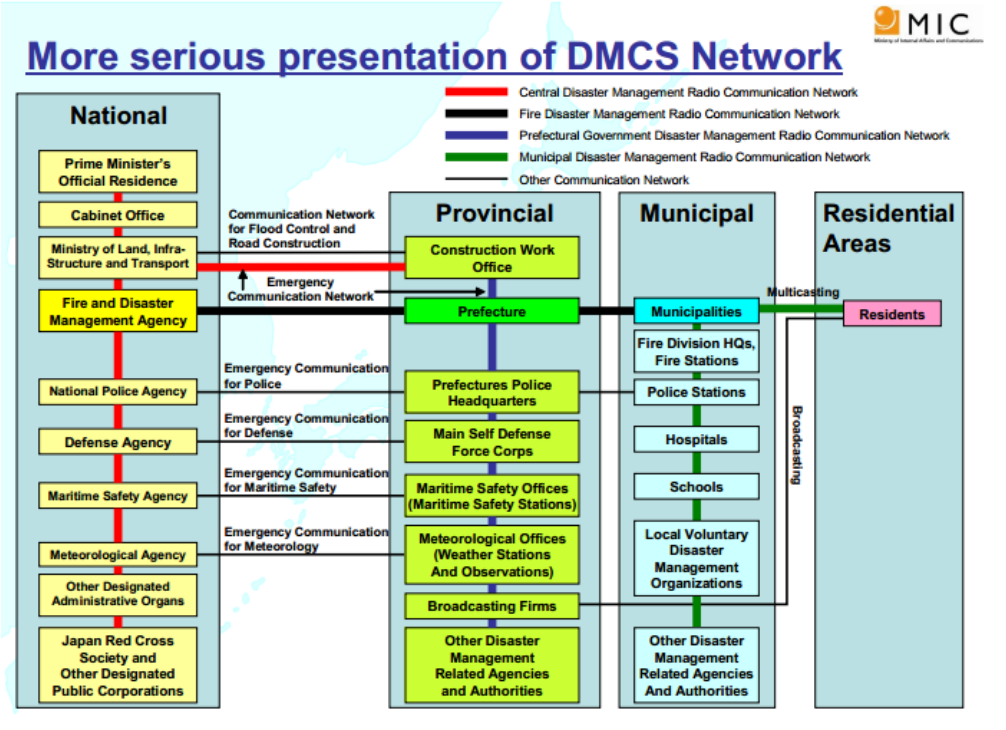



Kaynak: Murakami

Japonya'daki J-Alert Uygulaması İçişleri ve Haberleşme Bakanlığı bünyesinde Yangın ve Afet Yönetim Kurumu tarafından yürütülmektedir. Yangın ve Afet Kurumu şehirlerde ve kasabalarda olabilecek bir tehlikeye karşı merkezleri olmakla birlikte yerel hükümet ve gönüllü afet organizasyonları ile koordineli bir şekilde çalışmaktadırlar.

Şekil 3.13'te gösterilen ağ yapısı Japonya'da uygulanan acil uyarı bildirimleri hakkında kamu kurumları arasındaki koordinasyonu göstermektedir. Merkezi hükümet ile yerel hükümet arasında afet ve acil durumun türüne göre ilgili birimler birbirleri ile irtibata geçmektedirler. Örnek vermek gerekirse illerde oluşabilecek nükleer felaket veya savunma alanında oluşabilecek bir afet hususunda yerel savunma birimleri, merkezi savunma birimi ile anında haberleşecek bir şekilde koordine olabilmektedirler.

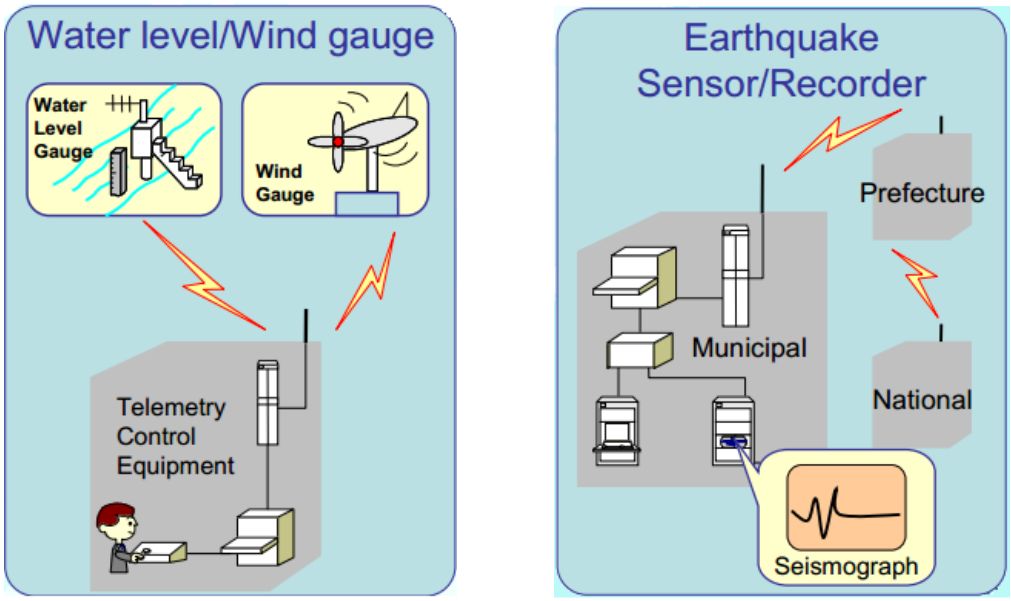
Şekil 3.13. Afet Yönetimi İletişim Sisteminin Ağı




Kaynak: Murakami

Japonya'da uyarı bildirimlerinin yapılması için J-Alert sistemi uygulanmaktadır. Sistemin en önemli bileşeni tehdit ve riskleri önceden algılamakla görevli algılayıcı sistemlerdir. Deprem riskini algılamak için deprem sensörleri kullanılmaktadır. Okyanuslarda oluşabilecek tsunami riskini algılamak için su seviyesi göstergeleri kullanılmaktadır. Kullanılan sistemlerde acil bir risk oluştuğundan anında uydu sistemlerine aktarılmaktadır. Uyduya gelen acil uyarı bildirimleri karada bulunan kontrol istasyonlarına aktarılmaktadır.

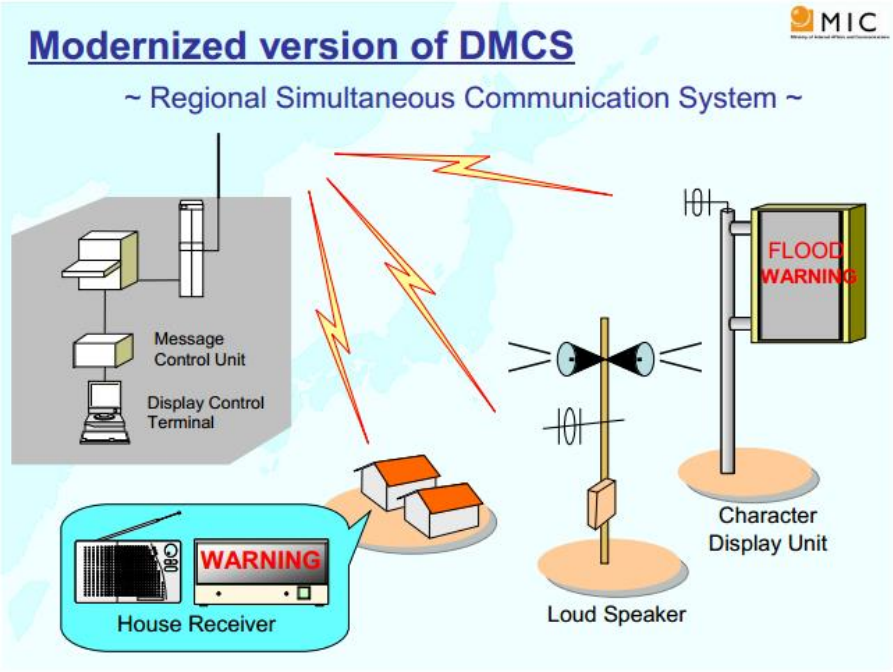
Şekil 3.14. Afet Yönetimi İletişim Sisteminin Algılayıcı Bileşenleri




Kaynak: Murakami

Japonya'da afet gelmeden önce algılama sistemleri ile risk oluştuğunda bunun halka duyurulması için farklı yöntemler uygulanmaktadır. Radyolar üzerinden uyarı ikazları yapılmaktadır. Bölgesel yerlere kurulan hoparlörler üzerinden uyarı yapılmaktadır. Şekil 3.15'te farklı kanallar üzerinden yapılan uyarılar gösterilmiştir.

Şekil 3.15. Afet Yönetimi İletişim Sisteminin Bölgesel Uyarı Modeli




Kaynak: Murakami

Şekil 3.16. Afet Yönetimi İletişim Sisteminin Tahliye Alanları

Kaynak: Murakami

Dünya genelinde görülen toplam depremlerin yaklaşık yüzde yirmisi Japonya'da meydana gelmektedir. Japonya deprem, tsunami, doğal afetler ve nükleer kazaların olması sebebiyle oldukça yüksek risk altında bir ülkedir. Bu sebeple Japonlar felaketin gelmeden önce algılanıp vatandaşlarına iletilmesini sağlayan uydu tabanlı bir sistem olarak çalışan J-ALERT adlı erken uyarı sistemini 2007 yılından bu yana başarı ile uygulamaktadır.

### 3.6. Avrupa'da Uygulanan Acil Uyarı Sistemleri

Bu bölümde Avrupa'da uygulanan kamu uyarı sistemleri araştırılmıştır. Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (European Telecommunications Standard Institute-ETSI) tarafından hazırlanan içerisinde Acil Durum İletişimi(EMTEL) ve Avrupa Kamu Uyarı Sistemi(EU-ALERT) konularını barındıran ETSI TS 102 900 dokümanı ve içerisinde GSM, UMTS ve Kamu Uyarı Sistemi(Public Warning System-PWS) gereksinimlerini barındıran ETSI TS 122 268 dokümanı ele alınmıştır.

#### 3.6.1. ETSI TS 102 900 Dokümanı

2010 yılında Hollanda tarafından hücresel yayın uyarı sisteminin uygulanacağının duyurulması ile birlikte Avrupa Komisyonu tarafından finanse edilen projeler içerisine girmiştir. Bir takım Avrupa ülkesi kendi ülkelerinde bir Kamu Uyarı Hizmetini kurma olasılığını araştırmış ve Avrupa Komisyonu tarafından finanse edilen projeye destek vermişlerdir[ETSI102].

EU-ALERT, Avrupa Kamu Uyarı Servisi için genel terimi ifade eder. Bazı ülkeler EU harfini kendi ülke tanımlama harfleri ile değiştirerek kullanmaktadır. Örnek vermek gerekirse; NL-ALERT Hollanda için, UK-ALERT İngiltere için, FR-ALERT ise Fransa için kullanılan terimlerdir.

Böyle bir strateji, her ülkenin ortak bir temel şartnameye bağlı kalarak kendi özel ulusal gereksinimlerini karşılaması için kendi Genel Uyarı Sistemini yapılandırmasına izin vermektedir.

Muhtemel bir afet ya da felaketin meydana gelmesi durumunda halkı uyarmak kamu görevlilerinin sorumluluklarından biridir. Bundan dolayı felaketin belirli özelliklerini halka duyurmak için ilgili tüm iletişim araçlarını kullanmak zorundadırlar. Kamu Uyarı Sistemi(Public Warning System-PWS) halkı koruma planı çerçevesinde sivil güvenliği düzenleyen yetkililer tarafından dikkate alınmalıdır[ETSI102].

Avrupa Komisyonu tarafından finanse edilen "Kamu Uyarısı için Hücresel Yayın" konulu proje uluslararası dolaşımla ilgili önemli sorunların ortaya çıkmayacağı Avrupa ülkeleri arasında hayati önem taşıyan bir Kamu Uyarı Hizmetinin gereklilikleri üzerinde bir fikir birliğine varması için mekanizma sağladı. Bu projenin amacı, katılımcı Avrupa ülkeleri arasında bilgi, deneyim paylaşmak ve teknik standardizasyon gereksinimlerini belirlemektir[ETSI102].

Avrupa'da ilk olarak Hollanda tarafından uygulanan ve Hollanda hükümetince çok kanallı bir yaklaşıma güçlü bir şekilde inanarak hayata geçirilen Kamu Uyarı Hizmeti siren sistemleri, radyo ve/veya televizyon, internet, SMS ve sosyal medya gibi kanallardan halkın uyarılması ile gerçekleştirilir[ETSI102].

Avrupa Birliği içerisinde bulunan ülkeler entegre sınır yönetimi kapsamında bir bütün olarak değerlendirilir. Sınırlar boyunca insanların ülkeler arasında sık ve önemli hareketleri görülebilmektedir. Bu nedenle Avrupa Genel Uyarı Sistemi için abonelere farklı dillerde genel uyarı mesajlarının gönderilmesi gerekir. Belli bir dilde bir mesajın herhangi bir alıcısının dezavantajlı duruma düşmemesi için, mesajların neredeyse aynı anda birden çok dilde yayınlanması gerekliliğini karşılamak için Hücresel Yayın Hizmeti(Cell Broadcast Service-CBS) sisteminin kullanılması gereklidir. ETSI TS 123 041 dokümanı, ingilizce CMAS mesajlarıyla aynı aralıkta olan yerel dildeki EU-Alert mesajları için bir mesaj tanımlayıcıları atamasını içeren standardı belirlemiştir. Bu mesaj tanımlayıcıları aralığı, Avrupa Komisyonunun EU-Alert mesajlarını koşulsuz

olarak yerel dillerde almasını ve görüntülenmesini talep ettiğinde kullanır[ETSI102].

Avrupa'da EU-Alert mesajları 4 türde gönderilmektedir. Bunlar;

- Vatandaşları yakın bir acil duruma karşı uyarmak için uyarı mesajları
- Daha az aciliyet içeren tavsiye mesajları
- Amber uyarıları(çocuk kaçırma uyarıları)
- Test mesajları

Bu uyarı mesajlarının dört önem derecesi olabilmektedir.

