

# HÜCRESEL TELEFON SİSTEMİ



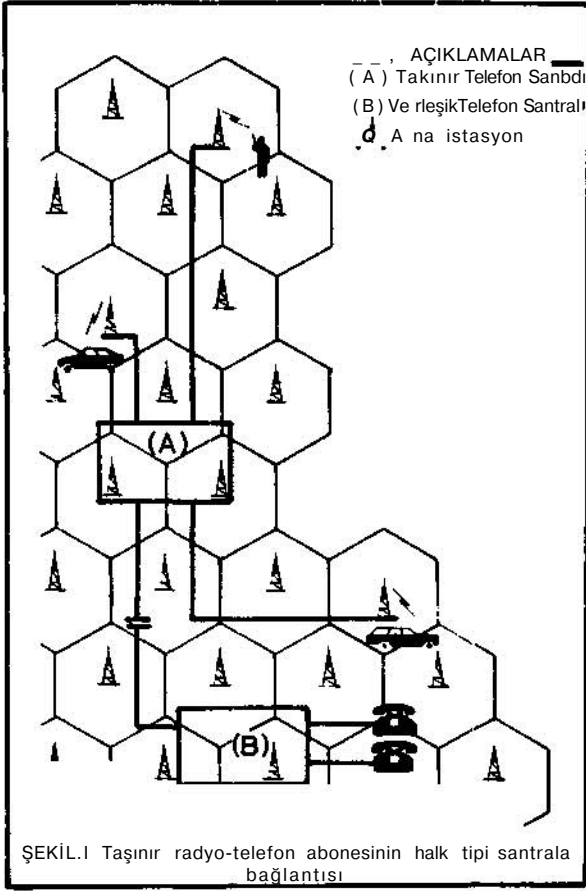
Selime ELMALI

İlk olarak 1947 yılında geliştirilen hücresel telefon sistemi, taşıtlarda telefon kullanımını olanaklı kılarak haberleşme alanına radyo haberleşmesinin değişik bir uygulaması olarak girdi. Türkiye'de ilk olarak 1987 yılında kullanılmaya başlanan hücresel telefon sisteminin uluslararası bir standartta kavuşması ile birlikte kullanımının artacağı ve tüm dünyadaki abone sayısının 2000 yılında 10 milyona ulaşacağı tahmin ediliyor.

Hücresel telefon sistemi, aynı frekansın, tanımlı alanlar içinde konuşma kanalı olarak birden fazla sayıda kullanılması ilkesine göre çalışır. Tekrar kullanılan frekansların birbirleriyle etkileşiminin önlenmesi aynı frekansın kullanıldığı alanların birbirlerinden yeteri kadar uzakta tanımlanmasıyla sağlanır. Sistem merkezi bir yapıya sahiptir ve başlıca dört bileşenden oluşur: Taşınır telefon santrali, ana istasyonlar, radyo kanalları ve abonelerin kullandığı taşınır radyo telefonlar. Taşınır telefon santrali bu yapının merkezi ve anahtarlama noktasıdır. Bu san-

tralin sorumlu olacağı alan ise trafik alanı olarak isimlendirilir ve tıpkı bir bal peteği gibi hücrelere bölünmüştür. Tüm trafik alanlarının bileşimi ise hücresel telefon ağını oluşturur. Her hücreye, bir alıcı-verici ile donatılmış ana istasyonlar yerleştirilir. Santralin hücrelerle haberleşmesi bu alıcı-vericilerle gerçekleşir. Olağan telefonlardan taşınır telefonların aranması ve tersi durum için taşınır telefon santrallerinin yerleşik santrallere de bağlantısı vardır (Şekil 1).

Radyo kanallarının ana istasyonlar arasındaki dağılımı verimlilik açısından önemli bir noktayı oluşturur. Toplam konuşma kanallarından belirli bir bölümü bir ana istasyona verilirken geriye kalan kanallar bu ana istasyona komşu olan diğer istasyonlar arasında dağıtılır. Ana istasyon vericilerinin çıkış gücünün düşük olması bu istasyona verilmiş bir kanalın (frekansın) buna komşu olmayan diğer ana istasyonlarda da tekrar tekrar kullanılabilmesini sağlar. Oluşturulacak ana istasyon ağı bölgenin



yüzeysel yapısına ve abone yoğunluğuna göre seçilir. Kırsal alanlarda yaklaşık 25 km yarıçapında büyük boyutlu hücreler oluşturmak olasıdır. Küçük hücre teknolojisi uygulandığı zaman ise ana istasyon vericisinin gücü ve anten yüksekliği istenilen kapsamdaki alanı oluşturacak şekilde ayarlanır. Şebekenin genişletilmesi, hücrelerin bölünmesi çoklu kanal kullanımı ve santral kapasitesinin artırılmasıyla sağlanır. Küçük hücre teknolojinin uygulanmasında hücre sayısının artmasıyla birlikte denetimin güçleşmesi ve işletim maliyetinin yükselmesi sınırlayıcı etkenlerdir.

