

# GEZGİN BİLGİ İŞLEM

İbrahim Körpeoğlu  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
Bilkent Üniversitesi  
0600 Bilkent, Ankara

Gezgin bilgi işlem, hareketli bilgisayar ve aygıt kullanıcılarına, Internet gibi ağların servislerine ve diğer bilgi işlem servislerine her yerden ve her zaman ulaşma ve onları kullanma olanağı veren teknolojilerin genel adıdır. Hareketli bilgisayar ve aygıtlar tarafından bilgiye ulaşım, statik aygıtların bilgiye ulaşımından farklı olan yeni problemler içermektedir: sınırlı özkaynaklar (işlemci hızı, bellek ve sabit disk kapasitesi, enerji kaynağı kapasitesi), kablosuz erişim kanallarının kablolulara göre daha düşük veri aktarım hızına sahip olmaları, kablosuz bağlantıların değişken ve düşük kaliteye sahip olması, veri ve iletişim güvenliğinin daha zor olması, çok daha fazla güvenlik risklerine ve saldırılarına açık olması, adreslemenin ve bulunduğu yeri izlemenin çok daha zor olması gibi. Gezgin bilgi işlemi sağlayan yeni donanım ve ağ teknolojilerine gereksinim olduğu gibi, yazılım konusunda da yeniliklere ve yeni yaklaşımlara gereksinim vardır. Örneğin, bu tür yazılımlar geliştirilirken, aygıtların sınırlı özkaynaklara ve düşük çözünürlükteki ekranlara sahip olduğu, ve enerji kullanımının en verimli hale getirilmesi gereken en kritik darboğazlardan biri olduğu düşünölmek zorundadır.

## 1. Gezgin bilgi işleme olanak sağlayan teknolojiler

1990lı yılların başında mümkün olacağı düşünölmeye başlanan gezgin bilgi işlem kavramlarının (Weiser'91) geliştirilebilmesine olanak sağlayan teknolojileri iki kısımda inceleyebiliriz: kablosuz ağ teknolojileri ve taşınabilir donanım teknolojileri. Bu iki alandaki gelişmelere aşağıda kısaca bir göz atacağız.

### 1.1. Kablosuz Ağ Teknolojileri

Gezgin kullanıcı ve aygıtlar, ancak kablosuz erişim ağı teknolojileri kullanarak Internet ve benzeri ağlardaki sunuculara, servislere ve kaynaklara, esnek ve zahmetsizce ulaşabilirler. Kablosuz bir erişim ağı kullanmadan bu kaynaklara hareketli olarak ve her yerden ve her zaman ulaşmak mümkün olmayabilir. 1990lı yıllar kablosuz ağ teknolojilerinde büyük gelişmelere sahne olmuştur ve bu gelişmeler gezgin bilgi işlem kavramlarının ortaya çıkmasında en büyük etkenlerden biridir. Gelişmeler sadece ses ileten kablosuz ağ teknolojilerinde değil (örneğin CDMA ve GSM), aynı zamanda veri ileten teknolojilerde de olmuştur, ki asıl bu ikinci alandaki gelişmeler gezgin bilgi işlemi doğrudan destekleyen teknolojilerdir. Bu teknolojileri şu gruplarda sınıflandırabiliriz (Rappaport'02):

- Geniş Alanlı Kablosuz Veri Ağları
- Yerel ve Kişisel Kablosuz Veri Ağları
- 2. Kuşak Hücrel Gezgin Telefon Ağları
- 2.5 Kuşak Hücrel Gezgin Telefon Ağları
- 3. Kuşak Hücrel Gezgin Telefon Ağları
- Uydu Ağları

## Geniş Alanlı Kablosuz Veri Ağları

Bu ağların çoğu paket anahtarlamalı ağlardır. Bu ağlar tamamen veri iletişimi için kullanılırlar (bir istisna olarak CDPD analog AMPS hücreli gezgin telefon ağlarındaki kullanılmayan ses kanalları üzerinden veri aktarımını gerçekleştirir). Bir çoğu ABD’de aktif olarak kullanılmakta olan bu ağların benzeri işlevlerini, ilk olarak Avrupa’da geliştirilen GPRS ağları gerçekleştirmektedir. Tablo 1, bu ağlardan bazılarının özellikleri hakkında bilgi vermektedir.

## Yerel Kablosuz Ağ Teknolojileri

Bu sınıftaki kablosuz ağ teknolojilerinin temel amacı veri aktarımıdır. Bir önceki bölümde bahsettiğimiz teknolojilerden temel farkları, daha yüksek veri aktarım hızına ve daha dar kapasite alanına sahip olmaları, ve daha az enerji harcamalarıdır. Bu sınıftaki en popüler teknolojiler IEEE 802.11 ve Bluetooth teknolojileridir. Bu teknolojilere ait ürünler, 2002 yılı itibarı ile ülkemizde pazarlanmaya başlanmıştır. Bu alandaki diğer teknolojiler, HiperLAN ve HomeRF gibi teknolojilerdir. Bu sınıftaki teknolojilerin özelliklerinin bazıları Tablo 2’de verilmiştir.