- EU-Alert level 1
- EU-Alert level 2
- EU-Alert level 3
- EU-Alert level 4

EU-Alert level 1 düzeyi kullanıcı tarafından devre dışı bırakılmayacaktır. Level 2, level 3 ve level 4 düzeyindeki mesajlar kullanıcı tarafında devre dışı bırakılmasına izin verilmektedir. EU-Info tavsiye mesajları tek bir seviye düzeyinde gönderilmektedir[ETSI102].

AB durum belgesinde tanımlanmamış fakat CMAS ile uyumluluk için aşağıdaki mesaj türleri eklenmiştir.

- EU-Monthly Test
- EU-Test
- EU-Exercise
- EU-Reserved

EU-Monthly Test mesajları ayrı bir mesaj tanımlayıcısı ile yayınlanabilir, fakat aylık test mesajları EU-Alert mesajı olarak düzenli olarak halka yayınlanır. Örneğin sirenlerin aylık testi yapılırken aynı anda test mesajları da yayınlanabilir. EU-Test mesajları halka erişim için ve uyarı oluşturucuların yeterlilik eğitimi için kullanılmaktadır. EU-Exercise mesajları daha fazla

çalışma için kullanılmaktadır. EU-Reserved mesajları ulusal hükümetin özel kullanımı için ayrılmıştır[ETSI102].

### 3.6.2. ETSI TS 122 268 Dokümanı

ETSI TS 122 268 dokümanı eksiksiz bir hizmet sağlamak için yeterli olan Genel Uyarı Sisteminin(Public Warning System-PWS) temel gereksinimlerini tanımlamaktadır. ETSI TS 122 268 dokümanı, Deprem ve Tsunami Uyarı Sistemi(ETWS) ve Ticari Mobil Uyarı Sistemi(CMAS) için alt sistem gereksinimlerini de kapsar.

Halkın afetler ve acil durumlarla ilgili zamanında doğru uyarılar ve kritik bilgileri alma kapasitesine sahip olması ile ilgili çalışmalar son zamanlarda giderek artmaktadır. Depremler, tsunamiler, kasırgalar ve şiddetli yangınlar gibi afetlerden de öğrenildiği gibi, halkın kendilerini ve ailelerini ciddi yaralanmalardan, can ve mal kaybından korumak için uygun önlemleri almasını sağlamak için zamanında uyarılması gereklidir[ETSI122].

Uyarı bildirimlerinin iletilmesi için üst düzey genel gereksinimler aşağıda belirtilmiştir.

- PWS, herhangi bir onay gerektirmeden aynı anda birden fazla kullanıcıya uyarı bildirimleri yayınlayabilecektir.
- PWS, birden fazla uyarı bildiriminin eşzamanlı yayınını desteklemektedir.
- Uyarı bildirim sağlayıcıları tarafından uyarı bildirimleri, belirtilen coğrafi bilgilere dayalı olarak bir bildirim alanına yayınlanabilir.
- PWS'nin yalnızca yasal gereklilikler tarafından öngörülen dillerde uyarı bildirimlerini yayınlaması gerekir.
- Uyarı bildirimleri yasal gerekliliklere tabi olarak PWS tarafından ilk giren ilk çıkar esasına göre işlenmektedir.
- Uyarı bildirimlerinin alınması ve kullanıcıya sunulması, aktif bir ses veya veri oturumunu engellemeyecektir.

- Uyarı bildirimleri can veya malın yakın bir risk altında olduğu durumlarla sınırlı olacak ve bazı duyarlı önlemler alınmalıdır[ETSI122].

PWS, Uyarı bildirim sağlayıcısı tarafından belirtilen uyarı bildirimlerinin içeriğini değiştirmeyecek. Uyarı bildirimlerinin aşağıda belirtilen 5 unsuru içermesi beklenmektedir.

- Olayın Açıklaması
- Etkilenen Bölge
- Tavsiye edilen eylem
- Olayın sona erme zamanı(saat dilimiyle)
- Gönderici Bilgisi

Deprem ve Tsunami Uyarı Sistemi ile ilgili temel gereksinimler ETSI TS 122 268 dokümanı içerisinde yer almaktadır. Depremler ve tsunami çok hızlı bir şekilde yayılan doğal afetlerdir. Afetlerin gelişi ile afetin fiilen meydana gelmesi arasındaki süre çok kısadır. Bu nedenle uyarı bildirimlerinin afet bölgesindeki kullanıcılara çok hızlı bir şekilde ulaştırılması ve böylece insanların tehlikeden kaçmak için gerekli aksiyonları alması sağlanabilir. Uyarı bildirimlerinin gönderilmesi, kullanıcıların etkilenmiş alandan kendilerini hızlı bir şekilde tahliye etmeye yönelik teşvik eder. Bu nedenle uyarı bildirimi, kullanıcılara doğru bir şekilde ulaştırılması sağlanacak ve uyarı bildiriminin içeriği birçok kullanıcı türü için de anlaşılabilir olmalıdır[ETSI122].

### 3.7. ITU-R (International Telecommunications Union-Radiocommunication Sector)

ITU, Birleşmiş Milletler'in telekomünikasyon konusunda uzmanlaşmış bir kuruluşudur. ITU-R, ITU'nun bir radyo iletişim sektörüdür. ITU-R'nin ana misyonu, tüm radyo iletişim hizmetleri tarafından radyo frekansı spektrumunun akılcı, dengeli, verimli ve ekonomik bir şekilde kullanılmasını sağlamaktır. Bu amaçla, ITU-R, radyo frekansı spektrumunu ve uydu yörüngelerini küresel olarak yönetmek için uluslararası radyo kurallarını tanımlayan Radyo

Yönetmeliğini(RR-Radio Regulation) zamanında revize eder ve ayrıca ITU-R çalışmalarının sonuçları olarak radyo iletişiminin uluslararası teknik standartları olan önerileri geliştirir. ITU-R Tavsiyesi, karasal ve uydu iletişimi, radyo iletişiminin yayınlanması ve uzay operasyonu ile ilgili radyo iletişim hizmetinin kullanımını, radyo frekansı spektrumunun, radyo iletişim sistemlerinin ve bunların ağlarının ve radyo yayılımının verimli kullanımını kapsamaktadır[Yoshino, 2012].

Dünya Radyokomünikasyon Konferansları(World Radiocommunication Conferences- WRCs), ITU-R RR'yi revize etmek için her üç ila dört yılda bir düzenlenmektedir. RR, radyo frekansı spektrumunun uluslararası kullanımının belirlendiği radyo frekansı spektrumunun bir tahsis tablosuna sahiptir. Radyo frekansı spektrumunun kullanımı zamanla değiştiğinden, örneğin kablosuz geniş bantlı mobil iletişimlerin hızla büyümesi nedeniyle RR'nin periyodik olarak güncellenmesi gerekir. ITU üye Devletleri, güncellenmiş RR'ye göre radyo spektrumu kullanımlarını gözden geçirirler[Yoshino, 2012].

ITU-R, daha fazla araştırma ve geliştirme, daha pratik varsayımlar ve makul değerlendirme koşulları altında spektrum kullanım verimliliğinin artmasını sürekli olarak teşvik etmektedir.

Bu kapsamda ITU-R bir takım tavsiyeler sunmaktadır. Bunlar, ITU'nun radyo haberleşme sektörü tarafından geliştirilen bir dizi uluslararası teknik standardı oluşturur. Radyo telekomünikasyon çalışma grupları tarafından yapılan çalışmaların konuları aşağıda listelenmiştir.

- Popüler yeni mobil iletişim teknolojileri dahil çok çeşitli kablosuz hizmetlerin kullanımı
- Radyo frekans spektrumu ve uydu yörüngelerinin yönetimi
- Radyo frekans spektrumunun tüm radyo iletişim hizmetleri tarafından verimli kullanılması
- Karasal ve uydu radyo iletişim yayıncılığı
- Radyo dalgası yayılımı
- Sabit hizmet, mobil hizmet ve sabit uydu hizmeti için sistemler ve ağlar

- Uzay operasyonu, Dünya keşif uydusu, meteorolojik uydu ve radyo astronomi hizmetleri

ITU-R tavsiyeleri, ITU Üye Devletler tarafından onaylanmıştır. Bu önerilerin uygulanması zorunlu değildir. Fakat, tüm dünyada radyo iletişim konuları ile ilgilenen yönetimler, operatörler, endüstri ve diğer kuruluşlardan uzmanlar tarafından geliştirildikleri için yüksek bir üne sahiptirler ve dünya çapında uygulanmaktadırlar[ITU-R].

Sonuç olarak tezin bu bölümünde afet ve acil durumlarda dünyada uygulanan alternatif haberleşme sistemleri incelenmiştir. Örnek uygulamalarda görüldüğü gibi afet ve acil durum haberleşmesinde başarılı ülkeler kendi özel durum ve özelliklerine göre farklı sistemler kullanmaktadırlar. Fakat, ortak nokta şu ki, mevcut haberleşme sisteminin dışında alternatif haberleşme altyapıları ve mekanizmaları kurarak ve geliştirerek kesintisiz haberleşme sağlamaya çalışmaktadırlar. Bu ortak çözüm ve tecrübelerden esinlenilerek afet ve acil durum haberleşmesi için ülkemizde de alternatif bir haberleşme sisteminin kurulmasını ve işletilmesini öngören bir modeli beşinci bölümde bu tezin bir çıktısı olarak öneriyoruz.

Öncesinde, dördüncü bölümde Türkiye'de afet ve acil durum haberleşmesine ilişkin hususlar incelenecektir. Zira, bahsi geçen model önerisi için mevcut durumun ortaya konulmasının faydalı ve gerekli olduğu değerlendirilmektedir.

# 4. TÜRKİYE'DE AFET VE ACİL DURUM HABERLEŞMESİ

Bu bölümde Türkiye'de afet ve acil durum haberleşmesinin mevcut durumu ele alınacaktır. Bu kapsamda, ülkemizde afet ve acil durumlarda kullanılmak üzere geliştirilen haberleşme sistem ve uygulamaları incelenecektir. Fakat, söz konusu sistem ve uygulamalara geçmeden Türkiye'nin afet ve acil durum yönetimi ve afetle mücadelesinin genel bir çerçevesini oluşturan Türkiye Afet Müdahale Planı(TAMP)'na kısaca değinmek yararlı olacaktır. Çünkü, afet ve acil durum haberleşmesinin ana çerçevesini afet ve acil durum yönetimi ve TAMP oluşturmaktadır. Diğer bir ifadeyle, afet ve acil durum haberleşmesi söz konusu yönetimin ve konunun bütününü ortaya koyan bu planın içindeki fonksiyonlardan ve bütünün parçalarından birisidir.

## 4.1. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı(AFAD) ve Afet Müdahale Planı (TAMP)

Türkiye'de afet ve acil durum yönetim ve organizasyonunun yetkili ve sorumlusu, İçişleri Bakanlığına bağlı bir kamu kurumu olan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığıdır. Başkanlık, afetlerin önlenmesi, müdahale edilmesi, zararlarının azaltılması, afet sonrasındaki iyileştirme çalışmalarının tamamlanması amacıyla gereken faaliyetlerin planlanması, yönlendirilmesi, desteklenmesi, koordine edilmesi ve etkin uygulanması için ülkenin tüm kurum ve kuruluşları arasında işbirliğini sağlayan bir kurumdur[AFAD Hakkında].

AFAD koordinasyonundaki TAMP ise, Türkiye'de yaşanabilecek her tür ve ölçekteki afet ve acil durumlara etkin müdahale için görev alacak, kamu kurumları, özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve gerçek kişileri kapsamakta ve herhangi bir afet anında kimin ne yapacağı ve müdahalenin nasıl bir organizasyon içinde yapılacağını belirlemektedir[AFAD, Türkiye Afet Müdahale Planı].

Afet ve acil durumlara ilişkin müdahale çalışmalarında sorumluluk alacak hizmet grupları ve koordinasyon birimlerine ait rolleri ve yükümlülükleri tanımlamak, afet öncesi, afet sırası ve afet sonrasında müdahale planlarının temel standartlarını belirlemek TAMP'ın temel amaçlarındandır[AFAD, Türkiye Afet Müdahale Planı].

Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi(AADYM) bünyesinde 28 adet hizmet grubu bulunmaktadır. Haberleşme hizmet grubu operasyon servisi biriminde acil durum hizmet grupları içerisinde yer almakta olup, afet ve acil durumlarda ulusal ve yerel düzeyde kesintisiz ve güvenli haberleşmenin sürdürülmesine yönelik koordinasyondan sorumludur. Grubun görev ve sorumlulukları şu şekilde sıralanmıştır[AFAD, Türkiye Afet Müdahale Planı].

- Afet ve acil durum alanlarındaki aktif haberleşme sistemlerini belirlemek.
- Afet hizmetlerine ilişkin haberleşmeye öncelik vermek.
- Mevcut haberleşme sistemlerini belirlemek ve kurumlar arasında entegrasyonu sağlamak.
- Kısa süreli haberleşme sistemleri kurmak, işletmek ve koordine etmek.
- Kapasiteden kaynaklı olarak haberleşme trafiğinin artması durumunda santrallerin hizmet dışı kalmasını önlemek ve gerekli tedbirleri almak.
- Alternatif haberleşme sistemleri ile afet ve acil durum bölgelerinde iletişimin sürekliliğini sağlamaya çalışmak.
- Alarm ve ikaz sistemlerini aktif halde tutmak.
- Alarm ve ikaz haberlerinin vatandaşlara duyurulması için gereken işlemleri yapmak.
- Afet durumundan kaynaklı olarak hasar gören aktarıcıların(repeater), rölelerin tamirini/yenilenmesini sağlamak.