### Oluşabilecek Çağrı Türleri

Taşınır telefon sisteminde her abone bir taşınır telefon santraline kayıtlıdır. Bir abone için kayıtlı olduğu santralin dışındaki santraller ziyaret edilen santral olarak isimlendirilir. Bu tanımlamaya göre aboneler ait oldukları santral alanında bulunuyorlarsa yerli abone, diğer santrallerin alanında bulunuyorlarsa ziyaretçi abone olmak üzere iki konumda bulunabilirler. Bir santralde yerli aboneye ait tüm bilgiler varken ziyaretçi aboneler için yalnızca yerli abonelere sağlanan servis düzeyini sağlayacak olan ve ziyaretçi abonenin ait olduğu santralden alınan geçici bilgiler vardır. Bir taşınır radyo-telefona yapılan çağrı -ki bu bir yerleşik santralden, ait olduğu taşınır tele-

fon santralinin diğer bir abonesinden ya da başka bir taşınır telefon santrali abonesinden gelebilir- ilk olarak ait olduğu santrale yönlendirilir. Santral sorumlu olduğu tüm ana istasyonlara çağrıyı iletir, abone hangi istasyon alanında ise çağrı o istasyona kilitlenir. Çağrının taşınır telefon santraline yönlendirilmesi işlemi farklı durumlar için şu şekilde gelişir:

- Çağrı yerleşik santrale bağlı normal bir telefondan yapılmışsa bu yerleşik santral tarafından aranan taşınır telefonun ait olduğu santrale yönlendirilir. Yönlendirme yerleşik santraller ve taşınır telefon santrali arasında varolan bağlantılar üzerinden yapılır.
- Aynı santralin abonesi olan diğer bir taşınır telefon tarafından yapılmışsa arayan abonenin o anda bulunduğu ana istasyon tarafından santrale yönlendirilir.
- Başka bir trafik alanında bulunan taşınır telefon tarafından yapılmışsa bu abonenin alanında bulunduğu ana istasyon aracılığıyla o trafik alanının taşınır telefon santraline bu santralden de üzerinden geçilmesi gereken yerleşik santrale yönlendirilir. Bu noktadan sonra işlem birinci durumdaki gibi devam eder.

Hücresel telefon sisteminde servisin sürekli olmasını sağlayan iki özel işlem vardır: Radyo-telefonun ait olduğu trafik alanı içindeki ana istasyon hücrelerinin birinden diğerine geçerken iletişimde kesinti olmaması ve bir trafik alanından diğer trafik alanına geçerken bu aboneye ait bilgilerin servisi aksatmayacak şekilde alanına girilen yeni santrale aktarılması. Bunlardan birinci durum "kayma" ikinci durum "gezinme" olarak isimlendirilir.

### Kayma:

Bir radyo-telefon hareket halinde iken sorumlu santral bu abonesini sürekli izler. Bir ana istasyona ait alan küçüldükçe konuşmakta olan radyo-telefonun bu alanın sınırına ulaşma olasılığı artar. Bu nedenden dolayı santral, sürmekte olan konuşmaları bir istasyondan diğerine aktarabilme yeteneğine sahiptir. Bir çağrı başladığı anda santral tarafından komşu istasyonlarda işaret seviyesi ölçümleri başlatılır. Bu istasyonlardan radyo-telefona gönderilip geri dönen işaretler santrale gönderilerek ölçümleri yapılır. Ölçüm sonuçlarına göre eğer başka bir ana istasyon daha nitelikli iletişim sağlıyorsa konuşma 300 ms sürelik bir kesintiyle bu istasyona aktarılır.

