



TV Beyaz Spektrum İletişimi: Temel Bilgiler ve Güncel Gelişmeler

Suzan Bayhan ve Fatih Alagöz
Boğaziçi Üniversitesi,
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Telematik Araştırma Merkezi (TAM)

<http://www.cmpe.boun.edu.tr/~bayhan/>



Kablosuz veri iletimi artıyor

- ❑ Her yıl kablosuz veri tüketimi bir önceki yılın 2-3 katı
- ❑ Dünya nüfusu: 6.5 milyar / 4 milyar mobil kullanıcı
- ❑ 2017: 7 milyar insan 7 trilyon kablosuz cihaz (*Wireless World Research Forum*)
- ❑ Cisco: 2009-2014 döneminde dünyadaki veri trafiği 39 kat artacak.
- ❑ Ericsson: 50 kat artış (2015)
- ❑ Vodafone Avrupa trafiğinde son 2 yılda %300 artış



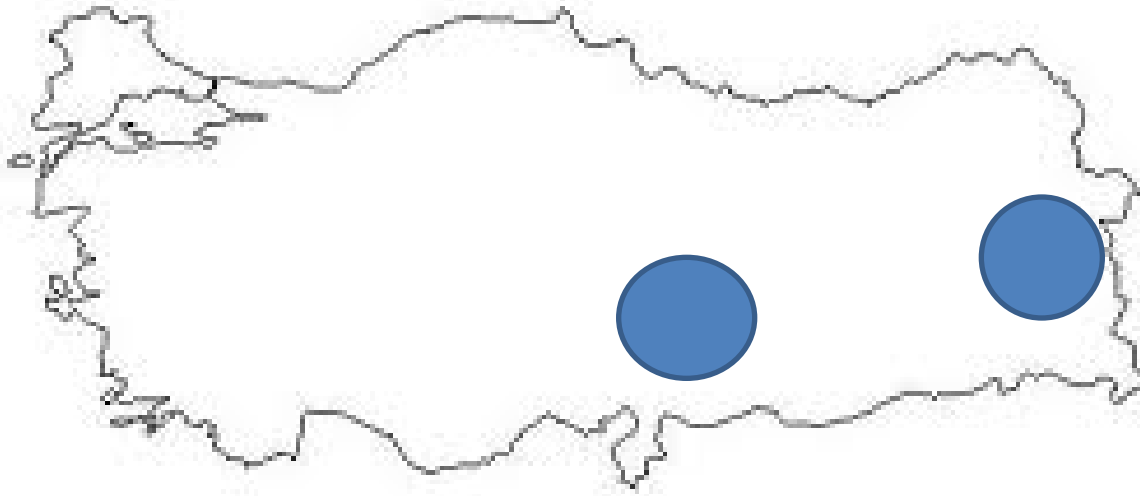
İçerik



- Spektrum Yönetim Mekanizmaları
 - ♪ Statik Spektrum Erişimi
 - ♪ Dinamik Spektrum Erişimi
- TV Beyaz Spektrum İletişimi
 - ♪ Şebeke yapısı
 - ♪ Dünyada, Avrupa'da ve Türkiye'de TVWS
- Özet