### 4.2. Afet ve Acil Durum Haberleşme Sistemleri

4 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi AFAD'a afet ve acil durum haberleşmesiyle ilgili önemli görev ve yetkiler vermektedir. Kararnamenin, 47. Maddesinin birinci fıkrasının (a) bendi; "Afet ve acil durum yönetim merkezlerinin, ortak haberleşme ve bilgi sistemlerinin standardını belirlemek ve denetlemek", (b) bendi ise; "Afet ve acil durumlara ilişkin her türlü bilgi, haberleşme, tahmin ve erken uyarı sistemlerini kurmak, kurdurmak, bakım ve onarımını yapmak veya yaptırmak, işletmek veya işletilmesini sağlamak" şeklinde düzenlenmiştir[4 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi].

AFAD mevzuatı içerisinde yer alan AADYM Yönetmeliğindeki haberleşmeye ilişkin bazı düzenlemeler şunlardır[Afet Yönetim];

- 4. Maddesinin üçüncü fıkrası; "Afet ve acil durum yönetim merkezlerinin haberleşme, erken uyarı ve bilgi sistemleri ile her türlü araç, gereç, teknik donanım ve personel ihtiyaçları kurumların en üst yöneticileri ile valiler ve kaymakamlar tarafından karşılanır",
- 5. Maddesinin ikinci fıkrasının (e) bendi; "Afet ve acil durum yönetim merkezlerinde görevli personelin eğitimi ve haberleşme şebekelerinin denenmesi için tatbikatlar planlamak ve icra etmek" şeklinde düzenlenmiştir.

AFAD mevzuatı kapsamında olan Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri(AADMH) Yönetmeliği ise afet ve acil durum haberleşmesine ilişkin daha detaylı düzenlemeler getirmiştir. Yönetmelikteki başlıca düzenlemeler şunlardır[Afet Müdahale];

- 4. Maddesinin birinci fıkrasının (e) bendi; "Afet ve acil durum hizmetleri: Afet ve acil durum haberinin duyurulması, ön değerlendirme, haberleşme, güvenlik ve trafik, arama-kurtarma, tahliye, yangın söndürme ve ikincil afetler, altyapı, ulaşım altyapısı, enerji, sağlık, defin, barınma, beslenme, enkaz kaldırma, hasar ve zarar tespit, ayni ve nakdi bağış yönetimi, uluslararası destek ve işbirliği, satın

alma, kiralama, gıda, tarım ve hayvancılık, tehlikeli maddelerle ilgili arındırma faaliyetleri ve psiko-sosyal destek gibi çalışmaları",

- 4. Maddesinin birinci fıkrasının (f) bendi; "Afet ve acil durum yönetim merkezleri: Afet ve acil durumlarda müdahalenin koordine edildiği, 24 saat esasına göre çalışan, kesintisiz ve güvenli bilgi işlem ve haberleşme sistemleri ile donatılan merkezleri",
- 27. Maddesinin birinci fıkrası; "Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı; haberleşme hizmet grubu, ulaşım alt yapı, nakliye hizmet grubu ve teknik destek ve ikmal hizmet grubu ana çözüm ortağıdır. Afet ve acil durumlarda ulusal ve yerel düzeyde kesintisiz ve güvenli haberleşmenin sürdürülmesine yönelik koordinasyondan, personel, afetzede ve kaynakların nakliye hizmetlerine yönelik koordinasyondan, afet bölgesine en hızlı ve güvenli ulaşımın sağlanmasından ve seyrüsefer düzenlenmesine yönelik koordinasyondan, afet ve acil durumlarda kullanılan her tür makine ve araçların bakım, onarım, yakıt ikmali ve iş makineleri desteğine yönelik koordinasyondan sorumludur. Afet ve acil durum haberleşmesine öncelik tanınmasını temin etmek üzere Başkanlığın talebi üzerine gerekli önlemleri alır. Afet ve acil durum haberleşmesini sağlamak üzere alternatif sistemler kurar ve işletir",
- 28. Maddesinin dördüncü fıkrası; " Cep telefonu ve sabit telefon operatörleri kendilerine ulaşan talepleri yerine getirmek ve afet bölgesinde yeterli kapasitede mobil ve yedek haberleşme sistemlerinin ivedilikle kurulmasını sağlamakla sorumludur",
- 28. Maddesinin beşinci fıkrası; "Haberleşme aracı ve ulaştırma imkânları bulunan sivil ve askerî tüm kurum ve kuruluşlar, afet ve acil durumlarla ilgili haber ve gelişmeleri valilik ve kaymakamlıklara derhal bildirir. Tüm sivil ve askeri haberleşme birimleri; afetin meydana gelmesini müteakip acil yardım süresince yardım taleplerini karşılamak için gerçekleştirilecek haberleşmeyi öncelikle ve bedelsiz olarak ilgililere sağlamakla sorumludur"

AFAD yukarıda bahsi geçen ilgili mevzuat kapsamında afet ve acil durum haberleşmesine yönelik olarak bazı proje, sistem ve uygulamalar geliştirmiştir.

### 4.2.1. Bütünleşik İkaz Alarm Sistemi(İKAS)

Bütünleşik İkaz ve Alarm Sistemi, AFAD tarafından yürütülen projeler içerisinde bulunmaktadır. İKAS; hava taarruzları ile kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer(KBRN) tehdit ve tehlikelere karşı, Hava Kuvvetleri Komutanlığı'ndan alınacak olan ikaz ve alarm haberleri ile tehlike haber kaynağı olan kurumlardan alınacak afet ve acil durum tehlikesi haberlerinin İl AADYM'ye online olarak iletilerek tehdit altında kalabilecek bölgelerdeki halkın uyarılmasını sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

Proje ile mevcut sistemin günümüz teknolojisine uygun olarak modernize edilmesi, ayrıca siren ikazlarının sesli uyarılar, hücresel ve sosyal mesajlar ile desteklenmesi amaçlanmaktadır.

İKAS Projesi, Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi(KGHS) üzerinde çalışan 3 alt bileşenden oluşmaktadır[AFAD-İKAS].

- Haber Alma ve Yayma Sistemi(HAY)
- İkaz ve Alarm(Siren) Sistemi
- Mesajla Uyarı Sistemi(MUS)

#### 4.2.1.1. Haber Alma ve Yayma Sistemi(HAY)

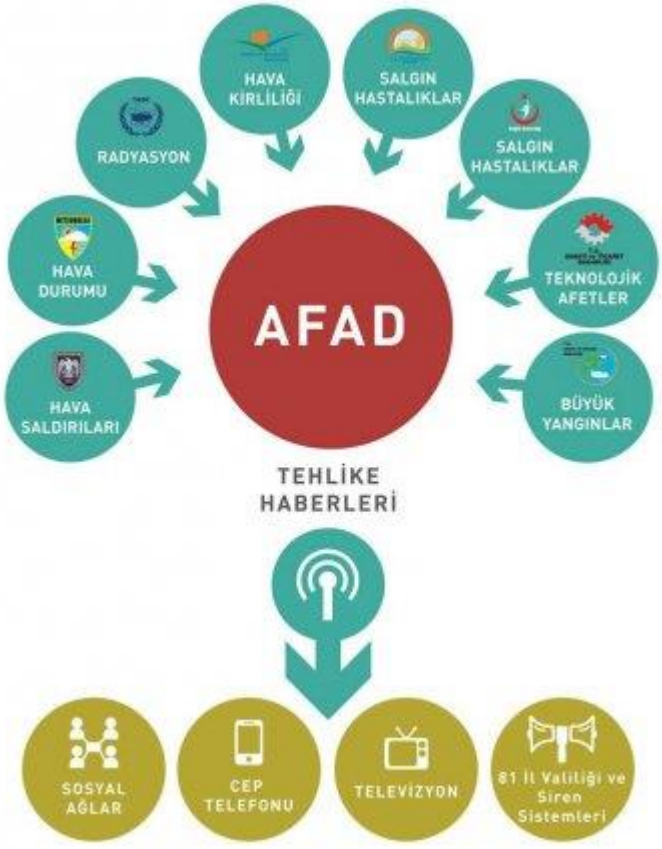
Haber Alma ve Yayma Sistemi; tehlike kaynağı kurumlardan alınacak tehlike haberlerinin, tehdit altında kalabilecek bölgelerin İl AADYM'ye "Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi" üzerinden seri bir şekilde iletilmesini sağlayacak yazılım ve donanımdan oluşmaktadır[AFAD-İKAS].

Haber Alma ve Yayma Projesi kapsamında; tehlike haber kaynağı olabilecek kurum ve kuruluşlara da birer terminal verilerek;

- Yoğun yağmur ve kar yağışı nedeniyle oluşabilecek sel, çığ düşmesi, toprak kayması gibi afetlere karşı özellikle yerleşim bölgelerinde hazırlıklı olunması bakımından yapılacak yağış uyarıları;
- Orman yangınlarından etkilenebilecek yerleşim yerlerinin boşaltılması konusunda yapılacak uyarılar;
- Yoğun yağışlar sonrasında barajlarda meydana gelebilecek taşkınlar nedeniyle etkilenebilecek yerleşim bölgelerine yapılacak uyarılar;
- Sanayi bölgelerinde üretilen, kullanılan, depolanan veya başka bölgelere sevk edilen tehlikeli ve toksik endüstriyel maddelerden kaynaklanan kaza ve sızıntılar nedeniyle meydana gelebilecek tehlike durumunda etkilenebilecek yerleşim bölgelerine yapılacak uyarılar;
- Bulaşıcı insan ve hayvan hastalıkları konusunda yapılacak uyarı ve karantina uygulamaları,
- Nükleer ve radyolojik kaza ve tehlike durumu nedeniyle insan ve hayvan sağlığı açısından tehlike oluşturabilecek radyasyon doz oranları konusunda yapılacak uyarılar gibi halka yapılacak duyurulara esas teşkil etmek üzere İl Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezlerine aktarılacaktır[AFAD-İKAS].

Haber alma ve Yayma Sisteminin yapısı Şekil 4.1'de görüldüğü gibidir.

Şekil 4.1. Haber Alma ve Yayma Sisteminin Yapısı




Kaynak: https://www.afad.gov.tr/butunlesik-ikaz-alarm-sistemi-projesi-ikas0

#### 4.2.1.2. İkaz ve Alarm(Siren) Sistemi

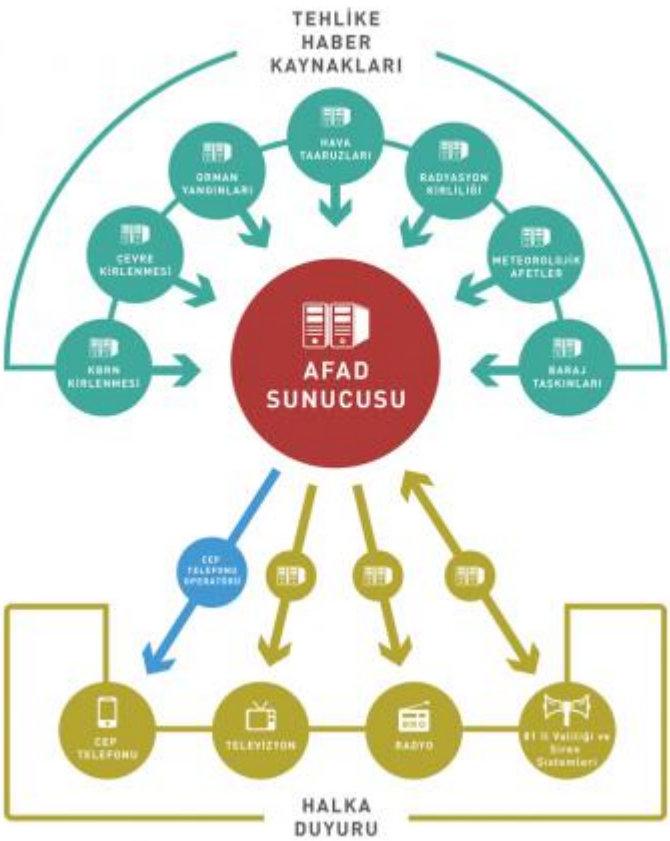
Haber Alma ve Yayma Sistemi aracılığıyla AADYM'ye ulaştırılan hava taarruzları, KBRN tehdit ve tehlikeleri ile afet tehlike haberlerinin kurum ve kuruluşlar eliyle halka duyurulması projesidir.

Haber kaynağını oluşturan merkezlerde bulunan bilgisayarlardan, harita üzerinde, tehlike bölgesinde iller ile ikaz ve alarm türü seçilerek, herhangi bir gecikme yaşanmadan hem afet ve acil durum haberleri iletilmiş hem de haberin gönderildiği illerdeki şehir sirenleri, alarmın türüne göre aktive edilmiş

ve ayrıca sesli anons sistemi ile halka ve ilgililere gerekli açıklamalar ve uyarılar yapılmış olacaktır.

Proje kapsamında sesli anons özelliği de bulunan İkaz ve Alarm(siren) Sistemleri çağın gereklerine uygun olarak; insan sağlığı açısından herhangi bir risk taşımayan hoparlör düzeneğine sahip siren birimleri yeniden tasarlanmıştır[AFAD-İKAS].

Şekil 4.2. İkaz ve Alarm Sisteminin Yapısı




Kaynak: https://www.afad.gov.tr/butunlesik-ikaz-alarm-sistemi-projesi-ikas0

İKAS projesi ile halkın; her türlü afet, acil durum, tehlike ve sivil savunma hallerinde en hızlı şekilde uyarılabilmesinin yanı sıra düzenli bilgilendirmeler

ile belirtilen durumlara yönelik bilinç seviyesini artırmak amacıyla tek bir merkezden kontrol edilebilen siren sistemleri geliştirilmiştir.

- AFAD Başkanlığı ile ASELSAN arasında imzalanan sözleşme kapsamında Kilis, Hatay ve Gaziantep illerinde 120 noktaya siren sistemleri kurulacaktır.
- Siren birimleri ile il siren kontrol merkezleri arasındaki iletişim ASELSAN milli tasarımı olan JEMUS telsiz altyapısı üzerinden sağlanmakta olup il siren kontrol merkezlerinde kullanılacak merkez yazılımı yerli olarak ASELSAN tarafından geliştirilmektedir.
- Siren sistemi, kayıtlı ikaz ve alarm ses dosyalarının uzaktan kontrolü ile gerekli ikazları yayınlayabilmesinin yanı sıra kontrol merkezleri veya uç birimlerden canlı anons yeteneğine de sahiptir.
- Sistem, hem il merkezlerinin hem de sahadaki siren sistemlerinin kontrol ve takibine yönelik bilgi akışını sağlayacak şekilde entegre kullanılması istenilen diğer haberleşme altyapıları ile birlikte çalışabilecektir[Aselsan].