	<i>CDPD</i>	<i>Mobitex (RAM Mobile)</i>	<i>ARDIS</i>	<i>Metricom</i>
Veri Aktarım Hızı	19.2 Kbps	8 Kbps	4.8 Kbps	~176 Kbps
Modülasyon (kipleme) Tekniği	GMSK	GMSK	GMSK	GMSK
Frekans Bandı	~800 MHz	~900 MHz	~800 MHz	~915 MHz
Kanal Band Genişliği	30 KHz	12.5 KHz	15 KHz	160 KHz
Çoklu Erişim Tekniği	Boş AMPS kanalları	Dilimli Aloha CSMA		Frekans Hoplama
Çıkış Gücü Gereksinimi			40 W	1 W

**Tablo 1:** Bazı geniş alanlı kablosuz veri ağları ve özellikleri

	<i>IEEE 802.11b</i>	<i>IEEE 802.11a</i>	<i>HiperLAN/2</i>	<i>Bluetooth</i>	<i>HomeRF</i>
Veri Aktarım Hızı	5.5-11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	1 Mbps	1.6 Mbps
Kapsama Alanı	~100m	~100m	~50m	~10m	~50m
Frekans Bandı	2.4 GHz	5 GHz	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz
Çoklu Erişim Metodu	CSMA/CA	CSMA/CA	Dinamik TDMA	TDMA	TDMA ve CSMA/CA
Spektrum Kullanma Tekniği	DSSS	OFDM	OFDM	FHSS	FHSS
Çıkış Gücü Gereksinimi	> 17 mW	< 50 mW, < 250 mW, ya da < 1 W	< 200 mW ya da < 1W	1 mW	< 250 mW

**Tablo 2:** Bazı yerel kablosuz ağ teknolojileri ve özellikleri.

## Uydu ağları

Uydu ağları genellikle hem ses, hem de veri aktarımı için kullanılır. Çok geniş kapsama alanları vardır. Bazı uydu sistemlerinin kapsama alanı tüm dünya yüzeyidir. Uydu ağları, kırsal alanlarda, dağlık bölgelerde ve denizlerde iletişim sağlamakta çok yararlıdır. Fakat diğer kablosuz ağlara göre maliyetleri çok daha yüksektir. Uydu sistemleri genelde üç sınıfta ele alınabilir:

- Dünya yüzeyine yakın yörüngelere (Low Earth Orbit - LEO) oturmuş sistemler: Bu tip sistemler yaklaşık 10 ilâ 100 uydudan oluşurlar. Yüksek kullanıcı kapasitesine (kullanıcı-sayısı/sistem) sahiptirler ve bu ağlardaki paket gecikmesi diğer uydu ağlarına göre daha düşüktür.
- Dünya yüzeyine orta uzaklıkta yörüngelere oturmuş (Medium Earth Orbit –MEO-) sistemler.
- Dünyanın kendi eksenini etrafındaki dönme hızı ile aynı hızda dolaşan, dolayısıyla dünya yüzeyine göre sabit bir noktada yörüngeye oturmuş yerdurağan sistemler (Geosynchronous Earth Orbit – GEO - ). Bu uydular dünya yüzeyinden yaklaşık 36 bin kilometre yüksekte yörüngeye oturmuştur ve kapsama alanı en geniş uydurlardır. Fakat aynı zamanda en pahalı

uydu sistemleri de bunlardır. Diğer uydu sistemlerine göre kullanıcı kapasiteleri düşük, sebep oldukları paket gecikmesi de yüksektir (~500 ms). Bu tür bir uydu ağı bir kaç tane uydudan oluşur.

## **Hücrel Karasal Mobil Telefon Ağları**

Bu ağların ilk kuşakları özellikle ses iletişimi amacı ile geliştirilmiş olmalarına rağmen, yeni kuşak teknolojilerin amacı, hem ses, hem veri, hem de görüntü aktarımı yapabilen daha kapsamlı ve tümleşik ağlar olmaktır. Bu ağlar hücrel bir yapıya sahiptirler. Her bir hücrede baz istasyonu adı verilen ve kablosuz kanallarla kablolulu statik ağlar arasındaki bağlantıyı gerçekleştiren yapılar mevcuttur. Her bir hücrenin kapsama alanı yaklaşık 1 ilâ 10 km arasındadır. Bu sistemleri kullanan mobil aygıtlar (ki bunlar genellikle günlük hayatımızda sıkça kullandığımız cep telefonlardır), kablosuz yerel ağ aygıtlarına göre çok daha fazla çıkış gücü gereksinimine ihtiyaç duyarlar (yaklaşık 250 mW ilâ 2W arası). Yüksek çıkış gücü gereksiniminin başlıca sebebi kapsama alanının yerel ağlara göre çok daha geniş olmasıdır. Bu ağlar kendi başlarına olmayıp, karasal kamusal telefon ağıyla (PSTN) da bütünleşmişlerdir. Bu ağlardaki kullanıcılar, saydam olarak hücreler arası dolaşabilir (seamless roaming) ve bu dolaşımdan aktif ses ve veri bağlantıları etkilenmez. Bu sistemleri kullanan el aygıtları oldukça karmaşık yapıdadır. Bu ağları kullanan abone sayısı çok hızlı biçimde artmıştır. Abone sayısı 1992 yılında 23 milyon iken, bu sayı 2001 yılında 781 milyona ulaşmıştır.