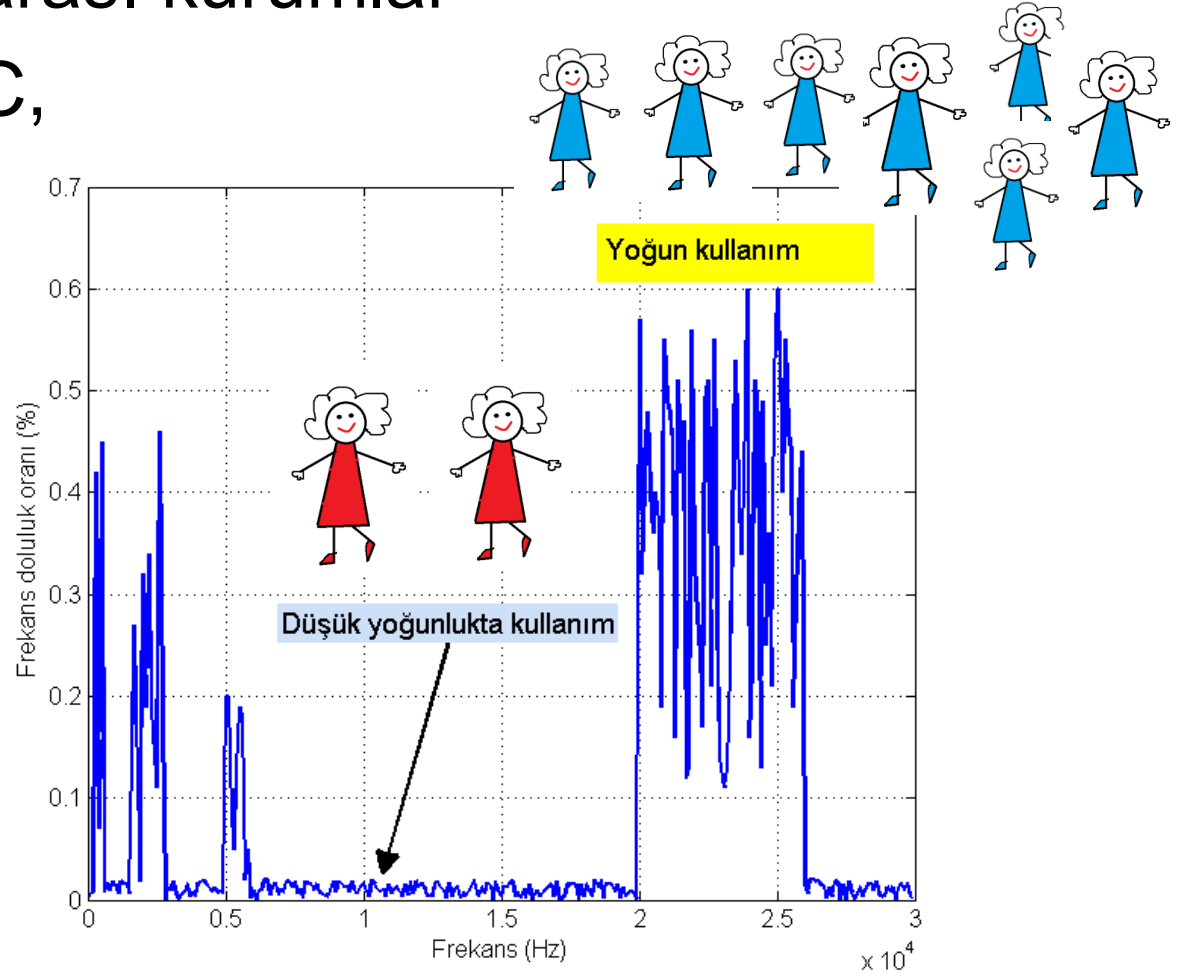
Spektrum Yönetim Mekanizmaları

- ❑ Problem: Enterferans
- ❑ Çözüm: Spektrum lisansları

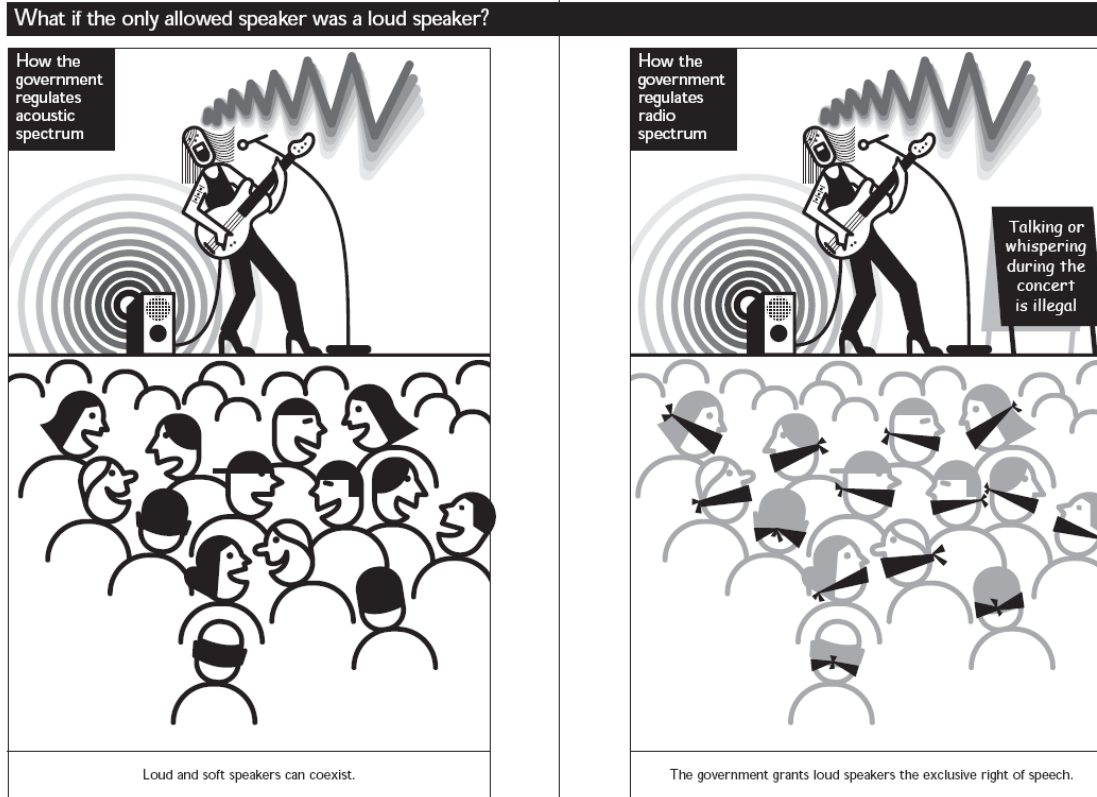


Statik Spektrum Erişimi

- Ulusal ve uluslararası kurumlar
- BTK, Ofcom, FCC,
- ITU-R, CEPT



