

farmafarm

RADYO FREKANS SPEKTRUM YÖNETİMİ

RF SPECTRUM MANAGEMENT

Ruşen Eşref YAZGAN

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

KAYNAK

- Tıpkı toprak, hava sahası, karasuları, yeraltı kaynakları, ulaşım tesisleri gibi, radyo frekans (RF) spektrumu da ülke için değerli, korunması gereken bir varlıktır.
- Bu değerli varlık, kamu yararına kullanılmalıdır.
 - Ortak kullanım
 - Kamu kurumları tarafından kullanım
 - Yatırımcı tarafından kullanım
(yatırımcının iş yapabiliyor olması da nihayetinde kamu yararınadır)
- Sınırsız değil
 - Arz sınırlı, talep gittikçe artmakta
 - Sınırlı her kaynak gibi, hesaplı, verimli, etkin ve adil kullanılmalı

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

KAYNAK

	RF spektrum	Toprak	Petrol	Su
Sınırlı (kıt) mı?	evet	evet	evet	evet
Yenilenebilir mi?	evet	<i>hayır</i>	hayır	evet
Çeşitli mi?	evet	evet	evet	evet
Daha fazla fayda elde edilebilir mi?	evet	evet	evet	hayır
Depolanabilir mi?	hayır	hayır	evet	evet
İhraç edilebilir mi?	hayır	hayır	evet	evet
Ticareti yapılabilir mi?	evet	evet	evet	evet

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

OPTİMİZASYON

- Frekans aralıklarının kullanım alanları farklı olduğu için belirli frekansların belirli amaçlar için kullanılması gerekmektedir; dolayısıyla, spektrumun verimli kullanımı esasında bir optimizasyon meselesidir.
- Frekans aralığı kadar, coğrafi bölge ve koşullar veya zaman dilimleri de optimizasyonda önemli parametrelerdir.
- Arz ve talep dengeli olmayabilir. Talebin çok yüksek olduğu bir frekans aralığında veya coğrafi bölgede veya zaman diliminde arz yeterli olmayabilir.
- Belirli bir spektrum bölgesinde arzın yetersiz olması daha az tercih edilen frekanslarda çalışmayı gerektirebilir veya farklı teknikler vasıtasıyla o bölgenin daha verimli kullanılması sağlanabilir.
- RF spektrum kaynağının etkin ve verimli kullanılabilmesi ve bu amaçla korunabilmesi için bir “yönetim” mekanizması oluşturulması gerekir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

- Kamunun yararlanması ve ortak kullanımı ve yatırımcının ilgi göstermesi için korunaklı (korunmuş) ve düzenli (düzenlenmiş) bir ortam olmalı.
- "Koruma" derken; -bilerek ya da bilmeyerek-
 - Dış etki...
 - Kirlenme ve bozulma...
 - Verimsiz kullanım, ziyan...
- "Düzenleme" derken; -bilerek ya da bilmeyerek-
 - Güvenli, ortak kullanım...
- Düzenleme ve koruma uygulamaları toptan "RF Spektrum Yönetimi" olarak tanımlanabilir. (önlemler, eylemler, yöntemler, vesaire...)
- Elle tutulabilen, maddi bir varlık söz konusu olmadığından düzenleme ve koruma tedbirleri daha ziyade elektronik izleme (monitoring) esastır.

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

- Sistemlerin karmaşıklığı, bir diğeriyle etkileşimi, arızalanması, bilinçsiz yanlış kullanım veya bilerek kötü niyetli kullanım veya daha birçok sebepten ötürü, RF spektrumu istenilen ve beklenen şekilde verimli kullanılamamakta ve tam fayda sağlanamamaktadır.
- Birçok RF haberleşme sisteminin, biri diğeri etkilemeden, birlikte faaliyet gösterebilmesi için etkin ve verimli spektrum yönetimi elzemdir.
- RF spektrumun yönetimi (düzenlemesi ve korunması), kamu idaresinin sorumluluğu ve yetkisindedir.
- Bunun gerçekleştirilebilmesi için izleme, denetim ve yaptırım gerekir.
- Kullanımın verimli olması için iyi koordine edilmeli.
- RF spektrumun yönetilmesinde spektrum izleme işlevi (RF Spectrum Monitoring) birincil ve önemli yer tutar.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum Yönetim Sistemi - SMS

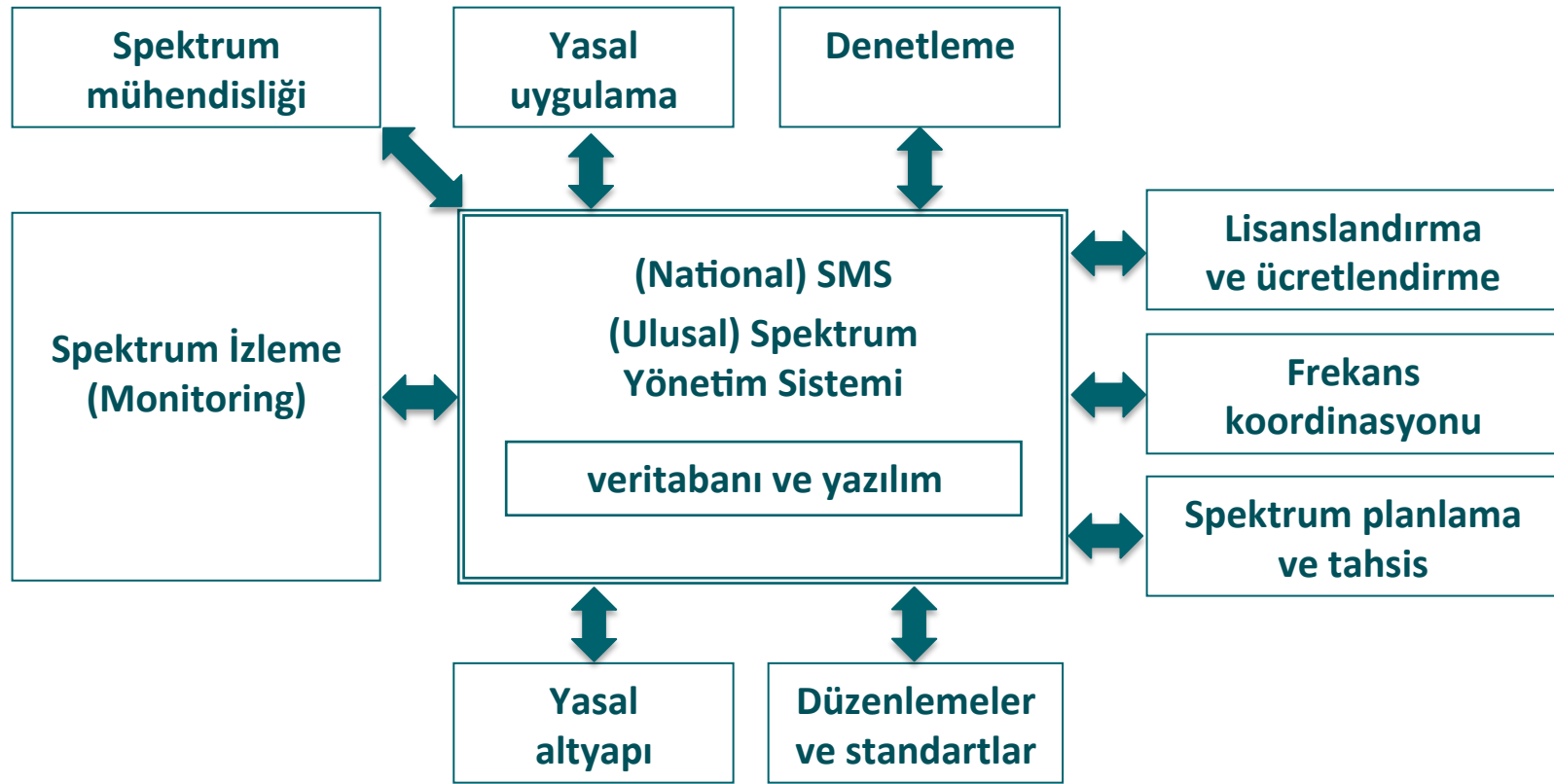
- Spektrum Yönetim Sistemi (Spectrum Management System - SMS), radyokomünikasyon ekipmanının, birbirini ve başkalarını olumsuz etkilemeden, birlikte çalışabilmesini sağlayan bir dizi bilimsel, teknik ve idari prosedürler ve uygulamaların bütünüdür.
- Spektrum yönetiminin amacı, spektrumun yetkisiz ve amaç dışı kullanımını ve olumsuz etkileşimi (girişim, enterferans, İng. interference) engellemek ve böylece spektrumun etkin ve verimli kullanımını en üst seviyeye çıkarmaktır.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum Yönetim Sistemi - SMS



farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum Yönetim Sistemi - SMS

- Yasal altyapı

Her ülkede yasa koyucu, RF spektrumun verimli, düzenli ve kamu yararına kullanılması amacıyla yasa çıkarma ve ulusal spektrum yönetim sistemi ile ilgili yasal düzenlemeleri yapma hakkına sahiptir. RF spektrumu devletin ve halkın adil ve etkin kullanımını sağlamaya yönelik yasal düzenlemelerdir bunlar.

Teknolojideki gelişme sebebiyle kısıtlı spektrum gittikçe daha fazla kullanılmakta; dolayısıyla, tıpkı kara veya deniz veya hava sahası gibi, spektrum kaynağını da koruyan ve kullanımını düzenleyen yasalar gittikçe önem kazanmaktadır.