#### 4.2.1.3. Mesajlı Uyarı Sistemi

Mesajlı Uyarı Sistemi, ikaz ve alarm haberleri ile afet tehlike haberlerinin AFAD Başkanlığına kurulan sistem üzerinden tehdit altında kalan yerleşim bölgelerine, GSM operatörleri aracılığıyla, cep telefonlarına ve sosyal medyaya mesaj olarak gönderilmesini sağlayacak uyarı sistemidir.

AFAD Başkanlığına kurulacak bir merkezden ülkemizdeki GSM operatörlerinin sağlayacağı hücresel yayın sistemi yöntemiyle, 112. Kanaldan ikaz ve alarm haberleri ile afet ve acil durum haberlerinin sirenlerin duyuru sahası dışındaki tehlike bölgelerinde yaşayan halkın cep telefonlarına mesaj gönderilmesi hedeflenmiştir. AFAD Başkanlığına kurulacak olan sistem merkezinden tehlike haber kaynağı olabilecek kurum ve kuruluşlarla da elektronik ortam üzerinden bağlantı sağlanacaktır.

Tehlike haber kaynağı olabilecek kurum ve kuruluşlar, oluşturacakları tehlike haberlerini(halka uyarı verilmesi gereken radyasyon tehlikesi haberi veya meteorolojik tehlike haberi gibi) AFAD Başkanlığı ve GSM operatörleri üzerinden tehlike bölgesindeki halkın cep telefonlarına 112. Kanaldan mesaj göndermeleri sağlanacaktır[AFAD-İKAS].

İKAS sisteminin kabiliyetlerini şöyle sıralayabiliriz;

- Uzaktan kontrol
- Canlı anons
- Kayıtlı ikaz oynatma
- Konum bazlı siren seçimi
- Harita tabanlı gösterim & kontrol
- Sıcaklık kilit durum bilgisi
- Yedekli güç altyapısı
- Güneş paneli sayesinde sistem akülerini şarj etme
- Zaman senkronizasyonu

İKAS'ın yardımcı sistemler ile opsiyonel özellikleri ise şunlardır;

- Yıldırım engelleme sistemi
- Kesintisiz güç kaynağı
- Fiber/ethernet kablolu iletişim
- Gsm üzerinden kablosuz iletişim
- Uçak ikaz lambası

İKAS sistemi belirtilen kabiliyetleri yerine getirebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bunun yanında ihtiyaç duyulması halinde yardımcı özellikler de iKAS sistemine entegre edilebilecek şekilde geliştirilmeye açıktır.

İKAS sisteminin mimarisi içerisinde siren sistemi; tesis edilecek her ilde ana ve tali olmak üzere yer alacak iki il kontrol merkezinden, saha uç noktalarındaki siren birimlerinden ve yardımcı sistemlerden oluşmaktadır[Aselsan]. İKAS Siren Sisteminin yapısı Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

Şekil 4.3. İKAS Siren Sisteminin Yapısı

Kaynak: Aselsan

### 4.2.2. Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi

Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi, AFAD tarafından afet ve acil durumlar için geliştirilen projeler içerisinde yer almaktadır.

Afet ve acil durumlarda altyapı hasarları nedeni ile haberleşme yoğun olarak kesintiye uğramaktadır. Ayrıca altyapı hasarları meydana gelmese bile karasal iletişim hatları ve cep telefonları gibi iletişim araçlarının aşırı olarak kullanılmasından dolayı santraller ve baz istasyonları kapasiteden kaynaklı olarak kilitlenmekte ve telefon görüşmesi yapılamamaktadır. Afet ve acil durumlarda müdahalenin yapılabilmesi, koordinasyonun sağlanabilmesi, kaynakların etkin kullanımı ve yetkililerin durumdan haberdar olması, kısaca afet ve acil durumun tümüyle yönetilmesi açısından haberleşme sistemlerinin daima faal olması hayati önem taşımaktadır. Bu sebeple afet ve acil durumlarda da kesintisiz olarak çalışan alternatif haberleşme sistemlerinin kurulması kaçınılmaz hale gelmiştir.

Diğer yandan, daha önce değinilen 4 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 47. Maddesinin birinci fıkrasıyla afet ve acil durumlarda haberleşmeye ilişkin

AFAD Başkanlığına verilen görev ve sorumluluk da kesintisiz ve güvenli bir haberleşme sistemi kurulmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu kapsamda, afet ve acil durumlarda yaşanagelen haberleşme aksaklıklarını gidermek ve etkili afet ve acil durum yönetimi tesis etmek için eldeki mevcut sistemlerden de yararlanılarak her türlü afet ve acil durumda kesintisiz ve güvenli iletişimi sağlayacak bir sistem olan KGHS Projesi AFAD Başkanlığı tarafından hayata geçirilmiştir.

KGHS Projesi, ülke çapında tüm il AADYM'leri ve paydaş kurum AADYM'leri arasında kesintisiz ve güvenli haberleşme sağlamayı amaçlamaktadır. Projede Fiber optik, GSM ve Uydu haberleşme ortamlarının otomatik anahtarlamalı, HF haberleşme ortamının ise manuel olarak kullanılması öngörülmüştür[AFAD-KGHS].

Şekil 4.4. Kesintisiz Ve Güvenli Haberleşme Sisteminin Yapısı

Kaynak: https://www.afad.gov.tr/kesintisiz-ve-guvenli-haberlesme-sistemi

Proje kapsamında, fiber optik ve GSM iletişim ortamlarını içeren IP/MPLS altyapısı 81 ilimizde 2016 yılında kurulmuştur. KGHS'nin bir alt bileşeni olan

HF telsiz altyapısının kurulumu 2014 yılında tamamlanmıştır ve 81 ilimizde aktif olarak kullanılmaktadır. Projenin uydu haberleşme ayağı için ise 77 adet Ku band uydu terminali il AADYM'ye kurulmuştur. Başkanlığa kurulan HUB sistemi ile Başkanlık ile il müdürlükleri arasında uydu sistemleri üzerinden haberleşme sağlanmaktadır. Projenin ilerleyen safhalarında KGHS uç birimlerinin paydaş kurum AADYM'lerine de kurulması hedeflenmektedir[AFAD-KGHS].

Proje kapsamında AFAD taşra birimlerinde aşağıdaki altyapılar kurulmuştur.

#### 4.2.2.1. HF Telsiz Sistemi Altyapısı

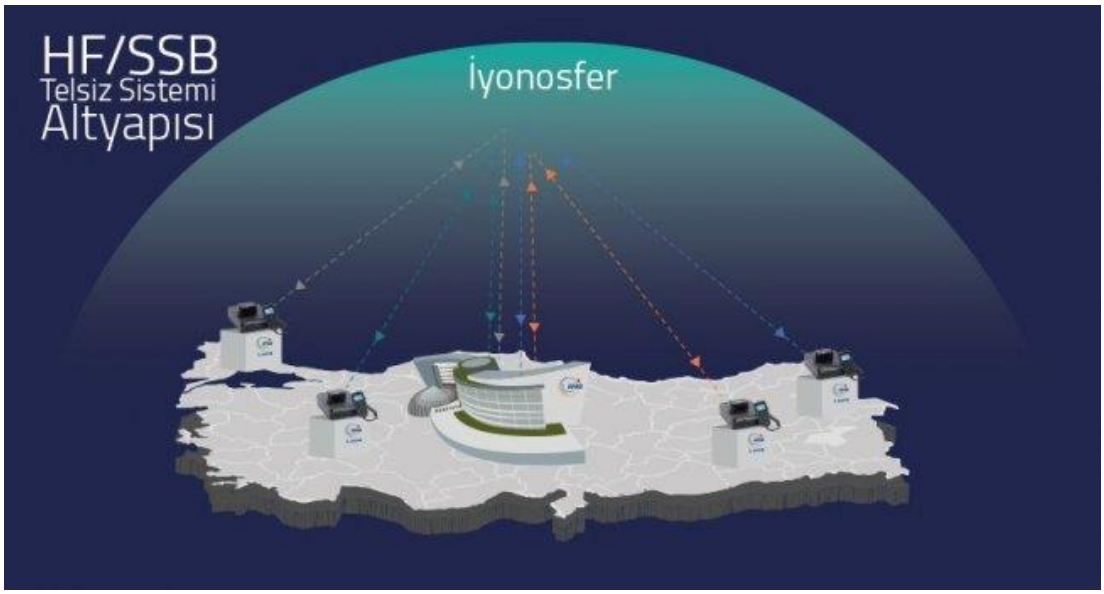
AFAD Başkanlığı tarafından tüm il müdürlüklerinde afet ve acil durumlar için yüksek frekans telsiz sistemleri bulundurulmaktadır.

Afet ve acil durum haberleşmesinin olmazsa olmaz bileşenlerinden birisi HF(High Frequency, Yüksek frekans) altyapısıdır. İletişimin iyonosferden yansıyan dalgalarla kurulması, arada aktarıcı ve röleye ihtiyaç duymadan şehirlerarası, hatta ülkeler arası çok uzak mesafelere ulaşabilmesi ve işletme maliyetinin olmaması; HF haberleşmesini afet ve acil durumlarda kullanılacak en avantajlı yöntemlerden biri olarak öne çıkarmaktadır[AFAD-HF/SSB].

Oldukça zor bir haberleşme şekli olarak kabul edilen HF haberleşmesi yaşanan teknolojik gelişmeler ile önemli ölçüde kolaylaştırıldığından gece, gündüz ve mevsimsel olarak değişiklik en iyi frekansın bulunması yeni nesil cihazlar ile otomatik olarak yapılabilmektedir[AFAD-HF/SSB].

Tüm illerimizin yanında tüm haberleşme araçları ve mobil koordinasyon araçlarında da HF/SSB telsiz sistemi kurulması ile tüm illerimizden merkezle ve kendi aralarında ses haberleşmesi ile kısıtlı da olsa veri haberleşmesi yapılabilmektedir[AFAD-HF/SSB]. Şekil 4.5'te HF/SSB telsiz sisteminin altyapısı gösterilmektedir.

Şekil 4.5. HF/SSB Telsiz Sistemi Altyapısı



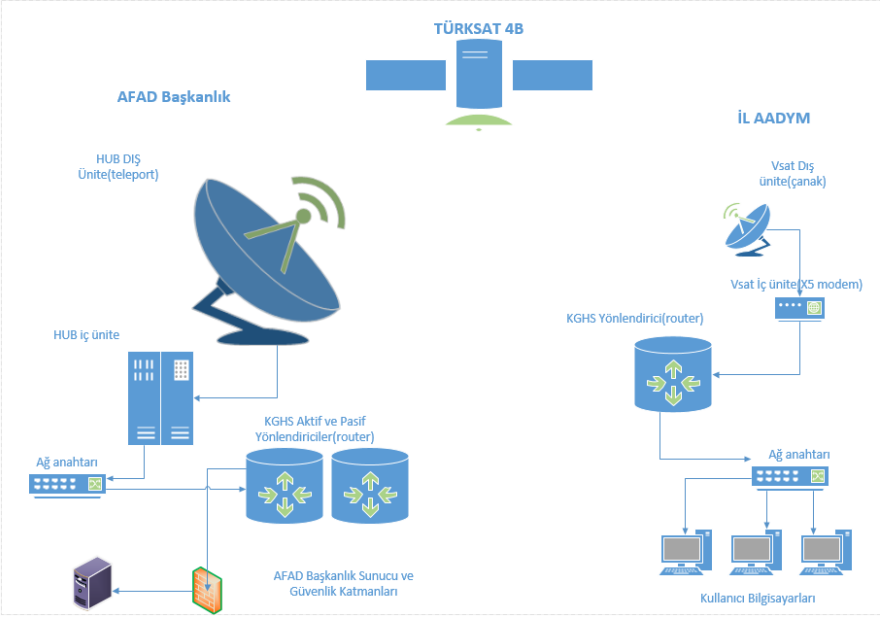

Kaynak: https://www.afad.gov.tr/hfssb-telsiz-sistemi-altyapisi

#### 4.2.2.2. KGHS Sabit Uydu Haberleşme Altyapısı

Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Projesi kapsamında tüm illerde VSAT terminalleri kurulmuştur. İl Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezlerine kurulan sabit terminallerde Idirect X5 uydu modemler, 4W BUC üniteleri, 1.8 m çanak antenler ile soğuk bölgelerde kurulan buz çözücü-ısıtıcı sistemler kullanılmaktadır. AFAD Başkanlığında ise yine Idirect HUB sistemi aracılığıyla illerdeki sabit terminaller yönetilmektedir[Yıldırım, 2018].

Şekil 4.6'da Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Projesi kapsamındaki sabit uydu haberleşmesinin altyapısı gösterilmektedir.

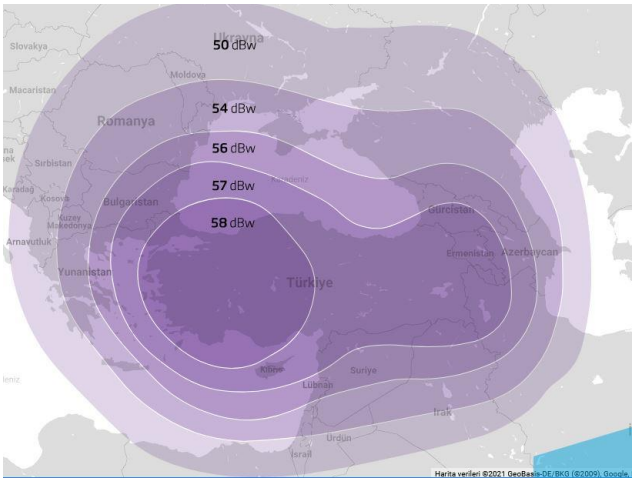
Şekil 4.6. KGHS Sabit Uydu Haberleşmesi




Kaynak: Yıldırım, 2018

KGHS projesinde TÜRKSAT 4B Ku band aktarıcıları kullanılmaktadır. Kurulan terminaller Şekil 4.7'de gösterilen 57dBW izotropik anten etkin gücü değerine sahip kapsama alanında bulunmaktadır.