Yeni Başlayanlar İçin Dinamik Spektrum Erişimi (DSE)



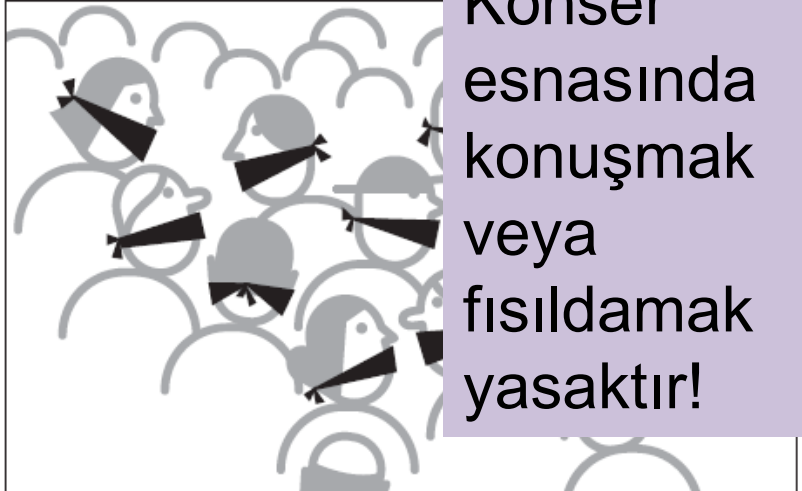
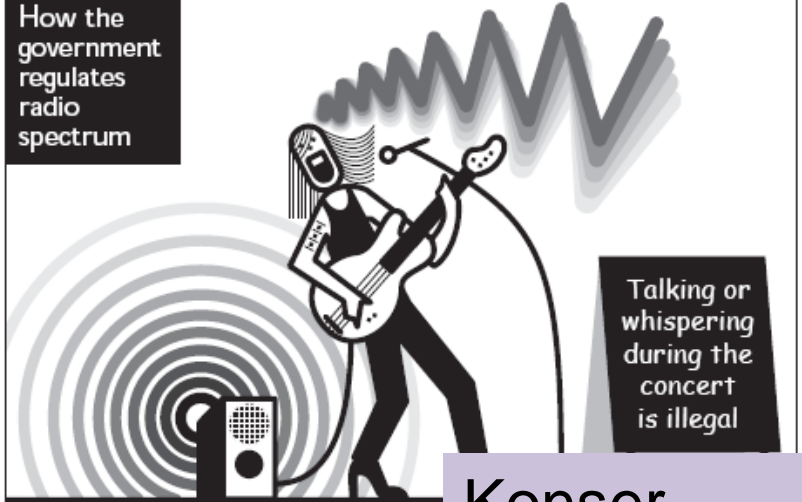
What if the only allowed speaker was a loud speaker?

How the government regulates acoustic spectrum



Loud and soft speakers can coexist.