Bu yasal düzenlemeler sayesinde amaç, kavram, yetki ve sorumluluklar belirlenmekte ve uygulama prensipleri ve prosedürlerinin çerçevesi çizilmektedir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum Yönetim Sistemi - SMS

- Düzenlemeler

Yerel düzenlemeler ve uygulama prosedürleri uluslararası standartlar ve düzenlemelerle uyumlu şekilde oluşturulmalıdır.

Uluslararası telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union - ITU) tarafından belirlenen standartlar ve prosedürler bu hususta yol gösterici ve bazı durumlarda bağlayıcıdır.

<http://www.itu.int/publ/R-REG>

<http://www.itu.int/publ/R-REG-RR>

farmafarım

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum Yönetim Sistemi - SMS

- Spektrum planlama ve tahsis

Sınırlı spektrum, muhtelif ihtiyaç sahipleri ve kullanıcılar arasında bölüştürülmek durumundadır. Bu bölüşümün adil ve uygulanabilir şekilde yapılabilmesi için iyi planlanması gerekir.

(frekans, güç, zaman, yer, ...)

Planlama yaparken yayının amaç ve ihtiyaçları göz önüne alınır. Örneğin, her yönde yayın yapan bir ulusal radyo kanalı ile çok sınırlı mesafeye yayın yapan bir UHF telsizin veya uçaklarla kule arasındaki acil durum kanalının ihtiyaçları birbirinden farklıdır.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum Yönetim Sistemi - SMS

- Koordinasyon

Spektrumun kullanımı için talebin gittikçe artıyor olması, planlama, tahsis ve düzenlemenin ilgili kullanıcılar arasında ulusal ve uluslararası düzeyde koordine edilmesini gerektirmektedir.

Mevcut kullanıcılarla girişim yapmayacak bir frekans bandı tahsis edildiğinde durum diğer kullanıcılarla koordine edilir.

Koordinasyon, ulusal veya gerektiğinde uluslararası düzeyde yapılır.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum Yönetim Sistemi - SMS

- Lisanslandırma

Spektrumun kullanıcılara tahsis edilen bölümü (frekans, güç, zaman, yer) ile ilgili lisanslandırma ve ücretlendirme ve cezaların tahsili kamu idaresinin yetkisindedir.

Yayın ekipmanının ve çalışma prosedürlerinin kurallara uygunluğu tespit edildikten sonra kullanıcıya lisans verilir. Ekipmanda veya prosedürlerde önemli bir değişiklik olması durumunda lisans güncellenir.

(yeni, devam eden, güncellenen) lisanslar ve (ihlal durumunda kesilen) cezalar idare için gelir kaynağı olur.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum Yönetim Sistemi - SMS

- Denetim (inspection)

Yayın istasyonlarının denetlenmesi sayesinde spektrumun verimli kullanılması temin edilir.

Lisans koşullarına uyulduğu denetlenir ve uyumsuzluklar tespit edilir.

Denetim, yayına yeni başlayan istasyonlarda veya gerekli görüldüğünde veya örneklemeyle (istatistiksel) mevcut istasyonlarda yapılabilir.

Tahsis edilen (lisanslandırılan) frekans, güç, zaman ve yerin haricinde yayın yapan kullanıcılar belirlenir (*), uyarılır (**), uyarının gereğinin yerine getirilip getirilmediği izlenir (*), gerektiği hallerde yayını durdurmaya veya engellemeye yönelik tedbirler uygulanır (***)).

(*) spektrum izleme

(**) denetleme

(***) yasal uygulama

Denetleme sorumluluğu, yetkisi ve sınırları yasal düzenlemelerle belirlenir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum Yönetim Sistemi - SMS

- Spektrum mühendisliği

Spektrum yönetiminde her ne kadar sosyal, ekonomik ve politik tercihler rol oynuyor olsa da, analiz ve karar aşamalarında bilgi ve teknolojinin değerlendirildiği, teknik tercihlerin yapıldığı mühendislik çalışmaları gerekir.

Karar merciine yardımcı olacak teknik değerlendirmelerin yapıldığı, çözüm önerilerinin geliştirildiği, modellerin oluşturulduğu, modellere uygun teknik özelliklerin belirlendiği çalışmalar yapılır.

- Yasal uygulama

Yasal altyapı, ancak yasal düzenlemelerin uygulanması ile gerçeklik kazanır. Yasal düzenlemelere riayet edilmemesi halinde etkin yaptırım uygulanması gerekir; aksi takdirde, spektrum yönetiminin bütünlüğü korunamaz.

Yaptırımlar, uygulama sorumluluğu ve yetkisi yasal düzenlemeyle belirlenir

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum Yönetim Sistemi - SMS

- Spektrum izleme (monitoring)

Spektrumun yönetilmesinde birincil işlev RF spektrum izleme (monitoring) vasıtasıyla yerine getirilir.

Yapılan -bilinçsiz veya bilinçli- yanlışlar, yasa dışı yayınlar, ekipman arızaları, girişim (enterferans) gibi nedenlerden ötürü RF spektrumun düzenli ve sağlıklı yönetilmesinde güçlük yaşanır.

Düzeni sağlamada planlama, tahsis, koordinasyon, lisanslandırma, denetim ve yaptırım uygulama işlevleri her ne kadar yararlı olsa da gerçek durumun izlenmesi için etkin bir izleme işlevinin yerine getiriliyor olması gerekir.

Spektrumun düzen içerisinde yönetilmesi için, frekans, güç, zaman, yer, yayın tekniği planlama, tahsis, lisanslandırma, denetleme (inspection) işlevlerinin gerçekleştirilebilmesinde RF spektrum izleme (monitoring) işlevinden yararlanılır.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum Yönetim Sistemi - SMS

- Spektrum izleme (monitoring) ...devam

Spektrum izleme sistemi, spektrum yönetim sistemi içerisinde hem işlemi başlatma (planlama) hem de doğrulama (denetleme) işlevlerini yerine getirir. (close-the-loop)

- Veritabanı ve yazılım (database, software)

Veritabanı yönetimi spektrum yönetimi sisteminin temel ve tümleşik bileşenidir.

Ayrıca, gerek spektrum izleme, gerekse veritabanı yönetimi başta olmak üzere, tüm işlevlerin yerine getirilmesinde ciddi anlamda yazılım desteğinden yararlanılmaktadır.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Yazılım ve Veritabanı

- Spektrum Yönetim Sistemi (SMS), spektrum izleme (monitoring) yanı sıra
 - Yönetim yazılımı ve
 - Veritabanı yazılımı içermektedir

Otomatik veri toplama
Veri işleme
Analiz

Elde edilen veri ve bilgi, belirli bir formatta saklanır, gerektiğinde ulusal ve uluslararası ilgililerle paylaşılır

- Spektrum yönetim sisteminde yer alan ve kullanılan bilginin güncel ve doğru olması gerekir (aksi takdirde, tüm sistemin bütünlüğü zarar görür).
- Spektrum yönetim sistemi (SMS) veritabanına ilaveten, spektrum izleme (monitoring) servisi de kendi veritabanını oluşturabilir ve bununla birlikte yönetim sisteminin (SMS) veritabanına (planlama, tahsis, lisans ve denetleme verilerine) erişebilir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum İzleme (Monitoring)

- Planlamaya yardımcı olur
- Denetleme öncesi ve sonrası veri toplar
- Ulusal ve uluslararası (ITU) spektrum yönetim sistemlerine girdi sağlar
- Ülke dışından veya içinden kaynaklanan yayın veya girişimi (enterferans) tespit eder; yerini ve yayın parametrelerini belirler

- Propaganda, kanundışı yayın
- Karıştırma (jamming)
- Yayın karışması
- Parazit

- Bilerek, kötü niyetli
- Yanlış kullanma
- Koşullar gereği
- Arıza

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum İzleme (Monitoring)

- Spektrum İzleme (Monitoring) Sistemi, bir bakıma Spektrum Yönetim Sisteminin (SMS) gözü, kulağıdır.
(Yazılım ve Veritabanı için de sistemin beyni diyebiliriz.)
- RF spektrumun etkin yönetimi ve izlenmesini gerçekleştiren izleme sistemi, aynı zamanda, telekomünikasyon altyapısının da en önemli yapıtaşını oluşturur.
- RF spektrum sürekli kullanılmaktadır;
(yerel, yöresel, ülkesel, uluslararası, kıtasal, tüm dünya, uzay...)
(1.000.000.000 ns x 3600 s x 24 h x 7 x 52,18 x ...)
dolayısıyla, sürekli izlenmesi gerekir.

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Spektrum İzleme (Monitoring)

- Spektrum izleme ve yönetim sistemlerinin mümkün olduğunca modüler ve ölçeklenebilir (gerektiğinde büyütülebilir) olmasında yarar vardır.
- Belirli bir banttın spektrumun büyük bölümünü kapsamaya kadar değişen geniş bir yelpaze söz konusu olabilir. (HF-VHF-UHF-SHF)
- Değişik coğrafi konumlarda izleme yapabilen, bir veya birkaç sabit istasyonun yanı sıra mobil istasyonlar kullanılabilir.
- Sistemin bileşenleri müstakil çalışabilmenin yanı sıra birlikte ve bir bütün halinde de çalışabilir.
- İzleme istasyonlarından elde edilen veri ve bilgi, yerel amaçlı kullanılabilir gibi, merkezi bir istasyonda da değerlendirilebilir.
- İstasyonlar arasındaki haberleşme bağlantıları çeşitli şekilde kurulabilir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Dikkate alınması gereken hususlar

- Verimli kullanım

Bilgi ve haberleşme teknolojilerindeki hızlı gelişme, haberleşme kanallarına olan talebi artırmıştır. Dolayısıyla, daha fazla kullanıcı tarafından en verimli şekilde kullanılması için tedbir alınmadığı takdirde, özellikle RF spektrumda haberleşme kanalı kıtlığı meydana gelebilir.

Kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamak üzere spektrumun bölümlere ayrılması, ziyana meydan verilmemesi ve gelecekteki ihtiyaçlara da cevap verecek şekilde muhafazası gerekir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Dikkate alınması gereken hususlar

- Paylaşma

Mümkün olduğunca fazla sayıda kullanıcının, birbirini olumsuz etkilemeden RF spektrumu paylaşabilmeleri gerekmektedir.

Bu amaçla, teknolojik farklılık, güç sınırlaması, coğrafi ayrımı, zaman ayrımı, yayın paterni gibi yöntemlerden yararlanılır. Ayrıca, bazı durumlarda, kabul edilir miktarda girişime de izin verilebilir.

Yeni teknolojiler sayesinde paylaşım imkânı artmıştır.

Paylaşımın etkin şekilde yapılabilmesi için planlama, koordinasyon, izleme ve denetimin etkin şekilde yapılması gerekir. Bu bağlamda ulusal ve kimi zaman uluslararası kurumlar arasında koordinasyon gerekmektedir.

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

YÖNETİM

Dikkate alınması gereken hususlar

- Ekonomik

Telsiz haberleşme (radiocommunication), ülkenin haberleşme altyapısının önemli bir parçası olduğundan bu RF spektrumun kullanımından elde edilen kazanımlar ülke ekonomisine önemli katkı sağlamaktadır.

Ekonomik kazanımın artırılması için RF spektrum mümkün olduğunca fazla kullanıcı tarafından kullanılabilir olmalı ve bunu temin etmek için etkin bir spektrum yönetim sistemi (SMS) kurulmuş olmalı.

Etkin bir spektrum yönetim sistemi için gerekli olan finansal destek, önceleri devlet tarafından sağlanmakla birlikte bilahare lisans ücretleri ve parasal cezalarla sürdürülebilir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

Genel

(Automated Spectrum Management System - ASMS) Otomatik spektrum izleme sisteminin tasarımında göz önüne alınması gereken hususlar

- Ulusal ölçekte spektrum izleme ve spektrum yönetiminin yanı sıra uluslararası ölçekte ITU Radiocommunication Bureau - BR (kısaca Büro) ve diğer ilgili idari birimlerle irtibatta olmak
- Frekans tahsisi, ücretlendirme ve faturalandırma ilgili kayıtların tutulması, spektrumun yönetiminde etkili olabilecek teknik analizlerin yapılması ve olası girişim (enterferans) kaynaklarının tespiti
- Spektrum yönetimi ile ilgili veritabanının, çok kullanıcıli portallerin ve gerekli ağ altyapısının oluşturulması
- Bilginin doğruluğunun ve güvenliğinin ve yedeklenmesinin sağlanması
- Radyo haberleşmesi ve arazi durumu ile ilgili mühendislik hesaplamalarının yapılabilmesi
- Kullanıcının dilinde arayüz ve dokümantasyonun sağlanması ve eğitim verilmesi

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

İşletme

- **Başvurunun işleme konulması**
 - **Radyo istasyonu başvurusu ile ilgili ulusal kurallar çerçevesinde veri girişi**
 - **Yeni istasyon tesisi veya mevcut lisansın değiştirilmesi**
 - **Bilgiler sırayla girilmeli ve uygunluğu test edilmeli; aykırı durumlarda uyarı verilmeli**
 - **Ulusal sınırlara yakın istasyonlar için uluslararası koordinasyon ve kurallara uygunluk aranmalı**
 - **Uluslararası koordinasyon için gerekli veriler uygun formatta hazırlanmalı**
 - **Uluslararası koordinasyon sağlandıktan ve gerekli ödemeler yapıldıktan sonra lisans verilmeli**

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

İşletme

- **Frekans tahsisi**
 - Belirli bir frekans kanalı için yapılan başvurunun değerlendirilmesi
 - Tahsis edilmemiş frekansların elverişliliğinin değerlendirilmesi
 - Uluslararası koordinasyon çerçevesinde değerlendirme
 - Yerel veya uluslararası planların değerlendirilmesi
 - Ulusal frekans kanallarının planlanması

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

İşletme

- **Lisanslandırma**
 - Yeni lisans verilmesi veya mevcut lisansla değişiklik yapılması
 - Mevcut lisansın yenilenmesi
 - Mevcut lisans ücretinin değiştirilmesi
 - Lisansın iptali
 - Lisanslarla ilgili veritabanı araştırması
 - Başvuruların ve lisanslandırma sürecinin takip edilmesi
- **Ücretlendirme**
 - Bedel tayini
 - Ödemelerin takibi
 - Faturalandırma

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

İşletme

- **Raporlama**
 - Grafik ve yazılı raporlama
 - Standart raporlama
- **Şikayet değerlendirme**
 - Şikayetin kaydı
 - İdari ve teknik analiz
 - İzleme
 - Değerlendirme
- **Güvenlik**
 - Yetkilendirme
- **İşlem**
 - Veritabanında kayıt yaratır veya mevcut bir kaydı değiştirir
 - Veritabanının bütünlüğü, güvenilirliği ve telafi edilebilirliği korunmalı

farmaforum

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

Kayıtlar

- Lisanslarla ilgili tüm kayıtların tutulduğu veritabanı
 - Ulusal frekans tahsis tablosu
 - Frekans tahsisleri
 - Lisans sahipleri
 - İptal edilen lisanslar
 - Verici koordinatları
 - Ekipman özellikleri
 - Ücretlendirme
 - Şikayetler
 - İhlaller
 - Spektrumu işgal etme istatistikleri
 - Tanımlanamayan vericiler
 - İzleme
- İşlem esaslı, güvenli, güvenilir, ölçeklenebilir, çok kullanıcı, çakışma engelleme, yüksek performans
- Başvuru ve lisans sürecinin takibi
- Spektrum yönetim sistemi tedarik kaynaklarının takibi

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

Mühendislik analizi

- Uygun olan temiz frekans kanalları belirlenmeli;
temiz kanal yoksa, kabul edilebilir girişim karakteristikleri belirlenmeli
 - (mevcut) Verici arama ve tespit
 - Yayın analiz araçları
 - Elektromanyetik Uyumluluk (EMC) araçları
 - HF analiz araçları (yer dalgası ve gök dalgası)
 - VHF/UHF analiz araçları
 - Karada ve denizde, sabit ve mobil vericiler
 - Mikrodalga analiz araçları (karasal mikrodalga ağ, yer istasyonu)
 - Entermodülasyon analiz araçları

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

Uluslararası frekans koordinasyonu

- Uluslararası koordinasyon gerektiren lisans başvuruları ile ilgili uluslararası koordinasyon dokümanı otomatik olarak çıkarılmalı
- Vericinin yeri ve özelliklerinin uluslararası koordinasyon gerektirdiği durumda uyarmalı
- Girişim bölgesinin bir başka ülke sınırını aşip aşmadığı kontrol edilmeli
- Komşu ülke(ler)deki girişim (enterferans) ve alan şiddeti hesaplanmalı

Büroya bildirim

- İlgili mevzuat çerçevesinde Büro'ya bildirim gerektiren durumlarda uyarı vermeli
 - ✧ Büro: ITU Radiocommunication Bureau (BR)
 - ✧ ITU Radio Regulations Board (RRB)

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

Lisans bedelinin tespiti ve tahsili

- Lisans bedellerinin belirlenmesi, faturalandırılması ve ödenmesi
- Ön ödeme
- Elle faturalama
- İade
- Muhasebe ve raporlama

İzleme (monitoring) ve denetleme

- İzleme sistemine (operatörlere) veri aktarımı
- İzleme sisteminden veri aktarımı
- Veritabanında belirtilen (olması gereken) parametrelerle uygunluk
- Denetlenmesi gereken istasyon(lar)ın tespiti
- Denetlemenin planlanması ve programlanması

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

Ekipman onayı

- Verici istasyonlarda kullanılan ekipmanın uygunluğunun belirlenmesi ve onaylanması

Raporlama

- Veritabanı raporları
işlemlerin dökümü
- Başvurular
- Faturalama
- Finansal raporlar
- Lisanslarla ilgili raporlar
lisans basımı,
lisans bilgileri,
lisans süre aşımı, yenileme uyarıları...
- Mühendislik analiz raporları
- Frekans bantlarının dağılımı
- Yayın ve girişim bölgelerinin görsel gösterimi
- Arazi profili
- Muhtelif yazılı ve görsel raporlama
- Uyarılar

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

Kullanıcı arayüzü

- (mümkün olduğunca) Kullanıcının tercih ettiği dilde
- Manuel süreci yansıtan, kolay anlaşılabilir, karışıklığa yer vermeyen
- Uygun olmayan veri girildiğinde uyarı
- Hazır formlar, tarifeler, hesaplama araçları, coğrafi yer tanımları

Bilgi işlem

- Veri tabanı yönetimi
- Kayıt oluşturma, veri girişi, veri değişikliği
- Doğrulama (data validation), Birleştirme (data migration), İhraç (data export)
- Yedekleme ve arşivleme
- Veritabanı sorgulama