### Gezinme:

Daha önce her taşınır telefon abonesinin bir santrale kayıtlı olduğunu söylemiştik. Bir abone ait olduğu santralin alanından başka bir santralin alanına hareket ettiği zaman radyo-telefon aracı bunun farkına varır ve ziyaret edilen santralle haberleşerek trafik alan bilgisini yeniler. Ziyaret edilen santral abonenin ait olduğu santrali arayarak abonesinin kendi alanına girdiğini bildirir. Abonenin kendi santrali bu abonesiyle ilgili gerekli bilgileri ziyaret edilen santrale bildirir ve abonesinin durum bilgisini yeniler. Artık bu aboneye gelen çağrıların tümü ziyaret edilen santrale yönlendirilecek, abonenin yapacağı çağrılar da ziyaret edilen santral tarafından denetlenip gerçekleştirilecektir. Ancak bu geçiş sırasında sürmekte olan bir konuşma kesintiye uğrar.

Bu iki olay süresince gerçekleşen işlemler kullanıcı etki-si gerektirmeksizin santral tarafından yapılır. Ancak haberleşme niteliğinin yüksek olması bu iki olayın olabileceğine az oluşmasına bağlıdır. Çünkü yeryüzü koşulları ve istasyonlara verilen konuşma kanalı sayısının yetersiz olması bu geçişler sırasında kesintiye yol açabilmektedir. Gezinmenin az olması santralin sorumlu olduğu alanın geniş olmasına bağlıdır. Ancak bu durumda alandaki istasyon sayısı artacaktır. Santralin bir abonesine gelen çağırını kendisine bağlı tüm ana istasyonlara gönderdiğini daha önce belirtmiştik. İstasyon sayısının artması bu işleymden dolayı santralin yükünü artıracığından böyle bir çözüm başka sorunlar yaratacaktır.

## Veri İletişiminde Kullanımı ve Sorunlar

Taşınır radyo-telefonların yaygınlaşmasıyla birlikte, aynı yolla veri iletişiminin de gerçekleşmesi güncel bir konu oldu. Aboneler araçlarına bağlayacakları modem ve uçlarla teleks, faks, veri tabanı gibi ses dışı haberleşmeyi de gerçekleştirebilecekler. Bir hücresel ağın üzerinden sağlanan veri iletimi bilgi bozulmasıyla ilgili bazı sorunlarla karşılaşılıyor. Sorunlardan birisi, hücreden hücreye geçiş sırasında oluşan yaklaşık 300 ms kesinti ki bu bir konuşma süresince hücre boyutuna ve yüzey durumuna bağlı olarak 2-4 kez oluşur. Bu kesinti ses iletişimde fark edilmemesine rağmen özellikle yüksek frekanslarda gerçekleştirilen veri iletiminde, önemli ölçüde veri kaybına neden oluyor. Diğer bir sorunsu, radyo işaretlerinin bir noktadan diğer bir noktaya yalnızca bir yoldan gitmeyip binalardan vb.den oluşan yansımalarla birkaç yoldan gitmesi ve bu işaretlerin alıcıya ulaştığı zaman girişimde bulunarak işaret bozulmasına neden olması, daha da ötesi veri kaybına neden olmasındır. Bu sorunlar modemlerin hata düzeltme özelliklerinin gelişmesiyle çözülebilir. Bu konuda önerilen çözümlerden biri radyo-telefon aracı üzerine, yerleşik santral ve taşınır telefon santrali arasında uyumlayıcı görevi yapacak bir arabirim koymak. Diğer bir öneri de özel bir hücresel iletişim protokolü ve bu protokolle çalışacak araçlarla sorunu çözmek.

## Standart Çalışmaları

Şu anda dünya üzerinde örneksel (analog) çalışan yedi tür hücresel sistem bulunuyor (Tablo 1). Bunlardan

Standart	AMPS	TACS	Mtft	HCMTS
Frekans Bantı	800 Mhz	900 MHz	450 MHz	900 MHz
Kanal Sayısı	666	1000	200	1000
Tepe (peak) Sapma	12kHz	9,5 kHz	5kHz	5kHz
Kontrol Kanalları	21	21	değişken	1
Kanal Genişliği	30 kHz	25 kHz	25 kHz	25 kHz
İşaretleşme Hızı	10kbps	8kbps	1,2kbps	300 bps
İlk Uygulama	1979	1985	1981	1979