How the government regulates radio spectrum



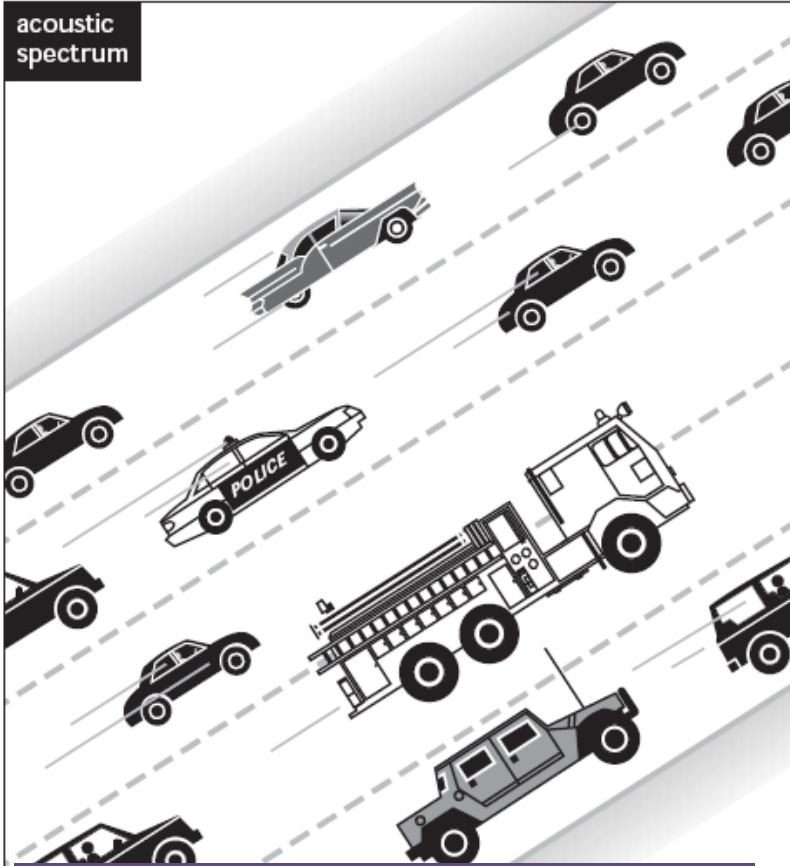
Konser esnasında konuşmak veya fısıldamak yasaktır!

Radyo spektrumu

What if the government regulated public roads the way

it regulates public airwaves?

acoustic
spectrum



**DİNAMİK
SPEKTRUM
ERİŞİMİ**

radio
spectrum



Nükleer felaket durumunda
askeri araçların kullanılmasına
ayrılmış. %99.9999 boş

ŞERH
ÇİŞTİRMEK YASAKTIR.

**STATİK
SPEKTRUM
ERİŞİMİ**

Temel Kavramlar

□ Birincil Kullanıcı (BK)

Lisanslı kullanıcı

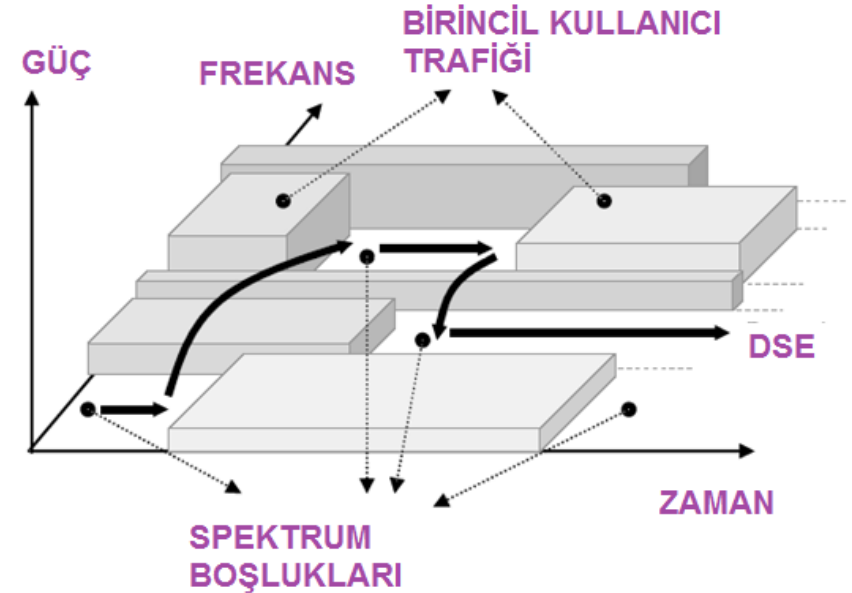
□ Spektrum Boşlukları

□ İkincil Kullanıcı (İK)