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

Donanım ve yazılım

- **Sunucu (en az beş yıllık ihtiyacı karşılayabilecek ve yedekli)**
 - Çoklu işlemci
 - GBytes RAM; gerekenin iki, hatta üç misli sabit disk hafıza, optik sürücü, geniş ekran, KVM anahtar, yazıcı, çizici, yüksek hızlı ağ arayüzü
- **Ağ sunucuları (en az beş yıllık ihtiyacı karşılayabilecek ve yedekli)**
 - GBytes RAM; gerekenin iki, hatta üç misli disk hafıza, geniş ekran, KVM anahtar
- **Ağ cihazları ve kablolama (en az beş yıllık ihtiyacı karşılayabilecek)**
- **Kendinden arıza teşhis ve tespiti (Otodiyagnostik)**

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

Donanım ve yazılım

- Harita işleme ve gösterme (en az yatay çözünürlük 1:24000 dikey: 10 m)
- Sayısal Arazi Modeli (Digital Terrain Model – DTM),
- Noktadan noktaya profil, anten paterni
- Vericiden itibaren her 10, 25, 50, 100 m için alan şiddeti gösterme (DTM çözünürlüğüne bağlı)
- Coğrafi Bilgi, Sistemi (GIS)
 - Topolojik veri yapısı, haritalama, tam SQL ve RDBMS desteği, ekran görüntüsü alma

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Otomatik Spektrum Yönetim Sistemi - ASMS

Dokümantasyon

- Kullanıcı dokümanları, yönetici dokümanları, bakım dokümanları
- Programın yüklenmesi, kullanılması, yedekleme ...
- Ekipmanın yerleştirilmesi, bağlantıların yapılması ve test edilmesi ...
- Miktar ve format (tablolar, şemalar, resimler ...)
- Orijinal tedarik kaynaklarının dokümanları

Eğitim

- Kullanıcı, yönetici ve bakım (bilgiişlem) personeli eğitimi
- Eğitimin içeriği, süresi ve yeri
- Eğitim materyali ve dokümantasyonu

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

İZLEME

Amaçlar

Girişimin engellenmesi ve spektrum yönetim sistemine (SMS) girdi sağlamak amacıyla kullanılan RF spektrum izleme (monitoring) sisteminden ulusal ve uluslararası ihtiyaçlar ve hedefler doğrultusunda yararlanır.

- Ulusal kurallarla uyumluluk

RF spektrum izlemenin amacı, yasa dışı ve bilerek veya yanlış uygulama veya arıza sebebiyle kurallara uymayan yayınları tespit (ve lokalize) etmektir.

- Parametrelerinin doğrulanması

Yayın ekipmanının belirlenmiş olan teknik ve işletme parametreleri çerçevesinde çalışmakta olduğu doğrulanır.

farmafarım

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

İZLEME

Amaçlar

- Girişimin giderilmesi ve yetkisiz vericilerin belirlenmesi

Yetki dışı veya yetkisiz yayınlar ve girişim tespit edilerek ve giderilmesine yönelik önlemler uygulanır. Tespit amacıyla RF ölçüm yöntemlerinin yanı sıra yön ve yer belirleme (DF, PF) ve dinlemeden de (aural) yararlanılır.

DF: Direction Finding PF: Position Fix

- Spektrum yönetim sistemine destek

Planlama, tahsis ve lisanslama aşamalarında spektrumun kullanımı ve kullanıcılarla ilgili bilgi elde edilmiş olmasına rağmen yine de RF spektrum izleme (monitoring) vasıtasıyla gerçek durum izlenir; yasa dışı ve bilerek veya bilmeyerek yanlış uygulama veya arıza sebebiyle kurallara uymayanlar tespit edilir ve yerleri belirlenir.

Modern spektrum izleme (monitoring) sistemleri aynı zamanda spektrum yönetim sistemi (SMS) ile doğrudan bağlantılı bilgi alışverişinde bulunur.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

İZLEME

Amaçlar

- Spektrum kullanım bilgisi

Spektrumun ne yoğunlukta kullanılmakta olduğu izlenir; yoğun kullanılmakta olan bölgelerde (frekans, zaman, yer) daha fazla yoğunluk oluşmasına müsaade edilmez; kullanılmayan veya az kullanılan bölgeler belirlenerek yoğunluk dengelenir ve/veya yeni tahsis (gelir) imkânı yaratılır.

Spektrum kullanımının izlenmesi sadece o bölgedeki kullanım hakkında bilgi verir; ancak hangi vericinin yayın yaptığını anlamak için dinleme (aural) ve yön ve yer belirleme (DF, PF) tekniklerinden yararlanır.

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

İZLEME

Amaçlar

- Yeni tahsis ve lisans

Mevcut lisans bilgisi (veritabanı) kullanılarak yapılan modellemeyi daha doğru ve güncel yapabilmek amacıyla izlemeden (monitoring) yararlanır. Bu sayede, gerçek duruma uygun yeni tahsis ve lisanslama yapılabilir.

- Geliştirilmiş yönetim (SMS) modellemesi

Spektrum izleme (monitoring) vasıtasıyla modelleme yapmak pahalı bir yöntemdir; bu yüzden, yoğun bölgelerde izlemeden yararlanırken, yoğun olmayan bölgelerde veritabanı (mevcut lisans bilgisi) kullanılarak modelleme yapılabilir. Yoğun olmayan bölgedeki model, yoğun bölgede izleme ile elde edilen veriyle kıyaslanarak geliştirilebilir.

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

İZLEME

Amaçlar

- Talep ve şikâyetleri çözümüleme

Yoğunluk arttıkça, kullanıcılar verilen hizmetten daha az memnun hale gelecek, talep ve şikâyetler artacaktır. İzleme (monitoring) sayesinde talep veya şikâyet konusu ile ilgili ayrıntılı veri toplamak ve daha gerçekçi çözüm geliştirmek mümkün olur.

- Girişimin sınıflandırılması

HF bölgesinde daha sık olmakla birlikte VHF veya UHF bölgelerinde çok uzaktan (ulusal erişim ve denetimin dışında) kaynaklanan girişim olması mümkündür. Çoğu zaman uluslararası platformlarda yapılan çalışmalarda değerlendirmek amacıyla genellikle çok kısa süreli olan bu tür girişimlerin tespit edilmesi ve istatistiksel verilerin toplanması için izleme (monitoring) sisteminden yararlanır.

farmafarım

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

İZLEME

Amaçlar

- Sınır aşan (cross-border) izleme(monitöring)

Sınır aşan girişim söz konusu olduğunda, girişimin parametrelerini ve mümkünse kaynağını tespit edebilmek ve bunu ilgili ülke ve/veya uluslararası platformda nezdinde gündeme getirebilmek için izleme (monitoring) gereklidir.

- Uluslararası programlar ve işbirliği

RF spektrumun planlanması, tahsisi, koordinasyonu ve denetlenmesi ile ilgili uluslararası programlara veri sağlamak ve işbirliği çalışmalarında yer alabilmek amacıyla spektrum izleme (monitoring) yapılır.

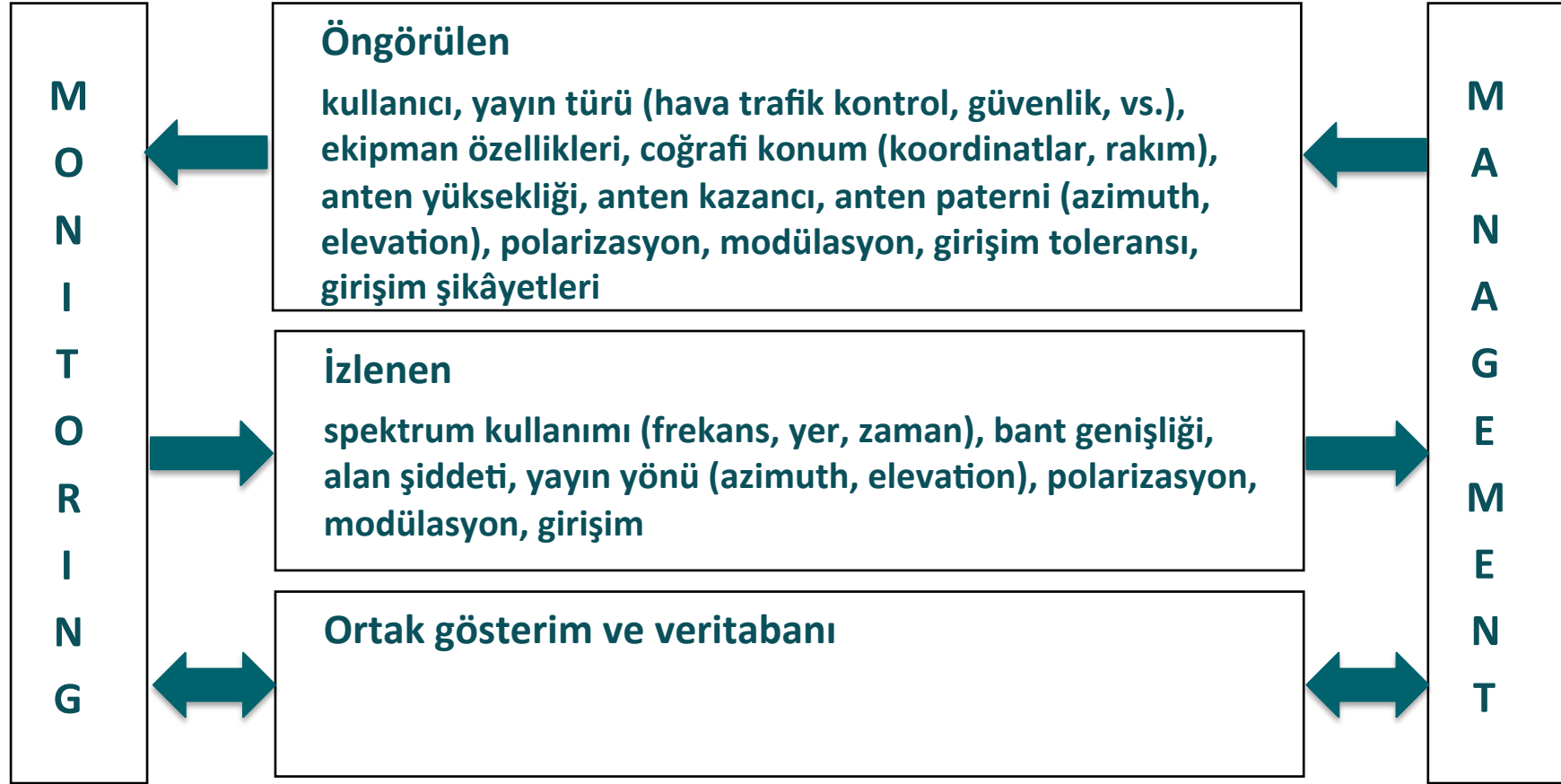
Uluslararası düzeyde frekans spektrumunun verimli kullanılması ve zararlı girişimin engellenmesini amaçlayan ITU tarafından belirlenmiş olan izleme (monitoring) istasyonları elde ettikleri verileri ITU merkezine aktarırlar.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