Tablo 1 Hücresel Sistemde Kullanılan Standartlar

AMPS Kuzey Amerika ve Kanada'da, TACS İngiltere'de, NMT Hollanda, Lüksemburg, Belçika, İspanya, Tunus, Umman, Suudi Arabistan, Malezya, Tayland, Endonezya, İskandinav Ülkeleri ve Türkiye'de kullanılıyor. Ancak bir abonenin tüm bir anakara üzerinde dolaşımına olanak veren uluslararası bir standart kabul edilmiş değil. Varolan sistemlerin ilerde artacak abone sayısını karşılayamayacağı sonucu ve ISDN (sayısal tümleşik hizmetler ağı) uyumlu veri hizmetlerine olan istemin artması, ikinci

kuşak bir sayısal hücresel ağın oluşturulmasını gerekli duruma getirdi ve bu konuda uluslararası standart tartışması gündeme geldi. Bu amaçla, Avrupa PTT'ler Konferansı (CEPT) Avrupa ülkelerinde geçerli olacak standart çalışmalarını gerçekleştirmek için GSM (Group Service Mobile) komitesini 1982 yılında kurdu. Oluşturulan komitenin amaçları şunlardı:

- katılan tüm Avrupa ülkelerinde çalışabilecek taşınır radyo-telefon
- gelişmiş veri hizmetleri
- (kullanılan frekans bandında) yüksek spektrum verimliliği
- elle taşınır boyutta radyo-telefon

CEPT GSM komitesi, çalışmalarını 1988 Haziran'ında son belirlemeleri yapıp 1991'de uygulamaya geçecek şekilde planlıyor. İkinci kuşak hücresel radyoda kullanılacak frekans kanallarını ise 1990'a kadar belirlemeyi hedefliyor. Bunun nedeni ise Fransa'nın 1991'de, İngiltere ve Federal Almanya'nın da 1992'de varolan kanal kapasitelerini aşacaklarını tahmin etmeleri.

Birinci kuşak hücresel radyo sisteminde konuşma bilgileri sürekli dalga şeklinde iletilir. Bir abone, konuşması süresince bir kanalı meşgul eder. Sayısal radyo sisteminde ise ses bilgileri iletimden önce sayısal olarak kodlanır ve kullanıcı kanalı belirli süreler için meşgul eder. Bu süre de bir bilgi demetinin (burst) iletimine gerekli olan süredir. Bu konuda GSM iki tür sss kodlaması üzerinde çalışmaktadır: Birincisi alt-bant kodlaması ki burda örneksel konuşma bantı belirli isayıda alt frekans bantlarına bölünmüştür. Her alt-bantta tahmin edilen konuşma enerjisi sayısal diziler şeklinde kodlanır. Bu dizilerin alımından sonra ise kod çözümleyici her alt-banttaki işareti yeniden oluşturur. İkinci tür ise konuşma seslerinin bağıntısal yazımına dayanan tahminsel kodlamadır. Radyo kullanımında verimliliğin artırılması için de zaman bölümlü çoklu giriş (TDMA - Time Division Multiple Access) yöntemi öneriliyor. Bu yöntemde bant girişi belirli bir zaman dizisiyle kontrol ediliyor. Vericinin gönderdiği işaretin yansımadan dolayı birkaç yoldan gitmesinden kaynaklanan girişim sorununun çözümü için iki tür TDMA denendi. Darbantlı TDMA'da bant genişliği 10 kanal için 250 kHz iken genişbantlı TDMA'da 63 kanal için 4,5 MHz kullanılıyor. Çıkan sonuçlara göre genişbantlı TDMA yüksek riskli ve az karlı görünürken darbantlı TDMA düşük riskli ve birçok yönden daha yararlı görünüyor. Sayısal teknolojiye geçildiğinde alış ve veri bilgileri demetleri değişik anlarda geleceğinden bunların ayrıştırılması gibi bir sorun olmayacak ve bu amaçla kullanılan süzgeç devresinin radyo-telefon aracından çıkarılabilecek. Böylece abonenin kullandığı radyo-telefonun boyutları da örneksel kısım ortadan kalktığı için oldukça küçülecek öyle ki abone aracını cebinde bile taşıyabilecek. Ayrıca darbantlı TDMA kullanıldığında genişbantlı TDMA'nın tersine yüksek verici gücü de gerekmeyecek ve ana istasyon maliyeti düştüğü gibi kapasite yükselecek. Taşıyıcı bant dar tutulduğu zaman ülkelerin halen kullandıkları frekans planlarına uyum da kolaylaşacak. Sonuç olarak GSM hedefini Darbantlı TDMA Avrupa Standardı olarak belirlemiş oldu.