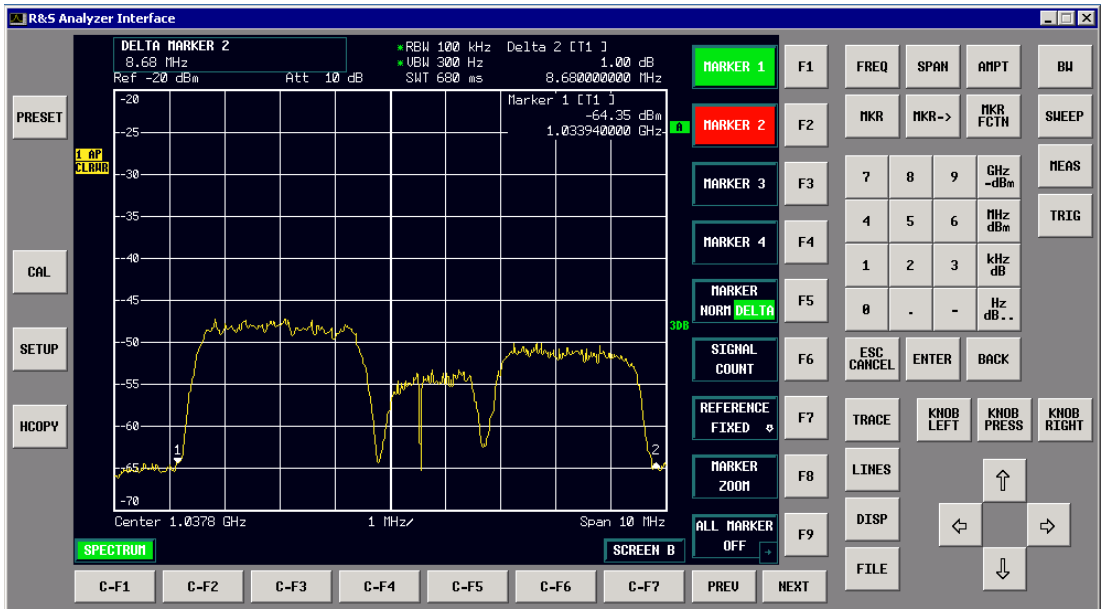
Şekil 4.7. Türksat 4B Uydusu Türkiye Hüzmesi Ayakizi




Kaynak: https://uydu.turksat.com.tr/tr/uydu-kapsama-alanlari

TÜRKSAT 4B Ku band Türkiye hüzmesi içinde en etkin kapsamının içinde yer alan terminaller için HUB istasyonundan terminallere doğru 3.6 MHz'lik bir band genişliği ve terminallerden HUB'a doğru 1.9 MHz band genişliği kullanılmaktadır[Yıldırım, 2018].

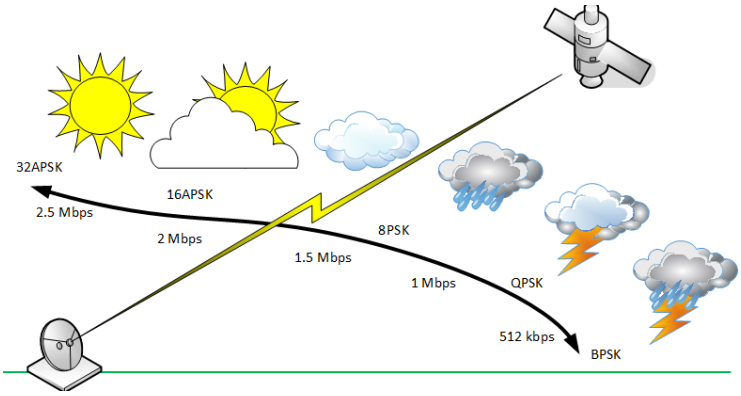
Şekil 4.8. AFAD Ku band kapasitesi




Kaynak: Yıldırım, 2018

HUB istasyonundan terminallere doğru olan trafik için HUB'tan istasyonlara Adaptif kod modülasyonu(DVBS2 ACM) kullanılırken tersi yönde istasyonlardan Hub'a ise Zaman Bölmeli Çoklu Erişim(TDMA) tekniği kullanılmaktadır. Kurulu sistem DVB-S2 standardı desteklemektedir. HUB'tan terminallere doğru DVB-S2 standardında da yer alan ve trafik performansını artıran kodlama yöntemlerinden Şekil 4.9'da gösterilen Adaptif Kod Modülasyon(ACM) kullanılmaktadır. Bu sayede hattın durumuna göre en uygun kodlama yöntemi seçilir. Terminallerden Hub'a doğru ise QPSK, FEC3/4 modülasyon ve kodlama yöntemi kullanılır[Yıldırım, 2018].

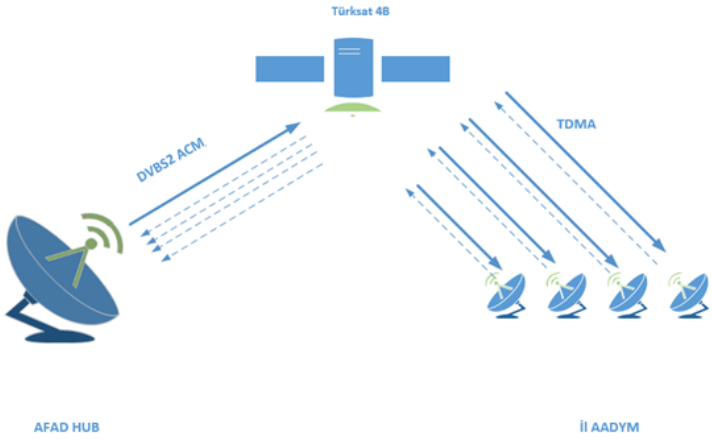
Şekil 4.9. Sinyal Kalitesine göre Modülasyon Seçimi




Kaynak: Yıldırım, 2018

DVBS2/ACM tekniğinde tüm terminallere doğru tek bir taşıyıcı kullanılır, tüm terminaller bu taşıyıcı üzerinden bilgi alabilir. Mevcut kapasite aktif tüm terminaller arasında paylaştırılır. Geri dönüş yolunda terminaller ise sıralı olarak zaman bölmelerine göre HUB'a bilgi iletirler. Terminallerin senkronizasyonu HUB tarafından yapılır[Yıldırım, 2018].

Şekil 4.10. KGHS Uydu Haberleşme Sistemi Erişim Teknikleri




Kaynak: Yıldırım, 2018

Sistemde terminaller mevcut bant genişliğini paylaşımlı kullanacakları için hızları kullanılan terminal sayısına bağlı değişecektir. Bunun dışında hızı etkileyecek diğer faktörler ise kullanılacak kodlama ve modülasyon çeşididir. Sistemde adaptif kodlama kullanıldığı için sinyal/gürültü oranına göre en uygun kodlama metodu seçilecektir[Yıldırım, 2018].

Tablo 4.1. KGHS Terminallerinin Desteklediği Modülasyon ve Kodlama Çeşitleri

| Terminal Modeli | Desteklediği Modülasyon Tipleri | Yönü | FEC Tipi |
|---|---|---|---|
| İdirect X5 | BPSK, QPSK, 8PSK, 16APSK | Hub'tan Terminallere | LDPC 1/4 - 8/9 |
| İdirect X5 | BPSK,QPSK,8PSK | Terminallerden Hub'a | 2D 16 State 1/2 – 6/7 |
| İdirect X3 | QPSK,8PSK,16APSK | Hub'tan Terminallere | LDPC 1/4 – 8/9 |
| İdirect X3 | BPSK,QPSK,8PSK | Terminallerden Hub'a | 2D 16 State 1/2 – 6/7 |

Kaynak: Yıldırım, 2018

### 4.2.3. AFAD Sayısal Telsiz Sistemi

AFAD'a bağlı İl Afet ve Acil Durum Müdürlüklerinin mevcut telsiz sistemleri, tamamı birbirinden bağımsız kaplama alanı şehir merkezi olan genellikle eski

analog sistemlerdir. İllerimizin tümünde il genelinde kapsama sağlayan sayısal telsiz sisteminin kurulması zorunlu hale gelmiştir.

AFAD ile Jandarma Genel Komutanlığı arasında 2018 yılında protokol imzalanmıştır. Bu protokol kapsamında AFAD sayısal telsiz sistemlerine geçiş yapmıştır ve Jandarma Entegre Muhabere ve Bilgi Sistemi(JEMUS) altyapısını kullanarak sisteme dahil olmuştur. Gerekli frekans tahsisleri Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından yapılmıştır. Yıllara göre JEMUS ile bütünleşik sayısal telsiz sistemi kurulumu tamamlanacak il sayıları Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Yıllara Göre Sayısal Telsiz Sistemi Kurulumu Tamamlanacak İl Sayısı

| YIL | İL SAYISI |
|---|---|
| 2020 | 26 İl |
| 2021 | 57 İl |
| 2022 | 68 İl |
| 2023 | 81 İl |

Kaynak: AFAD Bilgi Sistemleri ve Haberleşme Dairesi Başkanlığı

JEMUS altyapısı bulunmayan iller ve AFAD tarafından 2020 yılında JEMUS ile bütünleşik sayısal telsiz sistemi kurulması planlanan iller Şekil 4.11'de gösterilmiştir.

Şekil 4.11. 2020 Yılı Sayısal Telsiz Sistemi Kurulum Planı

Kaynak: AFAD Bilgi Sistemleri ve Haberleşme Dairesi Başkanlığı

Pilot proje kapsamında Sakarya ilinde kurulmuş olup il genelinde el ve araç telsizleri ile yapılan test çalışmaları neticesinde kurulan sistemin Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın telsiz haberleşme ihtiyacını başarılı bir şekilde karşıladığı görülmüştür.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı kendi mevzuatını ilgilendiren hükümler çerçevesinde Türkiye'de afet anında haberleşmenin kesilmemesi için bir takım tedbirler almıştır. Bu tedbirler kapsamında AFAD il müdürlüklerine kesintisiz ve güvenli haberleşme için uydu destekli çalışan bir sistem de kurulmuştur. Fakat bu sistem il müdürlükleri ve merkez arasında sabit noktalardan iletişim sağlamaktadır. Afet anında sahada iletişimin sürekliliği çok önemlidir. Bu doğrultuda acil durum müdahale ekipleri için Ülkemize faydalı olacak her zaman ve her yerde iletişimin sağlanacağı bir sistemin kurulması elzemdir.

Öte yandan AFAD bünyesinde haberleşmenin devamlılığı için HF telsiz sistemleri de kullanılmaktadır. Bu sistemler elbette afet anında hayati rol oynamaktadır. Ancak düşük bant genişliği ve hızlı veri gönderememesinden kaynaklı olarak performansı düşüktür. Ülkemize son derece faydalı olacak hızlı ses, veri ve görüntü aktarımını sağlayan hem sabit hem de mobil iletişimin sağlanması hususunda komple çözümler üretecek sistemin kurulması isabetli olacaktır.

### 4.2.4. Ulusal Mobil Uyarı Sistemi(UYARSİS)

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu(BTK) tarafından kurulan ve işletilen UYARSİS'in kök mevzuatı 5809 sayılı Elektronik Haberleşme Kanunudur. Bu Kanunun "Amaç, Kapsam ve Tanımlar" bölümündeki "İlkeler" başlıklı 4. Maddesinin birinci fıkrasının (h) bendi; "Milli güvenlik ile kamu düzeni gereklerine ve acil durum ihtiyaçlarına öncelik verilmesi" şeklinde düzenlenmiştir. Aynı Kanununun "Elektronik Haberleşme Sektöründe Yetkili Merciler ve Görevleri" bölümündeki "Kurumun görev ve yetkileri" başlıklı 6. Maddesinin birinci fıkrasının (ş) bendi ise BTK'ya; "Elektronik haberleşme sektörüne yönelik olarak milli güvenlik, kamu düzeni veya kamu hizmetinin gereği gibi yürütülmesi amacıyla mevzuatın öngördüğü tedbirleri almak" görev ve yetkisi verilmiştir. Öte yandan, Kanun "Yetkilendirme" bölümündeki "İşletmecilerin hak ve yükümlülükleri" başlıklı 12. Maddesinin ikinci fıkrasının (ğ) bendi ile işletmecilere; "Afet durumlarındaki haberleşmenin kesintisiz devam edebilmesi için gerekli tedbirlerin alınması" yükümlülüğü getirmiştir.[5809 sayılı Kanun,2008].

Söz konusu Kanun hükümleri uyarınca, BTK, 26.02.2021 tarihinde 31407 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Ulusal Mobil Uyarı Sisteminin Kurulmasına ve İşletimine İlişkin Yönetmeliği çıkarmıştır. Yönetmeliğin amacı; afet, acil durumlar ile kamu düzenine, milli güvenliğe ve ulusal siber güvenliğe tehdit oluşturabilecek durumlarda kullanıcıların coğrafi olarak belirli bölgelerde uyarı bildirimleri almalarını sağlayan ulusal mobil uyarı sisteminin kurulması ve işletilmesine ilişkin hususların belirlenmesidir[UYARSİS,2021].

26.02.2021 tarihinde 31407 sayılı resmi gazetede yayımlanan Ulusal Mobil Uyarı Sisteminin Kurulmasına ve İşletimine İlişkin Yönetmeliğin amacı; afet, acil durumlar ile kamu düzenine, milli güvenliğe ve ulusal siber güvenliğe tehdit oluşturabilecek durumlarda kullanıcıların coğrafi olarak belirli bölgelerde uyarı bildirimleri almalarını sağlayan ulusal mobil uyarı sisteminin kurulması ve işletilmesine ilişkin hususların belirlenmesidir.