İZLEME

İzleme (monitoring) ve yönetim (SMS) ilişkisi



RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

İZLEME

Bilgi ve iş akışı

- Spektrum izleme (monitoring - RMS) ile yönetim (management - SMS) arasındaki bilgi ve iş akışının kesintisiz, hızlı ve sağlıklı yürütülebilmesi için her iki sistemin de birbirinin veritabanına doğrudan erişim imkânı olmalı. (RMS, kendi veritabanını yönetebilir; ancak, ana veritabanının yönetimi ve verinin değerlendirilmesi SMS tarafından yapılmalı.)
- SMS'ce belirlenen izleme görevleri RMS'e aktarılır.
 - Otomatik görevler tanımlanır;
 - Uyarı veya işlem yapmak için eşik değerleri belirlenir
- İzleme ile elde edilen veri, SMS veritabanındaki veri ile birlikte işlenerek,
 - Yetkili (lisanslı) yayınlar -özellikleriyle birlikte- harita üzerinde gösterilir;
 - Yetkisiz vericiler -yayın karakteristikleriyle birlikte- gösterilir
 - Yetki aşımaları takip edilir
- RMS tarafından elde edilen veri SMS'e aktarılır

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Temel ihtiyaçlar

Spektrum İzleme Sistemi daha ziyade Telsiz Monitör Sistemi veya (İng.) Radio Monitoring System - RMS olarak adlandırılmaktadır.

Ana görevleri: (Ref. ITU Radio Regulations - RR)

- Frekans tahsisi çerçevesinde yayınların uyumluluğunun izlenmesi
- Frekans bandının izlenmesi ve kanal meşguliyetinin ölçülmesi
- Girişimin araştırılması, tespiti, tanımlanması ve giderilmesi
- Yasa dışı yayınların tespiti
- Ayrıca, yasa dışı yayınların engellenmesi ve yayın istasyonlarının denetlenmesi RMS görevleri içerisinde olabilir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Temel ihtiyaçlar

Ölçüm görevleri: (Ref. ITU Handbook on Spectrum Monitoring)

- Frekans
- Alan şiddeti (field strength)
- Spektrumu işgal etme (occupancy)
- Yön ve yer belirleme
(DF - Direction Finding and Localization, Position Fix - PF)
- Modülasyon
- Bant genişliği
- Akı yoğunluğu (flux density)
- Sinyal analizi ve verici tespiti

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Kapsam

Özellikle sınırlı bütçe ile gerçekleştirilen RMS projelerinde şu hususların değerlendirilmesi gerekir:

- Radyo (telsiz) monitoring (izleme) sisteminden tam olarak ne beklenmekte?
- Kamusal, politik veya ticari bakımdan hangi aktivitelerle ilgilenmek gerekmektedir?
- İlgili duyulan frekans bandı?
- Hangi yayınlar veya ülkenin hangi bölgesindeki yayınlar özellikle izlenmek durumunda?
- Daha ziyade hangi bölgelerdeki hangi radyo (telsiz) haberleşme servisleri girişim (enterferans) ve/veya yasa dışı yayınlardan etkilenmekte?
- Belirli bir frekans bölgesini veya coğrafi bölgeyi kapsayamamak ne gibi sonuçlara yol açar?

farmafarım

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Kapsam

- Mobil telefon ağını da izlemek ve kapsama alanlarını belirlemek gerekiyor mu? Yoksa, bu iş mobil telefon operatörlerinin mi sorumluluğunda?
- İzleme istasyonları arasında bilgi akışı gerekiyor mu? Bunu sağlayacak altyapı mevcut mu?
- İlgili ekipmanın test, kalibrasyon ve bakımı için teknik altyapı mevcut mu?
- Yeterli miktarda eğitilmiş ve tecrübeli personel temin edilebilir mi?
- Bu işlevi üstlenecek yetkinlikte bir başka kuruluş var mı?

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Planlama

- İzleme (monitoring) sisteminin kapsamının ne olması gerektiği hususunda verilen karar doğrultusunda sistemin optimizasyonu ve planlanması gerekir.
- Kaç adet (insanlı veya uzaktan kumandalı) sabit ve/veya mobil istasyon kurulacağı belirlenir.
- Yer tespiti, değerlendirilmesi gereken en önemli hususlardan biridir.
- İstasyonlar arasındaki iletişim vasıtası bir diğer önemli husustur.

(Ref. ITU Handbook on Spectrum Monitoring)

Eğitim

- Kullanıcı, yönetici ve bakım (bilgiişlem) personeli eğitimi
- Eğitimin içeriği, süresi ve yeri
- Eğitim materyali ve dokümantasyonu

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Ekipman

- İzleme istasyonlarında temel olarak antenler, radyo alıcıları (almaç) ve sinyal analizörleri, yön tespit (DF) cihazları, kayıt cihazları ve bunları destekleyen altyapı ekipmanı bulunur.
- Birtakım işlevler tek bir cihazda toplanmış olabilir.
- Operatörün yükünü azaltan, oldukça üst seviyede otomasyon tercih konusudur.
- Birçok işlev bilgisayar kontrolünde gerçekleştirilmektedir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Ekipman

- **Anten**
 - Pasif/Aktif
 - (Yönlendirilmiş) Directional/Omni-directional
 - Düşük/Yüksek kazançlı
 - Sabit/Hareketli/Araca monte
 - Yön tespit (DF) amaçlı
- **Almaç ve spektrum analizörleri**
 - Almaç: RF front end, pre-selection, demodulation
 - Spektrum analizör: spektral analiz, spektogram, spektrumu işgal etme (spectrum occupancy)
 - Modülasyon
 - (uygun fiyatlı) FFT özelliği tercih sebebi olabilir
 - Alan şiddeti (field strength) ve akı yoğunluğu (flux density) ölçümü
 - Birtakım işlevler tek bir cihazda toplanmış ve bilgisayar kontrolünde olabilir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Ekipman

- Yön ve yer tespiti (DF/PF) ve tanımlama
 - İstenmeyen girişimin (enterferans) ve yetkisiz veya zararlı yayın kaynaklarının yön ve yerinin tespiti
 - Tespit edilen sinyalin tanımlanması (aural), vericinin belirlenmesi
 - DF istasyonlarının sayıları ve konumları iyi planlanmalı
- Kayıt
 - Kayıt kapasitesi
- Veritabanı
 - RMS veritabanı
 - SMS veritabanı ile doğrudan bağlantı

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Ekipman

- Sabit (fixed), taşınabilir (transportable) ve seyyar (mobile) istasyonlar
 - veritabanı ve başka (merkezi) kolaylıklara erişim imkânı
 - Otomasyon
 - Mobil --> Homing
 - Taşıyıcı araçların sınırlamaları
- Elde taşınabilen alıcılar (portable monitoring receiver)
- Yazılım ve arayüz
 - Özel amaçlı yazılım
 - Spektrum izleme (monitoring) cihazlarının yazılımları
 - Spektrum Yönetim Sistemi - SMS yazılımı, lisans veritabanı, vs. --> ASMS
 - Standart ofis yazılımı