Lisanssız kullanıcı,

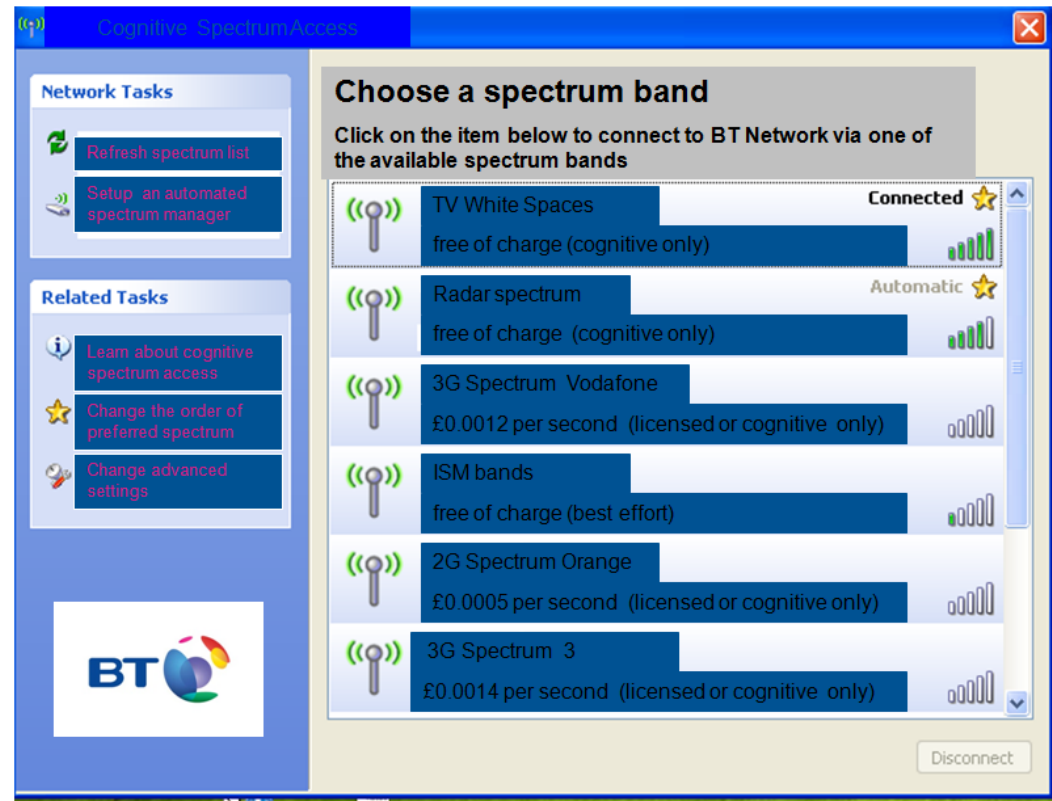
Bilişsel Radyo (BR,

Cognitive Radio, CR)



Ortak Olanların Trajedisi mi Komedisi mi?

- ❑ Kamusal bir kaynak olarak spektrum
- ❑ Wi-Fi gibi kolaylıkla kullanılacak diğer sistemler



The screenshot shows a software interface titled "Cognitive Spectrum Access". On the left, there are two sections: "Network Tasks" with buttons for "Refresh spectrum list" and "Setup an automated spectrum manager"; and "Related Tasks" with buttons for "Learn about cognitive spectrum access", "Change the order of preferred spectrum", and "Change advanced settings". Below these is the BT logo. The main area is titled "Choose a spectrum band" and contains a list of available bands with their respective status and pricing. The bands are:

Spectrum Band	Status	Price
TV White Spaces	Connected	free of charge (cognitive only)
Radar spectrum	Automatic	free of charge (cognitive only)
3G Spectrum Vodafone		£0.0012 per second (licensed or cognitive only)
ISM bands		free of charge (best effort)
2G Spectrum Orange		£0.0005 per second (licensed or cognitive only)
3G Spectrum 3		£0.0014 per second (licensed or cognitive only)

A "Disconnect" button is located at the bottom right of the interface.



İçerik

- Spektrum Yönetim Mekanizmaları
 - Statik Spektrum Erişimi
 - Dinamik Spektrum Erişimi
- **TV Beyaz Spektrum İletişimi**
 - Şebeke yapısı
 - Dünyada, Avrupa'da ve Türkiye'de TVWS
- Özet



TV Beyaz Spektrum İletişimi



- TV Beyaz Spektrumu: Dijital geçiş sonrası UHF/VHF bantlarındaki boşluklar (50-800 MHz)
- TV frekanslarındaki BR iletişimi



İngiltere'deki TV kanalları

Kanal,
Frekans
(MHz)

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
470-478	478-486	486-494	494-502	502-510	510-518	518-526	526-534	534-542	542-550	550-558	558-566
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
566-574	574-582	582-590	590-598	598-606	606-614	614-622	622-630	630-638	638-646	646-654	654-662
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
662-670	670-678	678-686	686-694	694-702	702-710	710-718	718-726	726-734	734-742	742-750	750-758
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
758-766	766-774	774-782	782-790	790-798	798-806	806-814	814-822	822-830	830-838	838-846	846-854
69											
854-862											

Kısmi boşluklar
 Tamamen boş alanlar
 PMSE

UK, % 50 150 MHz kısmi spektrum boşluğu (WLAN : 22 MHz * 3 ayırık kanal: 66 MHz)



Neden TV bantları?