Bu yönetmelik kapsamında afet ve acil durum esnasında vatandaşların tüm yurtta veya coğrafi olarak belirli bölgelerde bulunan kullanıcıların ve abonelerin Mobil alarm sistemi (Commercial Mobile Alarm System – CMAS), SMS, CBS ve çağrı öncesi anonsu gibi uygun yöntemlerle tehlike oluşturabilecek durumlarda anında uyarılması sağlanarak gerekli önlemlerin zamanında ve etkin bir şekilde alınması hedeflenmektedir.

Buna göre, ilgili kamu kurum ve kuruluşları ilgili mevzuatta yer alan yetkileri çerçevesinde görevleri kapsamındaki afet ve acil durumlar ile kamu düzenine, milli güvenliğe ve ulusal siber güvenliğe tehdit oluşturabilecek durumlara ilişkin uyarı bildirimlerini ulusal mobil uyarı sistemi üzerinden yapabilir. CMAS yöntemi ile yapılacak uyarı bildirimleri; devlet uyarı bildirimi, hayati uyarı bildirimi, kayıp/kaçırma uyarı bildirimi ve test uyarı bildirimi olmak üzere dört farklı kategoride aşağıda yer alan tabloda belirtilen kanallar kullanılarak yapılır.

| Uyarı Bildirimi Kategorisi | Türkçe | İkinci Dil |
|---|---|---|
| Devlet uyarı bildirimi | 4370 | 4383 |
| Hayati uyarı bildirimi | 4371, 4372, 4373, 4374, 4375, 4376, 4377, 4378 | 4384, 4385, 4386, 4387, 4388, 4389, 4390, 4391 |
| Kayıp/kaçırma uyarı bildirimi | 4379 | 4392 |
| Test uyarı bildirimi | 4380, 4381, 4382 | 4393, 4394, 4395 |

Yönetmelik ile, “CMAS yöntemi ile yapılan uyarı bildirimleri, yetkili kullanıcı tarafından sistem aracılığıyla bildirilen coğrafi alanda bulunan tüm kullanıcılara otomatik olarak gönderilir. “Devlet uyarı bildirimi” kategorisinde yapılacak uyarı bildirimlerinin alınmasının engellenmesine imkân tanınmaz, ancak diğer kategorilerdeki uyarı bildirimlerinin alınması kullanıcıların tercihine bırakılabilir” şeklinde düzenlenmiştir[UYARSİS,2021].

UYARSİS’in kurulması, işletimi ve kullanımı ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının iş birliği ile BTK koordinasyonunda gerçekleştirilmektedir. Ülkemiz sınırları

içerisinde bulunan yurt dışından gelmiş kullanıcılara da afet ve acil durumlarda CMAS ve CBS yöntemleriyle uyarı yapılabilmektedir[UYARSİS,2021].

Olası bir afet veya acil durumun meydana gelmesi halinde ya da felaket öncesinde halkı uyarmak, vatandaşların güvenli bölgeye tahliye edilmesini sağlamak, vatandaşlara gerekli ihtiyaçlarının giderilmesini temin etmek gibi tüm eylemler kamu görevlilerinin sorumluluğu içerisinde bulunmaktadır.

Bu doğrultuda ilgililer tarafından zamanında yapılacak doğru uyarılar sayesinde halkın kendilerini ve ailelerini korumaları, ağır yaralanmalar ve can kaybı gibi istenmeyen durumlardan kendilerini uzak tutmaları vb. diğer eylemlerde anında aksiyon almalarının temini hayati önem taşımaktadır. Bundan dolayı kurulan UYARSİS ile Ülkemiz çapında ulusal bir uyarı sistemi kullanılarak halkın bilgilendirilmesi son derece faydalı ve isabetli olmuştur.

Bu bölüm kapsamında Türkiye'de mevcut olan afet ve acil durum haberleşme sistemlerine ve uygulamalarına değinilmiştir. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın afet esnasında GSM şebekelerinin çökmesi ihtimaline karşın iletişimin kesintisiz devam etmesi kapsamında geliştirmiş olduğu alternatif haberleşme sistemleri ve UYARSİS incelenmiştir. UYARSİS ve AFAD'ın geliştirdiği ve geliştirmeye çalıştığı sistem ve uygulamaların afet ve acil durum anlarında çok yararlı olacağı bir gerçektir. Fakat, mevcut fonksiyon ve yetkinlikleri ile sürekli ve kesintisiz bir haberleşme gerçekleştirmeye, bu amaçla aktif olarak sahada kullanılmaya yeterli olmadıkları görülmektedir. Nitekim, yakın zamanda yaşanan tecrübeler afet ve acil durum haberleşmesinin halen belli bir standart ve disiplin ölçüsünde kesintisiz ve güvenli bir şekilde sürdürülemediğini ortaya koymaktadır.

Bu nedenle, Ülkemizde çok geniş kapsamda tüm çözümleri içerecek her zaman ve her yerde iletişimi sağlayacak sadece acil durum müdahale ekiplerinin kullanacağı bir sistemin kurulması son derece elzemdir. Dünyadaki başarılı uygulamalar, ortak çözüm ve tecrübelerden esinlenilerek afet ve acil durum haberleşmesi için ülkemizde de alternatif bir haberleşme sisteminin

kurulmasını ve işletilmesini öngören bir modeli beşinci bölümde bu tezin bir çıktısı olarak öneriyoruz.

# 5. TÜRKİYE İÇİN MODEL ÖNERİSİ

Tez çalışması boyunca birçok ülkede kullanılan afet ve acil durumlarda haberleşme sistemleri üzerinde incelemeler yapılmış ve Ülkemiz için en iyi çözümün mevcut haberleşme sistemlerinden bağımsız olarak alternatif bir haberleşme altyapısı üzerine kurulu yeni bir model olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Afet ve acil durumlarda kesintisiz bir haberleşme sağlayacak bu sistem için ABD'de aktif olarak kullanılan FirstNet benzeri bir yapının kurulmasının uygun olacağı mütalaa edilmiştir. Bu sistemin adını ise Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi(ULASİS) olarak önermekteyiz.

## 5.1. Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi

ULASİS

ULUSAL ACİL DURUM HABERLEŞME SİSTEMİ

Proje Adı: ULASİS(ULUSAL ACİL DURUM HABERLEŞME SİSTEMİ)

Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi(ULASİS) kurum ve kuruluşlarca kullanılacak görüntü, ses ve veri iletimine olanak sağlayarak yeni nesil dijital kablosuz haberleşme sistemi olarak kurulup afet ve acil durumlarda yardım hizmetlerine sunulmalıdır. ULASİS, esnek bir sistem olarak oluşturulmalı ve geliştirilmeye açık olmalıdır. Sadece günümüz şartlarında ihtiyacı karşılamayı düşünmemeli ve gelecek yıllarda yeni teknolojiler ve sistemi kullanan

kullanıcıların artması durumunda kapasite gibi sorunla karşı karşıya kalınmamalıdır.

Sistemin en önemli unsuru haberleşmeyi kesintisiz ve güvenli bir şekilde sürdürme amaçlı olmasıdır. Bu sistem uydu üzerinden ayrı bir GSM şebekesi gibi çalışacak şekilde kurgulanmalı ve Devlet tarafından kullanılması uygun görülen kurumlara sistem cihazları verilmelidir.

Sistemin son derece güvenli bir şekilde inşa edilmesi ve dışardan gelecek her türlü saldırıya(siber saldırı, fiziki saldırı) karşı korunaklı olması önemlidir. Bu kapsamda, hedeflenen sistemin oluşturulmasında altyapıda kullanılacak teknolojilerin yabancı ülke firmalarının etkisinden uzak ve ağırlıklı olarak yerli ve milli üretim, tasarım ve sistemin güvenli bir şekilde inşa edilmesi önemle dikkate alınmalıdır.

### 5.1.1. Ulusal Acil Durum Haberleşme Sisteminin Amacı

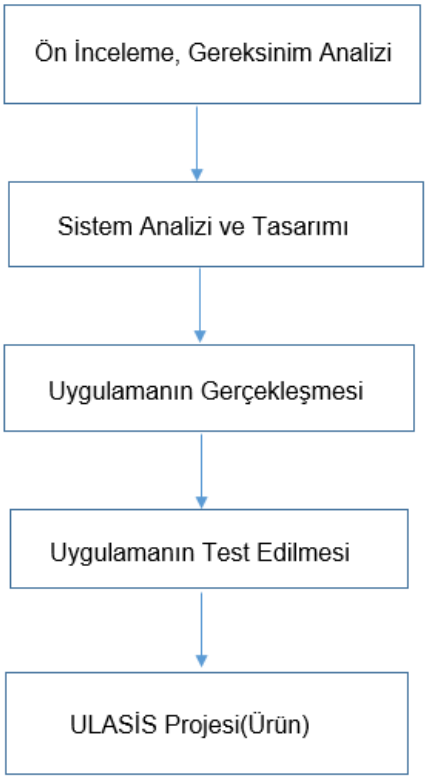
Acil durum müdahale ekiplerinin etkili bir şekilde iletişim kurma yeteneği ülkemizin emniyeti, güvenliği ve huzuru için çok önemlidir. Günümüze kadar, Ülkemizin yetersiz acil durum haberleşme yeteneklerinin müdahale ve kurtarma çabalarına nasıl olumsuz etki ettiği birçok örnekte görülmüştür. Afet ve acil durumlarda müdahale edecek kurumlar arasında koordine edilmiş acil durum haberleşme çözümleri ve protokollerinin olmaması, müdahale ve kurtarma çabalarını engellemektedir.

Tezin asıl amacı, afet ve acil durumlarda kamu güvenliği ve acil yardım hizmeti sunan kamu kurum ve kuruluşlarının, hizmetlerini etkin ve verimli yürütmeleri, hızlı iletişim kurulması, kurumlar arası kesintisiz ve güvenli haberleşme imkanının sağlanması için ülkemize kazandırılması hedeflenen bir model sunmaktır.

### 5.1.2. Ulusal Acil Durum Haberleşme Sisteminin Kapsamı

Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi(ULASİS), bir proje olarak özel sektör ve kamu kuruluşlarının her düzeyindeki müdahale personelinin acil durum iletişim ihtiyaçlarını belli bir standart ve disiplin altına alacak şekilde ayrıntılı olarak tasarlanmalıdır. ULASİS Projesi gereksinim analizi aşamasında fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan incelemelere tabi tutulup sistemin tüm gereksinimleri detaylı bir şekilde belirlenmelidir. Projenin gerçekleşmesi adımları sırasıyla hayata geçirilmeli ve uygulanmalıdır.

Şekil 5.1. ULASİS Projesi Gerçekleşme Adımları




Sistem, bir amacı gerçekleştirmek üzere birbiriyle ilişkili bileşenlerden oluşan girdileri ve çıktıları olan ortam ile sınırları belirlenmiş bir bütündür. Genel sistem teorisine göre sistemler, hiyerarşik, disiplinler arası, girdileri çıktılara dönüştüren, elemanları arasında etkileşim olan yapılardır. Sistem geliştirme yaşam döngüsü; problemin tanımı, fizibilite çalışması, sistem analizi, sistem

tasarımı, gerçekleştirme ve bakım olmak üzere temel adımlardan oluşmaktadır.

Fizibilite çalışması, sistem geliştirme projesinin kapsamı ve hedeflerini tanımlayarak yapılabilirliğini belirlemektir.

Problemin çözümlerinin ne olduğunu ve sistemin çalışma sürecini ortaya çıkaran algoritma ve akış diyagramlarının çizildiği evre sistem analizi kapsamına girmektedir.

Sistemin nasıl gerçekleştirileceği genel sistem tasarımı içerisinde çözümlenir, genel tasarımda belirlenen sisteme ait alt sistemlerin nasıl tanımlanacağı da ayrıntılı sistem tasarımı içerisinde çözümlenir.

Gerçekleştirme aşamasında, tasarıma uygun donanımsal hazırlıklar ve yazılımsal kodlamalar gerçekleştirilir ve tüm sistem sınanır.

Sistemin hatasız kullanımı için yapılacak destek çalışmaları bakım aşaması kapsamına girer.

ULASİS projesi, belirtilen sistem adımlarının tamamı uygulanarak gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır. Projenin hayata geçmesi durumunda müdahale ve kurtarma operasyonlarını desteklemek için planlayan, koordine eden ve iletişimi kullanan kişilere ciddi manada kolaylık sağlamaktadır.

Fizibilite çalışmasında, genel hatlarıyla projenin planı ve tahmini bütçesi ortaya konmalıdır. Fizibilite aşamasında sistem üzerinde genel olarak bir ön inceleme yapılmalıdır.

Ön incelemede amaç projenin olabilirliğini belirlemektir. Bu aşamada,

- ULASİS projesine gerçekte ihtiyaç var mı?
- ULASİS projesinin gerçekleştirilmesi için neye ihtiyaç var?
- ULASİS projesi için ne kadar süreye ihtiyaç var?
- ULASİS projesi için tahmini bütçe nedir?
- ULASİS projesinin yararları ve zorlukları nelerdir?

belirtilen soruların cevaplandırılması gerekmektedir.

**a) ULASİS projesinin fonksiyonel olmayan gereksinimleri:**

Verimlilik: Sistemin işlevlerini yerine getirebilmesi için kullandığı bilgi işlem kaynaklarının miktarı.

Güvenirlik: Tasarlanan sistemin işlevlerini istenilen duyarlılıkta yerine getirme olanağı.

Esneklik: Sistemde değişiklik yapma kolaylığı.

Basitlik: Gereksiz ayrıntıya yer verilmemesi ve karmaşık olmaması.

Kullanım Kolaylığı: Sistem kullanıcılarının fazla zamanını almaması ve ergonomik olması.

**b) ULASİS projesinin fonksiyonel gereksinimleri:**

Doğruluk: Sistemin istenilen tüm işlemleri yerine getirmesi.

Çalışabilirlik: Sistemin işletim kolaylığı.

Birlikte Çalıştırılabilirlik: Sistemin kurum içi ve ilgili diğer kurumlar ile birlikte çalışması.