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Organizasyon

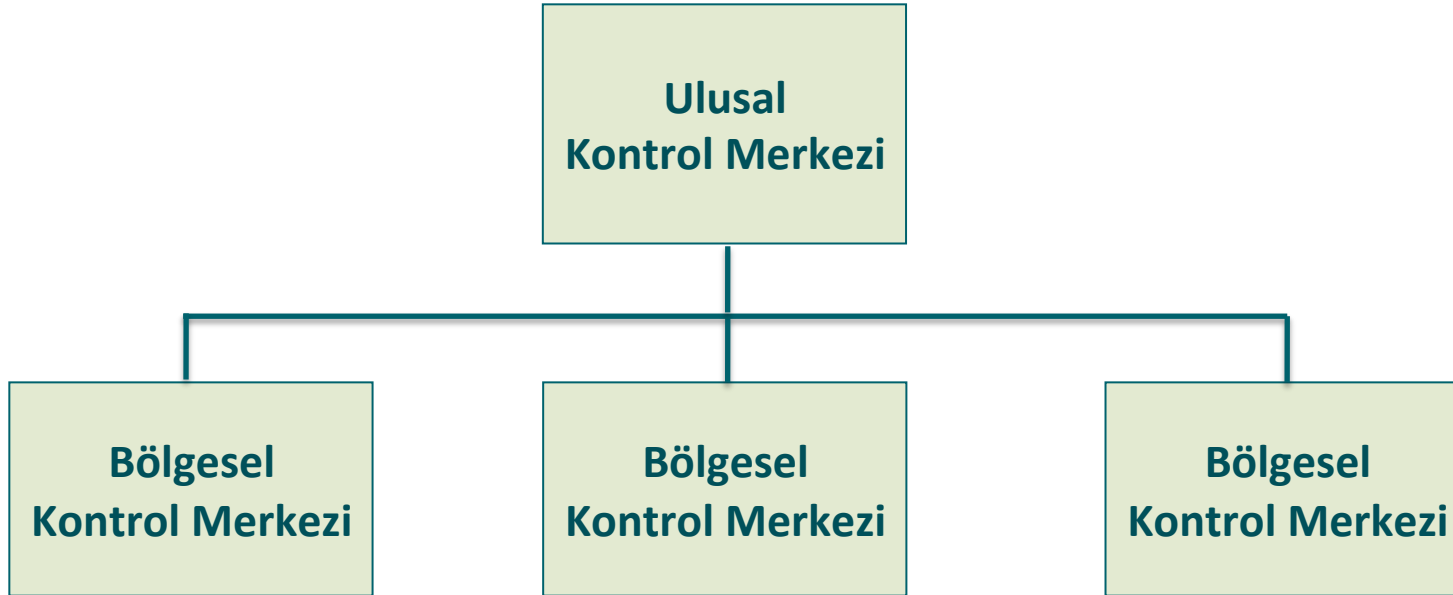
- Bütçenin kısıtlı olduğu durumlarda spektrum izleme (monitoring) ve denetleme (inspection) işlevleri aynı yapı tarafından üstlenilebilir.
- Spektrum izleme (monitoring) ve denetleme (inspection) personeline ilaveten ekipmanın ve altyapının test, kalibrasyon ve bakımını üstlenebilecek yetkinlikte personel istihdam edilmeli.
- Personel, başlangıçta ve görev süresince eğitimden geçirilmeli, bilgi ve becerileri güncellenmeli ve geliştirilmeli.
- Spektrum izleme (monitoring) ekipmanı ve altyapısı çok amaçlı kullanılabilir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Ulusal spektrum izleme yapısı



farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS İzleme İstasyonları

- İzleme (monitoring) istasyonlarının sayısı ve teknik özellikleri görev ihtiyaçlarına, coğrafi koşullara ve tabii ki parasal kaynağa bağlıdır. (Ülkenin her yerinde, en az iki adet DF özelliği olan izleme istasyonu kurmak iyi olurdu ama pratik koşullar buna elvermemektedir.)
- İzleme istasyonları, sayı, konum ve teknik özellikler bakımından optimize edilmelidir.
- HF bandında ikiden fazla istasyon olması durumunda (frekans ve konuma göre) oldukça geniş kapsama sağlanabilir.
- VHF/UHF bandında her bir istasyon (frekans, konum ve atmosferik koşullara bağlı) 150-200 km ile sınırlıdır.
- Sabit (fixed) istasyonların sınırları seyyar (mobile) veya taşınabilir (transportable) istasyonlarla genişletilebilir ve etkinliği artırılabilir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Sabit (fixed) istasyon

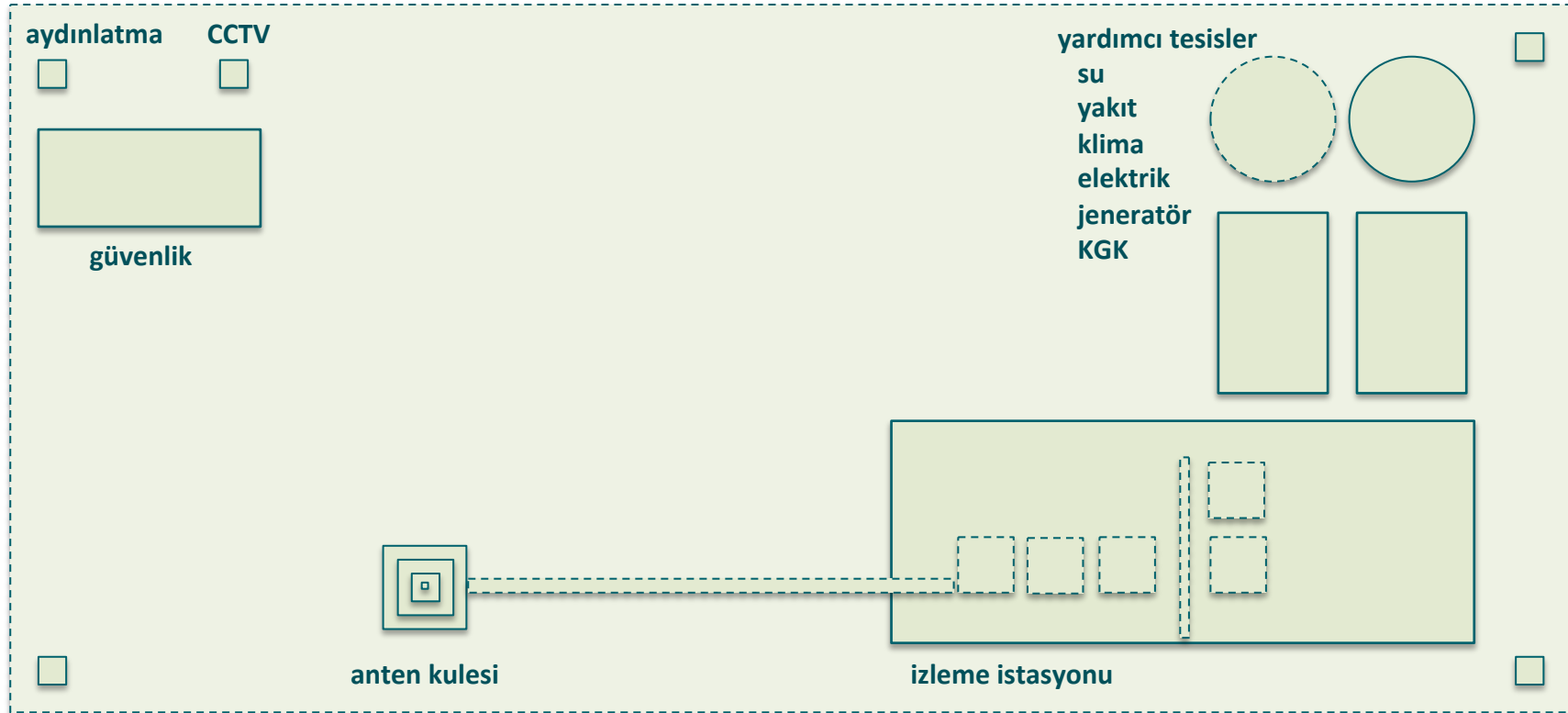
- Sabit (fixed) izleme istasyonları, RF spektrum izleme sisteminin temel taşlarını oluştururlar.
- HF bandını izleyen istasyonlar mümkün olduğunca yerleşim yerlerinden ve elektromanyetik gürültüden (enterferans) uzakta olmalı. (HF yayının uzağa erişebilme özelliği bunu mümkün kılmaktadır.)
- VHF/UHF bandını izleyen istasyonlar, izledikleri yayınlar nispeten kısa mesafeler ulaşabildiği için, genellikle yerleşim bölgelerine daha yakın konuşlandırılırlar. Yine de alıcıları aşırı yüklenme, satüre olma ihtimali olan yerler seçilmemeli.
- Geniş bantta (...HF/VHF/UHF...) izleme yapan istasyonlar için mühendislik çalışması sonucu optimum yer belirlenmeli.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Sabit istasyon



farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Sabit (fixed) istasyon

- Sabit istasyonlar, sabit ve pahalı altyapı gerektirdikleri için, çok sayıda ve istenen yerde kolaylıkla kurulamazlar. Bu sebeple, insanlı istasyonların kurulamadığı yerlerde uzaktan yönetilebilen, insansız istasyonlardan yararlanılabilir.

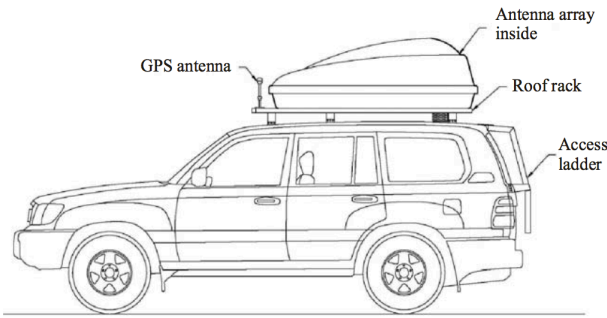
Seyyar (mobile) istasyon

- Sabit istasyonlar vasıtasıyla tespit edilmesi ve izlenmesi zor olan sinyalleri daha yakından izleyebilmek amacıyla araçlara monte edilmiş seyyar (mobile) istasyonlar kullanılır.
- Seyyar istasyonların tasarımı kullanım amacına göre farklılık gösterir.
- Gerektiğinde, seyyar (mobile) istasyonlarla birlikte taşınabilir (transportable) veya elde taşınabilir (portable) ekipmandan da yararlanılır.