- ❑ Düşük frekanslar (54 MHz-862 MHz TV Band)
- ❑ Geniş kapsama alanı (17 km to 30 km yarıçapında)
- ❑ Dijital geçiş ile oluşan potansiyel
- ❑ Birincil kullanıcılar genelde hareketsiz

Uygulamalar

- ❑ Kırsal alanda genişbant internet erişimi
- ❑ Düşük güç, telsiz Internet erişim noktası (hotspot)
- ❑ Uzaktan izleme sistemleri

Şebeke Mimarisi

TV yayını kulesi



BK göndericisi

BK alıcısı

Bilişsel TVWS Baz
İstasyonu

Düşük güç yayın yapan
kablosuz program
cihazları (PMSE)



Beyaz Boşluk Cihazları

WSD (white space device) veya TV Bandı Cihazları (TVBD)

Sabit TVBD

- Sabit lokasyon
- Jeolokasyon ve spektrum dinleme özellikleri

Hareketli/kişiselTVBD

- Kanal 21-51 (kanal 37 hariç)
- Mod I → spektrum dinleme yeteneği
- Mod II → spektrum dinleme yeteneği ve jeolokasyon

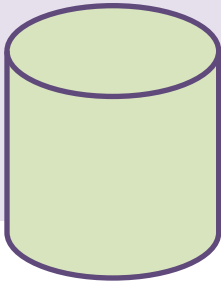


Birincil Kullanıcı Korunması



DTV, kablosuz mikrofonlar

Veritabanı



**Spektrum
Dinlemesi**

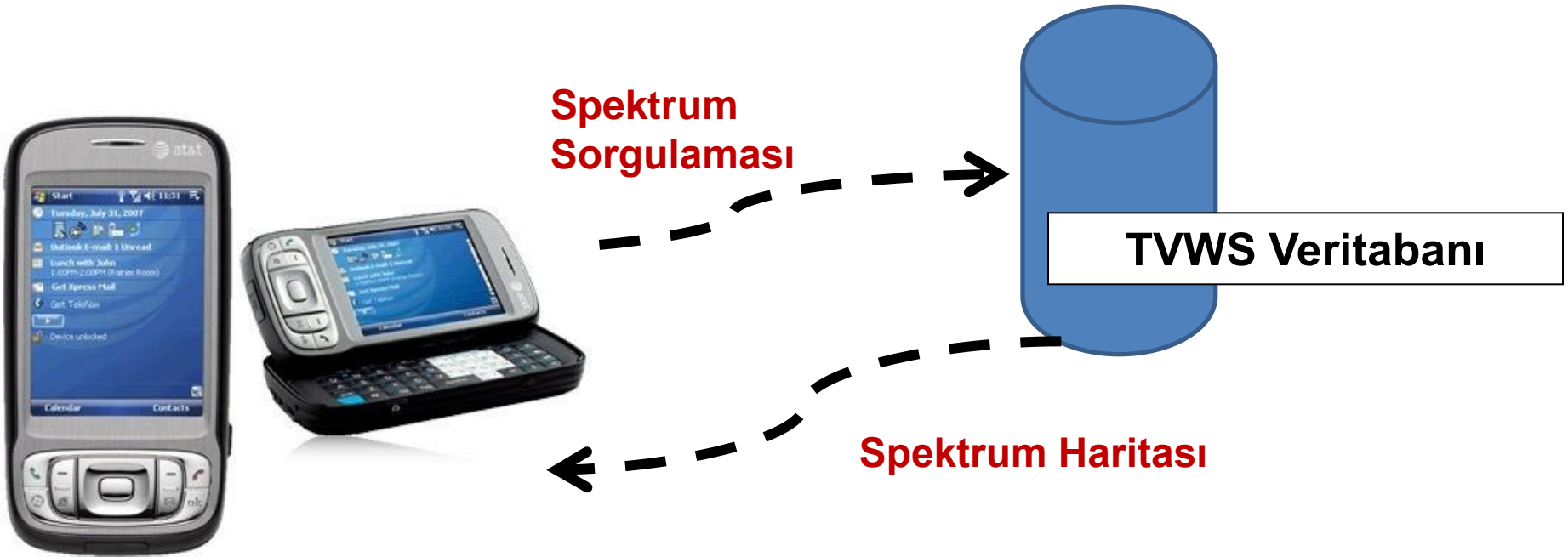




TV Cihazları Veritabanı

□ Amerika 2011, 9 firma 5 yıllığına DB yöneticisi

Google, Telcordia, Comsearch, Frequency Finder Inc., KB Enterprises LLC and LS Telcom, Key Bridge Global LLC, Neustar Inc., Spectrum Bridge Inc., WSdb LLC





Dünyada, Avrupa'da ve Türkiye'de TVWS

- Standartlar
- Deneme kurumları
- Dijital geçiş





IEEE 802.22 WRAN (Wireless Regional Area Network)



- Kasım 2004 - halen
- WiMAX benzeri protokol yapısı
- 33-100 km yarıçap
- 1.5 Mbps DL, 384 Kbps UL
- ~255 kullanıcı
- Kırsal alanda sabit kullanıcılara hizmet