### 5.1.3. ULASİS'in Sistem Tasarımı

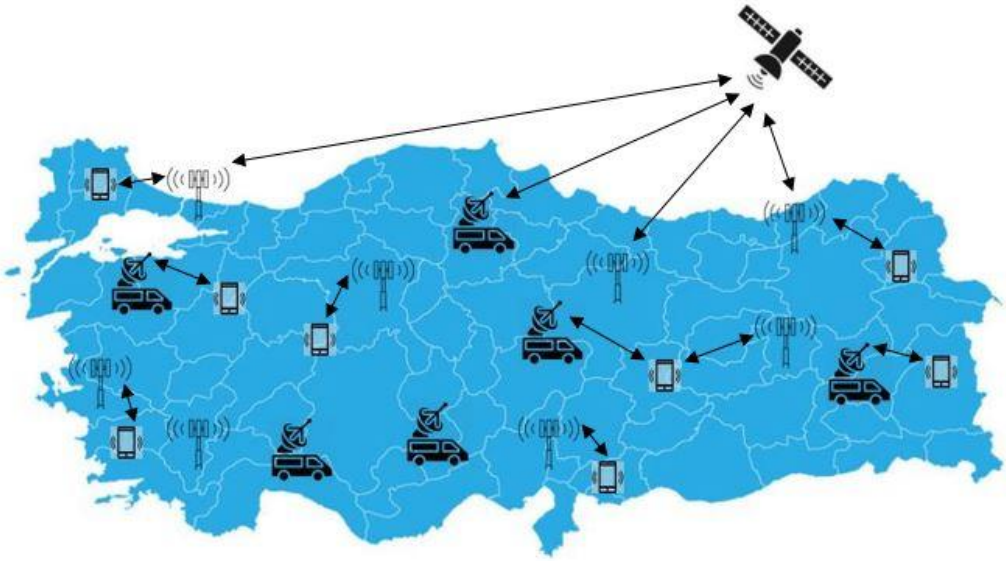
Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi tasarlanırken;

- Müstakil frekans tahsisi yapılmalıdır.
- Uydu destekli olarak çalışmalıdır.
- Yüksek hızla ses, görüntü ve veri aktarımı hizmeti vermelidir.
- Kamu yararı güden kuruluşlar bünyesinde sadece afet ve acil durum olaylarına müdahale edecek ekipler tarafından kullanılmalıdır.
- Sisteme özgü mobil cihazlar üretilmeli, bunun yanında ULASİS için tahsis edilecek frekans üzerinden multimedya aktarımı yapabilmelidir.

- Normal bir GSM şebekesi gibi (örnek: Turkcell, Vodafone, Türk Telekom) tüm Türkiye'de kritik afet riski taşıyan bölgelerde ULASİS baz istasyonları kurulmalıdır. Bunun yanında kapsamanın olmadığı ya da zayıf olduğu alanlarda iletişimin kesintisiz devam edebilmesi için yeterli sayıda ULASİS Mobil Acil Durum Haberleşme Araçları bulundurulmalıdır.

ULASİS için çizilen sistem tasarımı Şekil 5.2'de gösterilmektedir.

Şekil 5.2. ULASİS Projesi Sistem Tasarımı



Tasarlanacak sistemin tüm bileşenleri yerli ve milli imkanlarla üretilmelidir. Bu proje kapsamında ULASİS ile entegre çalışabilecek sistem mobil cihazların üretilmesi gereklidir. Bu sistem cihazları ambulans, polis, itfaiye gibi acil durum müdahale ekipleri kullanıcılarına verilmelidir. Cihazlar hem kurum içi hem de kurumlar arası birlikte kullanıma uygun entegre olabilecek biçimde çalıştırılabilme özelliğine sahip olmalıdır.

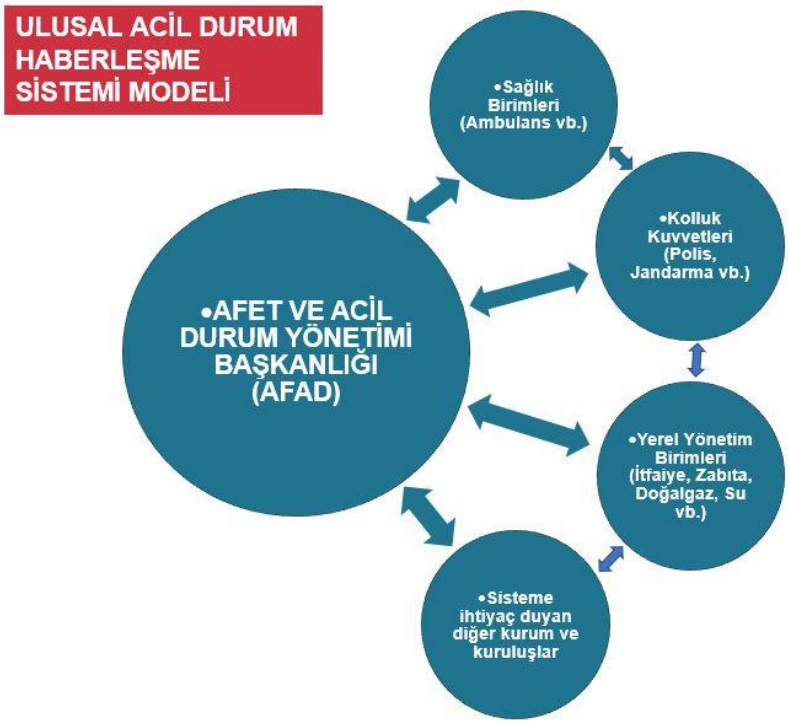
### 5.1.4. Ulusal Acil Durum Haberleşme Sisteminin Organizasyonu

Sürekli gündemde olması ve bu konuda çeşitli çalışmalar yapılmasına rağmen Türkiye'de acil durum birimlerinin koordineli bir şekilde kesintisiz ve güvenli olarak tüm haberleşme ihtiyaçlarının tam olarak karşılanabildiği bir acil durum haberleşme sistemi halen bulunmamaktadır.

Bu ihtiyacı karşılamak için kurulması önerilen **"Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi"** modelinin bileşenleri olarak sistemde bulunması gerekli görülen kurumlar şunlardır(Şekil 5.3):

- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı(AFAD)
- Sağlık Birimleri(Ambulans vb.)
- Kolluk Kuvvetleri(Polis, Jandarma vb.)
- Yerel Yönetim Birimleri(İtfaiye, Zabıta, Doğalgaz, Su vb.)
- Görev ve sorumluluk alanları itibariyle sisteme ihtiyaç duyan diğer kurum ve kuruluşlar

Şekil 5.3. ULASİS Projesinin Organizasyon Şeması



Sistem, AFAD Başkanlığı bünyesinde kurulacak olup acil olaylara müdahale edecek ekipleri koordine edecek biçimde kurgulanmalıdır.

Ülke çapında acil durum haberleşme yeteneklerini güçlendirmek için ULASİS Projesi ile Devletin ilgili birimlerinde teknoloji, koordinasyon, yönetişim, uygulama ve eğitim alanında iyi planlama yapılması gereklidir. Bu planlama yaklaşımı, acil durum müdahale görevlilerinin haberleşmesinde önce kendi kurumları arasında iletişim kurabilmesi ve diğer ilgili kurumlar ile de birlikte çalışabilirlik için kritik bir öneme sahip olacak şekilde tasarlanmalıdır. Devlet projenin kurulması aşamasında önceliklerin ve faaliyetlerin ele alınmasını sağlamak için her seviyeden paydaşlarla yakın bir çalışma içerisinde olmalıdır.

Bu Proje komuta ve kontrol oluşturmak, operasyonları yürütmek ve acil durum sırasında durumsal farkındalığı sürdürmek için kritik öneme sahiptir. Ulusal Acil Durum Haberleşme Sisteminin kurulması halinde ilgili devlet kurumları arasında bilgi ve iletişim akışı kolaylaşacaktır.

ULASİS Projesinin hayata geçmesi halinde afet ve acil durumlar için sahadaki acil durum müdahale ekipleri arasındaki iletişimin sağlanması hakkında tüm sistemin sorumluluğu Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na verilmelidir. AFAD Başkanlığı bünyesinde sadece acil durum haberleşme işlemleri ile ilgili görevleri yürütecek bir "Acil Durum Haberleşme Yönetimi" birimi kurulmalıdır. Bunun yanında sistemi kullanacak diğer ilgili acil durum müdahale ekipleri(polis, itfaiye, sağlık görevlileri vb.) de kendi kurumları içerisinde AFAD Başkanlığı ile koordinasyonu sağlayacak bir "Haberleşme Birimi" kurarak sürekli olarak kurumlar arasında irtibat içerisinde olunmalıdır.

Sistemin kurulması ve işletimi için ihtiyaç duyulması durumunda yasal düzenleme yapılarak çıkarılarak ULASİS Projesinin hayata geçirilmesi için kullanılacak frekansların tahsisleri ile ilgili müracaatlar da dahil olmak üzere tüm görev ve sorumluluk AFAD Başkanlığına verilmelidir. AFAD Başkanlığı sistemin kurulmasında gerekli izinlerin alınmasında ve haberleşmenin sağlanmasında tüm yetkilere sahip olmalıdır. Bunun yanında AFAD Başkanlığı

sistemin kurulması için ilgili kurum ve kuruluşlar ile beraber ortak bir vizyon içerisinde hareket etmelidir.

Sistemin nasıl çalışacağı bir senaryo üzerinden daha iyi izah edilebilir. Senaryoya göre bir ilimizde çok büyük bir orman yangını çıktığı varsayılsın. Ormanın olduğu bölge GSM operatörlerinin sağlıklı iletişim yapılabilecek alan kapsamasının dışında kaldığından yangının olduğu bölgede cep telefonları ile iletişim kurulması olanaksız durumdadır. Böyle bir yangın esnasında itfaiye ekipleri olaya müdahale ederken bölgeye konuşlandırılacak olan ULASİS Mobil Acil Durum Haberleşme Araçları üzerinden kendi arasında uydu destekli çalışan ULASİS haberleşme şebekesi aracılığıyla iletişim kurularak bütün ekipler koordinasyon halinde yangına müdahale edebileceklerdir. Acil durum müdahale ekipleri ULASİS için üretilen mobil cihazlar ile ortak şebekeleri üzerinden, aralarında kesintisiz bir iletişim ile koordinasyon halinde yangını söndürme çalışmalarını sürdürebileceklerdir.

Yukarıdaki öngörülen senaryoda, itfaiye ekiplerinin kullandığına benzer bir altyapıda, sağlık, güvenlik, doğalgaz, KBRN müdahale vb. diğer birimler için de ayrı ayrı geliştirilen müstakil haberleşme sistemleri, gerektiğinde afet anında birbirlerine entegre olarak AFAD'ın Acil Durum Haberleşme Yönetimi birimi tarafından tek bir merkezden kontrol edilebilecek biçimde geliştirilmelidir. AFAD'ın ilgili birimi, geliştirilen ULASİS sisteminin tamamının bakım, iyileştirme, teknik vb. tüm işlemlerinden tek elden sorumlu olacaktır. Sahada kendi birimini ilgilendiren bir olay olması halinde konu ile ilgili acil durum müdahale ekipleri görevlerini yaparken ULASİS sistemin kendilerine tahsisli olan kısmı üzerinden iletişim kurarak olaya müdahale edebileceklerdir.

Görüldüğü gibi afet ve acil durumlarda tüm görevli kurum, birim ve unsurların kesintisiz ve güvenli haberleşme sağlamasına imkan verecek bir haberleşme sistemi olarak önerilen ULASİS modeli ülkemizin önemli bir ihtiyacını karşılayacak özelliklere sahiptir.

## SONUÇ

Tez çalışmamızda, afet ve acil durum haberleşmesine ilişkin konular derinlemesine incelenmeye çalışılmıştır. Yaşanabilecek sorunlar, alınması gereken tedbirler, kesintisiz ve güvenli bir haberleşmenin nasıl sağlanabileceği hususları ele alınmıştır. Bu kapsamda, afet ve acil durumlarda GSM şebekesinin çökmesi ihtimaline karşın, haberleşmenin sürdürülebilmesi için genel anlamda tüm hücresel sistem teknolojileri etraflıca incelenmiş olup, afet esnasında baz istasyonlarının optimize edilebilmesi hususunda gerekli ilave ek tedbirler için öneriler sunulmuştur. Baz istasyonlarının haberleşmeyi sağlaması hakkında hücresel sistemlerin en önemli konuları olan hücre bölünmesi, hücre sektörü ve frekansın yeniden kullanım kavramı detaylıca irdelenmiştir. GSM teknolojilerinde kapasite artırımı için iki yol bulunmaktadır. Bunlardan biri hücrelerin daha küçük olarak planlanması iken diğeri ise hücre sektör sayısının artırılmasıdır.

Öte yandan kapasite artırımı için bir öneride bulunulmuştur. Buna göre, Türkiye'nin jeolojik haritası dikkate alınarak bilhassa deprem fay hatlarının geçtiği alanlarda ilgili bir mevzuat çıkarılarak operatörlere afet durumları için her sahanın bir sektör artırımını zorunlu olarak hazır bulundurması yükümlülüğü getirilebilir. Operatörler tarafından ortalama kullanıma göre ayarlanan sektörlerin sayıları artırılıp afet durumları için aktif çalışabilir halde hazır bulundurulmalıdır. Bu öneri elbette afet durumundaki iletişim sorununu kökten ve kalıcı olarak çözmeyecektir. Fakat bir miktar da olsa kapasite artırımını optimize edecektir.

Afet ve acil durumlar anında kapasitenin optimize edilmesi yanında kapasite sorununun ortaya çıkmaması için ilave tedbirlerin alınması da gerekmektedir. Bu kapsamda, uydu transmisyonlu mobil baz istasyonlarının sayısının artırılması, İnternet balonlarının kullanımı, uydu tabanlı iletişim sistemlerinin kullanılması, kritik altyapılarda tehdit algılama ve erken uyarı sistemlerinin devreye alınması gibi tedbirlere de başvurulmalıdır. Söz konusu ilave

tedbirlerin bir kısmı zaten hazır kurulu altyapı olduğu için önemli bir ek maliyet gerektirmemekle birlikte operatörlerin hizmet kalitesini artıracaktır.