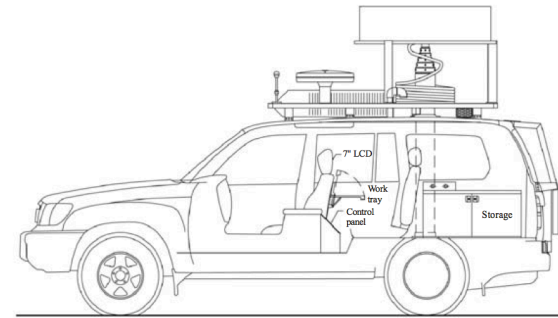
RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

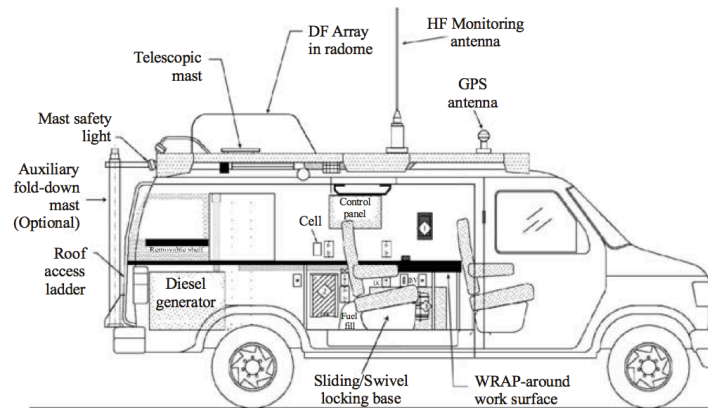
Seyyar (mobil) istasyon



Type 1



Type 2



Legend: Breaker box 70 APH battery charger W/temp. probe 1 800 Watt inverter

Type 3

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Seyyar (mobile) istasyon

- Seyyar (mobile) izleme istasyonlarında görevin gerektirdiği izleme ve DF ekipmanının yanı sıra kendi konumunu ve baş açısını hassas olarak belirten navigasyon ve haberleşme cihazları da bulunur.

Araç

- Araç tercihinde görev ve arazi koşulları belirleyici olur.
- Özel bir görev için az sayıda ve fazla yer kaplamayan ekipman içeren genel amaçlı bir araç kullanılabilirken; geniş görev yelpazesine hizmet veren seyyar istasyon için daha büyük bir araç gerekir.
- Zorlu arazi koşullarında görev yapan seyyar istasyon için arazi tipi araç gerekir.
- Kara platformlarına ilaveten, deniz ve/veya hava platformları da seyyar istasyon olarak kullanılabilir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Seyyar (mobile) istasyon

- Görev ihtiyaçları ve koşullara göre araçtaki personel sayısı değişebilir; ancak, hareket halindeyken yürütülen görevlerde aracı kullanana ilaveten en az bir kişi daha mutlaka olmalı. Aracı kullanan kişinin de izleme operatörüne yardımcı olabilecek bilgi ve beceride olmasında yarar vardır.
- Görev koşulları personelin çok uzun süre araç içerisinde kalmasını gerektiriyorsa, personelin ihtiyaçlarının karşılanabildiği imkân ve büyüklükte araç tercih edilmeli.
- Araç içerisindeki personelin ve ekipmanın çalışma koşullarını kabul edilebilir sınırlar içerisinde tutmak için ısı izolasyonu, klima, havalandırma, yoldan kaynaklanan titreşim ve darbeye karşı izolasyon, dışarıda çalışan jeneratör ve sair gürültüye karşı ses izolasyonu gibi tedbirler alınmalı.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Seyyar (mobile) istasyon

- Toplam ağırlık ve ağırlık merkezi (denge), aracın hareketinin sınırlanmasına sebep olabilecek koşullar dikkate alınmalı. (Yükseltilmiş antenle hareket halindeyken dengenin korunmasına ve civardaki engellere ve enerji nakil hatlarına dikkat etmek gerekir.)
- Seyyar izleme istasyonda yer alan izleme cihazlarının elektrik güç ihtiyacı 1-3 kVA civarında olabilir. (Havalandırma, klima gibi yardımcı ekipmanla birlikte bu ihtiyaç daha da artar.)
- İzleme ekipmanı ve -klima gibi- yardımcı ekipmanın güç ihtiyacını karşılayacak çözümler geliştirilmeli. (Çoğu zaman bir inverter veya motora bağlı ilave alternatör veya ilave jeneratör gerekebilir.)
- Elektrik şebekesine bağlanma imkânı bulunmalı. (İzolasyon trafosu önerilir.)

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Seyyar (mobile) istasyon

Anten

- Kullanılan anten tipleri, frekans bandı yapılacak ölçümün niteliğine göre çeşitlilik gösterir.
- Anten seçiminde görev ihtiyaçlarının yanı sıra, araç üzerindeki yer darlığı ve hareket halinde olmanın getirdiği zorluklar da göz önüne alınmalı.
- Genellikle küçük ve/veya küçültülebilen (katlanabilen, teleskopik) antenler kullanılır. (yerden 8-10 m yükseltilebilen anten)
- Antenin yüksekliği ve yönü aracın içerisinden kumanda edilebilmeli ve kesin olarak bilinmeli.
- Aracın kendisinin de -metalik kütlelerinden ötürü- ölçüme etkisi olduğu gerçeği göz ardı edilmemeli. Bu etkinin önemli olduğu durumlarda, anten yapısı araçtan uzakta bir yerde kurulmalı.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Seyyar (mobile) istasyon

- Genel tarama (scan) için omni antenler kullanılır; ancak, yön belirlemek (DF), yön kararlılığını artırmak, enterferansı azaltmak için kazancı veya sinyal/gürültü (S(N) oranını artırmak gerektiğinde yönlü (directional) antenler tercih edilir.
- Yönlü antenleri aracın içerisinde yönlendirebilme imkânı olmalı. (Mümkünse, polarizasyon değiştirme imkânı da olmalı.)
- Antenler ve anten bağlantıları kolay sökülür/takılır olmalı.

Elde taşınabilir (portable) alıcı

- Elde taşınabilen, değişik frekans bantları için (sökülüp takılabilen) antenleri olan, spektrum analizör ve gerektiğinde DF özelliği de bulunan radyo alıcısı özellikle seyyar uygulamalarda ilave yarar sağlar.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Taşınabilir (transportable) istasyon

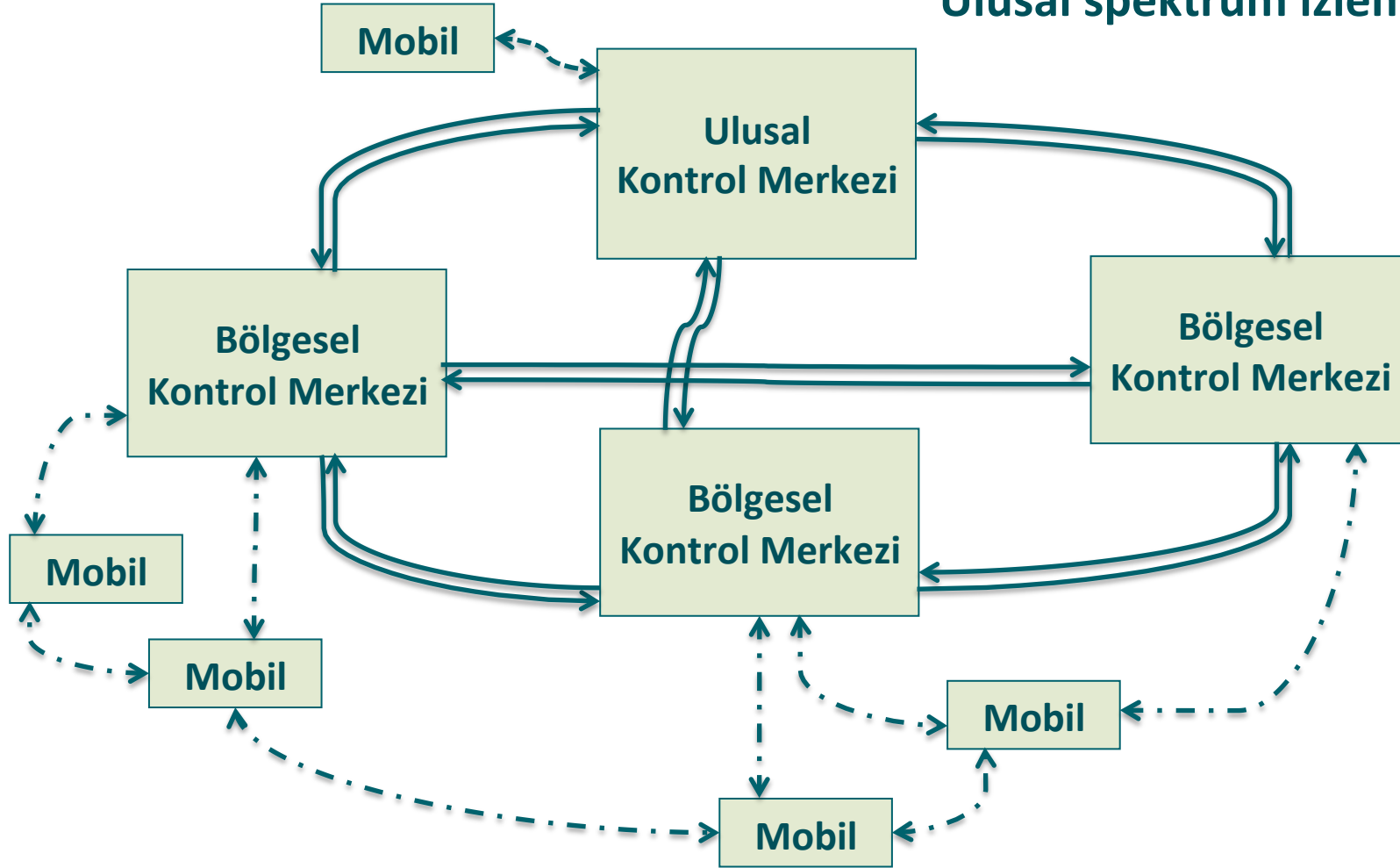
- Sabit istasyonların birtakım özellikleri ile seyyar istasyonların hareketliliği birleştirilmiş, bazı kullanım kolaylıkları sağlanmıştır.
- Taşınabilir shelter içerisinde izleme ekipmanı ve yakınında kolay sökülüp takılabilen anten parkı ve yardımcı ekipmandan meydana gelir.
- Özellikle HFDF uygulamalarında yararlı olur; çünkü yakınında kısa süre içerisinde -geniş apertürlü- bir anten parkı oluşturulabilir ve gerektiğinde başka bir yere nakledilebilir.
- Taşıyıcı araç (kamyon, çekici, vs.) sadece nakil sırasında gerekir.
- Uzaktan kumandalı (insansız) uygulamalarda tercih edilir.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Ulusal spektrum izleme ağı