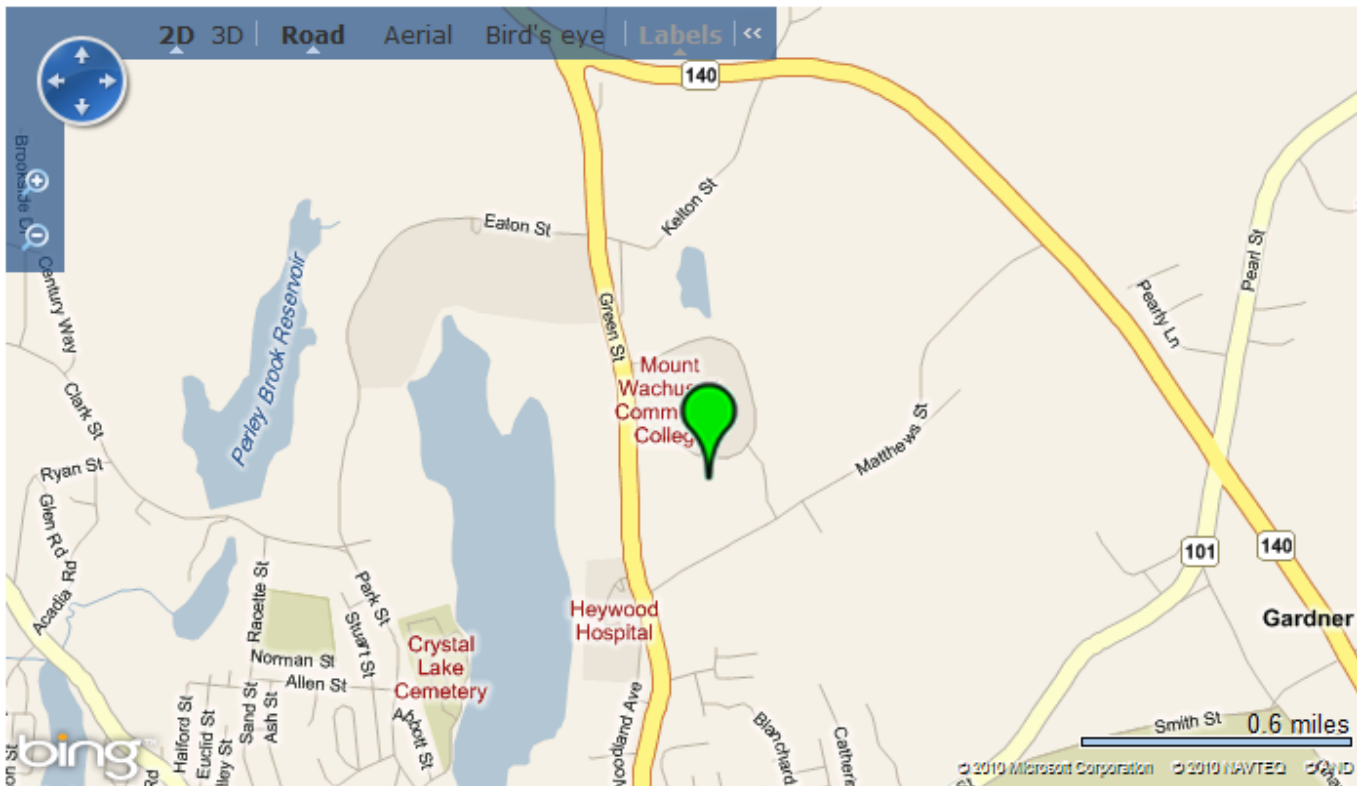


Deneme Ağıları

- Amerika kırsal alanda (dial-up ve uydu üzerinden internet)
- Amerika kent alanında
- Microsoft White-Fi

Beyaz Boşluklarımı Göster

<http://spectrumbridge.com/products-services/whitespaces/showmywhitespace.aspx>



Available Channels

Fixed TVBD < 3m

HAAT: 40.73 meters

 View Full Map

2	✓	19	✗	36	📡
3	✗	20	✗	37	✗
4	✗	21	📡	38	📡
5	✓	22	✗	39	✗
6	✓	23	✗	40	✗
7	✓	24	✗	41	✗
8	📡	25	✗	42	✗
9	✗	26	✗	43	✗
10	📡	27	✗	44	✗
11	✗	28	✗	45	✓
12	✗	29	✗	46	✗
13	✗	30	✗	47	✗
14	✗	31	✗	48	✗