Öte yandan anında haberleşme sistemleri olan telsizlerin herhangi bir fiziksel kablo gerektirmediği için afet ve acil durumlarda kullanılması kritik bir rol oynayabilir. Bu nedenle, afetlerde telsizlerin her zaman hazır bulundurulması gerekir. Fakat telsizlerin veri ve görüntü aktarımı gibi durumlarda çok iyi çözümler getirmemesi, bunun yanında bant genişliğinin düşük olması ve veri aktarım hızının yavaş olmasından kaynaklı olarak afet ve acil durumlar esnasında kesintisiz iletişimin sağlanması hususunda ana etmen olması sağlıklı bir yöntem olarak görülmemektedir.

Afet ve acil durumlar için sadece acil durum müdahale ekiplerinin kullanacağı komple çözümleri içerecek ses, veri ve görüntü iletimine imkan tanıyan, her zaman ve her yerde kesintisiz iletişimi sağlayacak yeni nesil teknolojiler kullanılarak efektif ve uygun bir sistem tasarlanmalıdır.

Nitekim, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından afetler esnasında iletişimin devamlılığı hususunda bazı çalışmalar yapılmaktadır. AFAD Başkanlığı tarafından kesintisiz ve güvenli haberleşme kapsamında uydu destekli çalışan bir sistem kurulmuştur. Kurulan sistem sabit noktalar arasında uydu tabanlı kesintisiz iletişim sağlamaktadır.

Öte yandan AFAD tarafından geliştirilen Bütünleşik İkaz ve Alarm Sistemi(İKAS) afet ve acil durum meydana gelmeden önce kullanıcıların uyarılması hususunda çok önemlidir. İKAS sistemi farklı kanallar üzerinden halkın uyarılması için geliştirilen bir projedir.

Diğer taraftan Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu(BTK) tarafından kurulan ve işletilen UYARSİS sistemi de muhtemel bir afet veya acil durumun meydana gelmesi halinde ya da felaket öncesinde tüm yurtta veya coğrafi olarak belirli bölgelerde kullanıcılara SMS gönderilerek halkın uyarılması hedeflenmektedir.

Afetin meydana gelmesi halinde ya da afet öncesinde halkı uyarmak, vatandaşların güvenli bölgeye tahliye edilmesini sağlamak, vatandaşlara

gerekli ihtiyaçlarının giderilmesini temin etmek gibi tüm eylemler kamu görevlilerinin sorumluluğu içerisinde bulunmaktadır. Bu kapsamda ilgililer tarafından zamanında yapılacak doğru uyarılar sayesinde halkın kendilerini ve ailelerini korumaları, ağır yaralanmalar ve can kaybı gibi istenmeyen durumlardan kendilerini uzak tutmaları vb. diğer eylemlerde anında aksiyon almalarının temini hayati önem taşımaktadır. Bundan dolayı kurulan UYARSİS ile Ülkemiz çapında ulusal bir uyarı sistemi kullanılarak halkın bilgilendirilmesi ve uyarılması son derece faydalı ve isabetli olmuştur.

Ancak afet anında sahada kesintisiz iletişimin sağlanması afete maruz kalmış ve mağdur olan insanlara yardım götürülmesi ve kurtarılmalarının sağlanması için hayati bir rol oynamaktadır. Bu nedenle Ülkemize son derece faydalı olacak hem sabit hem de mobil iletişimin sağlanması hususunda mevcut haberleşme altyapısına ihtiyaç duymaksızın komple çözümler üretecek alternatif haberleşme sisteminin kurulması elzemdir.

Nitekim, bu kapsamında Amerika, Belçika, Finlandiya, İngiltere ve Japonya'da afet ve acil durumlarda kullanılan haberleşme sistemleri incelendiğinde alternatif haberleşme sistemlerini esas aldıkları görülmektedir. Özellikle ABD'de aktif kullanımda olan FirstNet yapısı, afet ve acil durumlarda kesintisiz ve güvenli bir haberleşme için örnek bir model ortaya koymaktadır. FirstNet benzeri alternatif bir haberleşme ağının Ülkemizde kurulması ve kamu güvenliği, afet ve acil durum alanlarında kullanılması çok faydalı olacaktır.

Günlük hayatın her anında olduğu gibi, bir afet anında en kritik ihtiyaç haberleşmedir. Çoğu insan meselenin ne kadar vahim bir boyutta olduğunu ancak haberleşme altyapısı çöktüğünde algılar. Bu tür sistemler ortalama kullanım ihtiyacına göre planlanır. Normalin çok üzerinde bir miktarda abone sisteme yüklendiğinde sistem çalışamaz hale gelir.

Bir baz istasyonu üzerinden hizmet alacak abone sayısı sınırlıdır. Bunun sebebi baz istasyonuna tahsis edilmiş taşıyıcı frekans sayısı ile ilgilidir. Yapılacak görüşme sayısı ile baz istasyonlarına tahsis edilen frekans sayısı arasındaki ilişki doğru orantılıdır. Fakat bir baz istasyonuna tahsis edilen

taşıyıcı frekans sayısı sınırlı olduğundan baz istasyonlarından aynı anda hizmet alacak abone sayısı da sınırlıdır. Bu kapsamda afet ve acil durumlarda sadece acil durum müdahale ekiplerinin kullanabileceği bir sistem geliştirilmelidir.

Bu tez çalışması boyunca afet ve acil durumlarda kesintisiz ve güvenli olarak haberleşme sağlanmasına yönelik bir model önerisine girdi olabilecek tüm konular incelenerek Ülkemiz için **Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi** Projesi önerilmiştir. Sistemin kısa adı ULASİS olarak belirlenmiştir. Tezin beşinci bölümünde ULASİS projesi hakkında bilgiler verilmiştir. Kapsamı, gerçekleşme adımları, fonksiyon gereksinimleri, altyapı tasarımı ve organizasyonu gibi temel yapı ve özellikleri ortaya konulmaya çalışılan bu sistemin hayata geçirilmesiyle ülkemizin afet ve acil durum haberleşmesine ilişkin tüm beklenti ve ihtiyaçlarının karşılanacağı, sorunlarının kökten çözülebileceği değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, Ulusal Acil Durum Haberleşme Sistemi Projesinin hayata geçirilmesi durumunda ülkemizde her türlü afetlere müdahale anında gerçekleşecek ve insan hayatının söz konusu olduğu durumlarda hayat kurtaran çözümler üretmede yardımcı olacaktır.

# KAYNAKLAR

5809 sayılı Kanun, Elektronik Haberleşme Kanunu, Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi:10.11.2008

4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi:15.07.2018

AFAD, Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP)

AFAD Bilgi Sistemleri ve Haberleşme Dairesi Başkanlığı, JEMUS ile Bütünleşik AFAD Sayısal Telsiz Sistemi Dokümanları

AFAD Hakkında, https://www.afad.gov.tr/afad-hakkinda, (02.06.2021)

AFAD-HF/SSB, https://www.afad.gov.tr/hfssb-telsiz-sistemi-altyapisi, (22.04.2021)

AFAD-İKAS, https://www.afad.gov.tr/butunlesik-ikaz-alarm-sistemi-projesi-ikas0, (22.04.2021)

AFAD-KGHS, https://www.afad.gov.tr/kesintisiz-ve-guvenli-haberlesme-sistemi, (08.06.2021)

Afet Yönetim, Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezleri Yönetmeliği

Afet Müdahale, Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilatı ve Görevleri Hakkında Kanun, Kanun No:5902 , Kabul Tarihi:29/5/2009, Madde 2 Tanımlar

Afet Türleri, https://www.afad.gov.tr/afet-turleri, (30.05.2021)

ABD Yönetimi, 2005, Amerika Hakkında ABD Yönetim Şekli, 2005, https://photos.state.gov/libraries/turkey/231771/PDFs/amerika_hakkinda_abd_yonetim_sekli.pdf, (13.05.2021)

Aselsan, İkaz ve Alarm Siren Sistemi Projesi, https://www.aselsan.com.tr/IKASTR_8828.pdf, (22.04.2021)

Astrid, https://www.astrid.be/en, (26.12.2019)

Astrid2, https://www.securelandcommunications.com/customerstories/astrid-nationwide-public-safety-network-in-belgium, (04.06.2021)

DEĞERLİYURT Mehmet, ERKAL Tevfik, Türkiye'de Afet Yönetimi

ETSI102, European Telecommunications Standard Institute ETSI TS 102 900 Technical Specification, Emergency Communications, European Public Warning System using the Cell Broadcast Service

ETSI122, European Telecommunications Standard Institute ETSI TS 122 268 Technical Specification, Digital cellular telecommunications system, Universal Mobile Telecommunications System, Public Warning System requirements

FirstNet1, NTIA Webinar Series, 2019, FirstNet Deployment Status of the Nationwide Public Safety Broadband Network

FirstNet2, https://www.firstnet.gov/newsroom/blog/early-benefits-firstnet-collaboration-and-push-talk-apps, (16.12.2019)

FirstNet3, FirstNet Frekansı, https://www.anritsu.com/en-us/test-measurement/technologies/firstnet, (13.05.2021)

FirstNet in Oregon, December 2015, Planning for FirstNet Network, Document Number: SPOC-FNIO-14-01

GALLAGHER C. Jill, April 27,2018, The First Responder Network(FirstNet) and Next-Generation Communications for Public Safety: Issues for Congress, Congressional Research Service

Güvenlik Sertifikası Yönetmeliği, Elektronik Haberleşme Cihazları Güvenlik Sertifikası Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 21.04.2011, Resmi Gazete Sayısı:27912

Hizmet Kalitesi Yönetmeliği, ELEKTRONİK HABERLEŞME SEKTÖRÜNDE HİZMET KALİTESİ YÖNETMELİĞİ.

ITU-R, ITU-R Önerileri, https://www.itu.int/pub/R-REC, (25.05.2021)

KAÇAR Fırat, 2018, Acil Durum Teknolojileri ve Haberleşme,

KAPLAN Yasin, 2011, Sayısal Telsiz Haberleşme Teknolojileri (TETRA, DMR ve RoIP)

KARADOĞAN DORUK Ece, 2017, İletişim Bilimi

KARAKUŞ Cahit, Kritik Alt Yapılarda Tehditlerin Algılanması, http://ckk.com.tr/Security/Kritik/Kritik.html, (18.10.2020)

Loon, https://loon.com/technology/, (17.06.2020)

MURAKAMI Akira, Disaster Management Policy / Communication Systems of Japan.

NTIA, National Telecommunications and Information Administration, https://www.ntia.gov/category/public-safety, (12.05.2021)

PATEL R Sheshhan, SİSODİA A K. , 2014, Techniques for Improving Channel Capacity of Downlink in GSM Systems, International Journal of Engineering Development and Research, ISSN: 2321-9939

SHEHU Nura Muhammad, 2015, Coverage and Capacity Improvement in GSM Network, International Journal of Novel Research in Electrical and Mechanical Engineering ISSN: 2394-9678

SonimXP8, https://www.gsmarena.com/sonim_xp8-reviews-9147.php, (16.05.2021)

ŞAHİN Fatih, Telsiz Haberleşme Standartları, İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi(İAÜD) , Sayı 18

TCCA, The Critical Communications Association, https://tcca.info/o2-airwave-and-motorola-sign-worlds-first-commercial-contract-for-tetra-pdas/, (28.12.2019)

TDK, Türk Dil Kurumu Sözlükleri

Telsiz, Telsiz Haberleşme Sistemleri, https://www.qsl.net/t/ta1kb//aselsan/telsizhaberlesmesistemleri.htm, (01.06.2021)

Tetra, https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=2ahUKEwjD-4zw0uTlAhWGi1wKHS0oAagQFjAFegQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fberk.tc%2Ftetranedir.doc&usg=AOvVaw1sNExTU79Ualu4AuZeKzoL, (01.06.2021)

Telekomünikasyon, https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Telekom%C3%BCnikasyon, (02.06.2021)

TUĞLUOĞLU Binnur, 2006, Sayısal Tekniklerin Telsiz Sistemlerine Uygulanmasının Ülkemizde Spektrumun Etkin ve Verimli Kullanımına Getireceği Yararlar, Uzmanlık Tezi.

Türkiye Afet Yönetimi Strateji Belgesi, 2015, https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/4d8c522e05f9cb9_ek.doc, (28.10.2019)

UYARSİS, Ulusal Mobil Uyarı Sisteminin Kurulmasına ve İşletimine İlişkin Yönetmelik, Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi: 26.02.2021

ÜNVER Mustafa, CANBAY Cafer, MİRZAOĞLU Ayşe Gül, 2009, Siber Güvenliğin Sağlanması: Türkiye'deki Mevcut Durum ve Alınması Gereken Tedbirler,

Wired, https://www.wired.com/2013/06/google_internet_balloons/, (04.07.2020)

X.company, https://x.company/projects/loon/, (17.06.2020)

YILDIRIM Nizamettin, 2018, Afet ve Acil Durum Yönetiminde Kullanılabilecek Uydu Haberleşme Sistemi Modellenmesi, AFAD Uzmanlık Tezi.

YOSHINO Hitoshi, 2012, ITU-R Standardization Activities on Cognitive Radio

ZAİM Kahraman, 2017, İki Yönlü Aktif Ölçüm Protokolü Kullanarak IP Ağların Performans Analizi, Yüksek Lisans Tezi.

## ÖZGÜNLÜK BİLDİRİMİ

Uzmanlık tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlardan her seferinde değinme yaparak yararlandığımı ve Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Meslek Personeli Yönetmeliğine uygun olarak hazırladığımı belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

09/06/2021

Zeki GÜLLÜOĞLU

# ÖZGEÇMİŞ

02/06/1991 tarihinde Diyarbakır ilinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Diyarbakır ilinde tamamladı. 2015 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2017 yılında Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'nda Bilişim Uzman Yardımcısı olarak göreve başladı. Bilgi Sistemleri Dairesi ve Hukuk Dairesi Başkanlığında çalıştıktan sonra Diyarbakır Bölge Müdürlüğünde görevlendirildi. 2020 yılında Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Adalet Bölümünden mezun oldu. Fırat Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Kuramsal Temeller Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans ve Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesinde Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi lisans eğitimine devam etmektedir.