farmafarım

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Ağ bağlantısı

- İzleme istasyonunun bünyesinde ve istasyonlar arasında veri akışının sağlandığı ağ yapılarına ihtiyaç vardır. (LAN/WAN)
- Bir bölgedeki seyyar (mobile) veya taşınabilir (transportable) istasyonlarla o bölgedeki sabit (fixed) istasyon -kontrol merkezi- arasında olabildiği gibi, bölgesel kontrol merkezleri ile ulusal kontrol merkezi arasında da veri akışı sağlanmalıdır.
- Aktarılan verinin özelliğine göre farklı bant genişliği ve bilgi akış hızı gerekmektedir.
- Bu amaçla, hemen her türlü veri aktarım yöntemi ve ağ teknolojisi kullanılmaktadır.

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Ağ bağlantısı

- LAN RS232 75 kbps - 115 kbps ... (10-20 kbps)
- LAN Ethernet 10 Mbps - 10-40-100 Gbps
- WAN Sabit telefon şebekesi - PSTN (analog/digital)
- WAN Kiralık sabit telefon hattı (analog/digital)
- WAN X.25 64 kbps
- WAN ISDN 2x64 - 128 kbps
- WAN Frame Relay 1,5 Mbps
- WAN xDSL ADSL 1 Mbps VDSL 50-100 Mbps
- WAN ATM 25 - 155 - 622 Mbps -> 2,4 Gbps -> ...
- Wireless 2G 9,6 kbps -> 2.5G GPRS 50 kbps -> 2.75G EDGE 250 kbps
- Wireless 3G UMTS 384 kbps -> 3G+ HSDPA 7,2 Mbps -> HSPA+ 42 Mbps
- Wireless WiMAX 40 Mbps - 1 Gbps
- Wireless 4G LTE download 300 Mbps max. - upload 75 Mbps max.

10.000.000
misli hızlanmış

40.000

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Konuşlandırma

Yer seçiminde kararlar önceden, mümkün olduğunca doğru alınmalı ki daha sonra sorun yaşanmasın.

- Kapsanan frekans bandı ?..
- Kapsanan coğrafi bölge ?.. ulusal sınırlar içerisinde, sınır ötesi ...
- Tehlikeler ?.. coğrafi, siyasi, askeri ...
- Coğrafi engeller ?..
- Elektromanyetik engeller ?..
radar, kuvvetli yayın, rüzgâr türbini, hava alanı, enerji nakil hattı ...
- Yakındaki tesislerden kaynaklanan kabul edilebilir girişim ?..
- Uzun erimli DF - uzun erimli alan şiddeti ölçümü ?..
- İdari konular, kolaylıklar ?.. yerleşim merkezi, okul, alışveriş, ulaşım ...
- Arazi maliyeti ?..

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Konuşlandırma

- ≤ 30 MHz altı frekanslarda (HF ve altı)
 - düz ve yüksek iletkenlikte arazi (kayalık, kumlu, çakıllı olmamalı)
 - yüksek ağaç kümesi, yüksek bina, endüstriyel tesis, enerji nakil hattı gibi elektromanyetik yansıma ve gürültü kaynaklarından uzakta olmalı
- ≥ 30 MHz üstü frekanslarda (VHF/UHF ve üstü)
 - yönlendirilmiş anten doğrultusunda bina, ağaç gibi engeller bulunmamalı
 - multipath yansımaya (reflection, re-radiation) sebep olabilecek yapılardan uzakta olmalı

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Konuşlandırma

DF özelliği de bulunan HF izleme istasyonları için en az mesafeler:
(VHF/UHF için -gerektiğinde- bu mesafeler azaltılabilir)

endüstriyel bölge veya yoğun ticari/yerleşim bölgesi (elektrik kaynak makinesi, endüstriyel ısıtıcı, vs.)	- 1 km
enerji nakil hattı ≤100 kV	- 2 km
enerji nakil hattı ≥100 kV ----->	- 10 km
hava alanı pist doğrultusunda	- 8-9 km
diğer yönlerde	- 3-4 km
otoyol	- 1 km
demiryolu	- 1 km
rüzgâr türbini	- 2 km
türbin öbeği	- 5 km
göl, büyük nehir	- 1 km
baraj	- 1,5 km
ağaç - 100 m ağaç öbekleri	- 200 m
orman	- 800 m
metal olmayan tek katlı bina	- 100 m
binalar	- 200 m
metal olmayan birkaç katlı bina	- 250 m
binalar	- 300 m
metal çatılı bina	- 250 m
metal çit	- 250 m
metal bina	- 800 m
büyük metal yapı	- 1,5 km
küçük anten	- 200 m
büyük anten	- 400 m

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Konuşlandırma

İzleme (monitoring) istasyonunda yön belirleme (DF) özelliği varsa:

- Antenin bulunduğu yükseklikte, yataydan 3° açı içerisinde yüksek yapılar, ağaçlar ve benzeri engeller olmamalı. (2° daha iyi)
- En az 1000 m yakında derin vadiler veya yükseltiler olmamalı.
- 200 m içerisinde arazideki eğim ve yükseltiler/çukurlar 2m'yi aşmamalı.
- 200 m içerisinde arazinin iletkenliğinde ani değişim olmamalı; yeraltı boruları, yeraltı tankları bulunmamalı.
- Anten kabloları, antenin 30 m uzağına kadar yüzeyin en az 1 m altından gitmeli. (30 - 250 m arası yerin 0,5 m altından gidebilir)
- Yarı dalga boyu ($\lambda/2$) büyüklükte resonant cisimler antenden en az 15λ ; çeyrek dalga boyu ($\lambda/4$) büyüklükte resonant cisimler antenden en az 7λ uzakta olmalı.
(Örneğin: 25 MHz için, antene 180 m'den daha yakında 6 m büyüklükte resonant cisim bulunmamalı.)

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Konuşlandırma

- İzleme (monitoring) istasyonu kuvvetli yayın kaynaklarından uzakta olmalı
- Etkileme ihtimali olan yayın kaynakları (vericiler) değerlendirilirken temel frekansın yanı sıra harmonikleri de dikkate alınmalı.
- Birden fazla verici varsa, yayın frekansları izleme istasyonunun ilgilendiği frekans bandının çok dışında dahi olsa, intermodülasyon etkisi göz önüne alınmalı.
- İzleme istasyonunun frekans bandı içerisinde 30 mV/m RSS alan şiddeti genellikle kabul edilebilir. (RSS: Root Sum Square)
(Bu değer, 5 km uzakta 1 kW vericiye karşılık gelir.)
(5 km mesafedeki < 1 kW ve
50 km mesafedeki > 1 kW vericiler dikkate alınmalı.)
- İzleme ekipmanının bulunduğu yapı antene yakın ve diğer yapılardan ayrı olmalı.
- Bilgisayar ağı için yapısal kablolama çift blendajlı olmalı.

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum İzleme Sistemi - RMS

Konuşlandırma

- İzleme (monitoring) istasyonu yoğun yerleşim veya ticari veya endüstriyel bölgelerden uzak olmalı. Mevcut haliyle uygun olan bir arazinin etrafında zamanla oluşabilecek yapılaşmayı önlemek için, gerekenin birkaç katı arazi alıp, kullanılmayan araziye çiftçilere kiralamak bir çözüm olabilir.
- Etrafta yoğun yerleşim veya ticari veya endüstriyel bölge olmaması halinde, DF içeren VHF/UHF izleme istasyonu 40 dönüm yeterli olabilir.
- DF içeren HF izleme istasyonu için 100 dönüm gerekebilir.
- En az yaklaşılabilen mesafeler de göz önüne alındığında, civarda olmaması gereken yapı ve engebelerden uzakta bir HFDF istasyonu için 300 - 600 dönüm arazi gerekebilir.
- Metal çit kullanılması durumunda DF veya alan şiddeti ölçüm tesisine en az 200 m mesafe olmalı.
- Yer seçiminde, istasyonlara ulaşım, güvenlik ve personel için gerekli olan kolaylıklar da dikkate alınmalıdır.

farmafarm

RF SPEKTRUM YÖNETİMİ

TEŞEKKÜR EDERİM

Ruşen Eşref YAZGAN