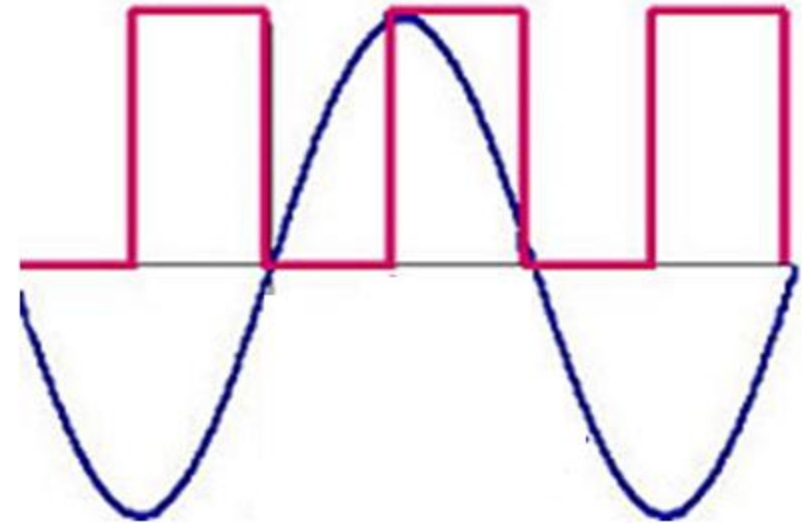
The table shows all the 6 MHz TV channels between channels 2 and 51 that are potentially available for secondary use by White Space radios (i.e. TV Band Devices or TVBDs).

Channel Map Legend



Dijital Geçiş

- ❑ İngiltere, Ofcom, 2012
- ❑ Amerika, FCC, Haziran 2009
- ❑ Avrupa, 2012
- ❑ Türkiye, 2014



İmaj in alındığı kaynak:
http://askbobrankin.com/analog_to_digital_tv_conversion.html



Türkiye

RTÜK Başkanı Akman:

"2009 yılı sonuna kadar tüm Türkiye sayısal yayına geçecek"

□ Sayısal Yayıncılık Paneli (8 Mayıs 2006)

Haberleşme Yüksek Kurulu'nun bu sistemin 2014 yılında hayata geçeceğini öngördüğünü bildiren Akman, "Evrensel Hizmet Fonu'ndan sağlanan kaynağa güvenerek, özel yayıncılar ve TRT'nin de desteğiyle 2009 yılı sonuna kadar tüm Türkiye dijital yayına geçecek. Bunun gerçekleşmesi için şu anda sıkıntı görünmüyor" diye konuştu.

http://www.rtuk.org.tr/sayfalar/IcerikGoster.aspx?icerik_id=af71a864-f8df-4389-b6ae-87fc4125ed62



Türkiye

6 Nisan 2010, Salı
Son Güncelleme 13:54

ANA SAYFA **Türkiye** Politika Yaşam Ekonomi Dünya Kültür Tartışma

başlık, haber metni gibi bilgiler ile [Detaylı Arama](#)
[Eski Sayılar](#)

ANA SAYFA > Türkiye

TV yayıncılığının anayasası değişiyor

06/04/2010 7:32

***Radyo ve TV yayıncılığında temel ilkeleri yeniden belirleyen taslak Bakanlar Kurulu'nun önüne geldi. Taslakta RTÜK'ün yetkileri artıyor, geliri 'kırpılıyor' *RTÜK, TRT'yi ve reyting ölçümlerini de denetleyecek. Yayın kuruluşlarında yabancı sermaye payı izni yüzde 25'ten yüzde 50'ye çıktı. Gizli reklama da onay verildi**

KARASAL, SAYISAL YAYIN İHALESİ BİR YIL İÇİNDE:

... Bir yıl içinde karasal sayısal yayın için frekans ihalesi yapılmasını, ihaleyi kazanan mevcut yayıncılardan bir kısmına sayısal yayının yanı sıra analog yayını sürdürme imkânı verilmesini, **üç yıl analog ve sayısal paralel yayın yapıldıktan sonra**, analog televizyon yayınlarına son verilmesini, analog televizyon yayınlarının kapatılmasından sonra radyo ihaleleri yapılmasını öngörüyor.



Özet



- ❑ Statik spektrum yönetim mekanizması artan iletişim ihtiyaçlarına cevap verememektedir.
- ❑ Dinamik Spektrum erişimi
- ❑ Analog-dijital geçişi ile boşalacak TV bantlarında önemli bir potansiyel mevcuttur.
- ❑ DSE ile TVWS teknolojisi gerçekleştirilerek artan iletişim için gerekli olan spektrum kaynağı sağlanabilir.



Kaynaklar

- ❑ <http://spectrumbridge.com/products-services/whitespaces/success-stories.aspx>
- ❑ Jianfeng Wang et.al. First Cognitive Radio Networking Standard for Personal/Portable Devices in TV White Spaces, DySPAN 2010.



Teşekkürler

İletişim:

Suzan Bayhan

bayhan@boun.edu.tr

www.cmpe.boun.edu.tr/~bayhan