Bu ağlar genel olarak 4 sınıfta incelenebilir:

- *1. kuşak analog sistemler:* Bu sistemler analog modülasyon tekniği kullanır ve sadece ses taşıma amacıyla geliştirilmişlerdir. Bu sistemlere bir örnek olarak A.B.D.'deki AMPS (Advanced Mobile Phone System) sistemini verebiliriz. Bu teknolojiler genellikle frekans bölümlü çoklu erişim yöntemi (FDMA) ve FM (frequency modulation) kipleme tekniği kullanır.
- *2. kuşak sayısal sistemler:* Bu sistemlerin, 1. kuşak sistemlerden en büyük farkları, sayısal kipleme (modülasyon) teknikleri kullanmalarındadır. Temel olarak ses trafiği taşımak amacı doğrultusunda geliştirilmişlerdir. Modem aygıtları kullanarak en fazla 9.6 Kbps aktarım hızı ile veri aktarabilmeyi mümkün kılarlar. Aynı zamanda, kısa mesaj servisi (SMS) adı verilen çevrimdışı veri aktarımını da desteklerler. Kullandıkları çoklu erişim yöntemleri genellikle zaman-bölümlü çoklu-erişim (TDMA) ve kod-bölümlü çoklu-erişim (CDMA) yöntemleridir. Bu sistemlerin en yaygın olanları, TDMA tabanlı ve ilk olarak Avrupa'da kullanılan GSM (Global System for Mobile), ve CDMA (Code Division Multiple Access) tabanlı ve ilk olarak A.B.D de kullanılan IS-95'dir (Interim Standard 95).
- *2.5 kuşak sayısal ses ve veri sistemleri:* Bu sistemlerin temel tasarım amacı, ses trafiği yanısıra, düşük aktarım hızıyla veri trafiği taşımaktır. En yaygın olanları, GSM üzerine geliştirilmiş olan GPRS (General Packet Radio Service) ve EDGE (Enhanced Data-rates for GSM), ve IS-95 üzerine geliştirilmiş olan IS-95B'dir. GPRS, bir kanal üzerinden 171.2 Kbps'a kadar, EDGE 384 Kbps'a kadar, IS-95B ise 64 Kbps'a kadar veri aktarım hızı sağlayabilir.
- *3. kuşak sistemler:* Bu kablosuz ağların temel tasarım amacı, sesin yanısıra yüksek hızda veri aktarımını yapabilmektir. Aynı zamanda çokluortam (multimedia) uygulamalarının da

altyapısı olmayı hedefler. Bu teknolojiler, ikinci kuşak GSM ve CDMA teknolojilerinin üzerine geliştirilmiştir. GSM, W-CDMA 3. kuşak sistemine, CDMA (IS-95) ise CDMA2000 3. kuşak sistemine gelişmiştir. W-CDMA'nın bir diğer adı UMTS'dir (Universal Mobile Telecommunications System). Bu teknolojilerin pilot uygulamaları bazı ülkelerde gerçekleştirilmiştir. CDMA2000, maksimum 2.4 Mbps veri aktarım hızına, W-CDMA ise maksimum 2.048 Mbps veri aktarım hızına ulaşabilmektedir. Gelecek W-CDMA sistemlerinin 8 Mbps veri aktarım hızına ulaşabilmesi planlanmaktadır. Bu teknolojilerin, Türkiye de dahil, dünya üzerinde yaygın olarak kullanılmalarının, 2010-2015 yıllarına kadar gerçekleşeceği düşünülmektedir.

## 1.2. Mobil Aygıtlar

Yine 1990lı yıllar, mobil bilgisayar ve aygıtlarda da çok hızlı gelişmelere sahne olmuştur. Bu gelişmelerin sonunda, defter ve cep bilgisayarlar ve mobil telefon aygıtları günlük yaşantımızın vazgeçilmez parçaları haline gelmiştir. Bu aygıtlar, herhangi bir yerden, herhangi bir zamanda bilgi işlem yapılabilmesine ve Internet gibi ağların servislerine kolaylıkla ulaşılabilmesine olanak sağlamıştır. Bu aygıtları şu gruplarda inceleyebiliriz:

- *Defter ve dizüstü bilgisayarlar:* Bu bilgisayarlar, mobil yaşama geçiş sürecinin ilk bilgisayarlarıdır. Bu bilgisayarlar bir masaüstü bilgisayar kadar işlem gücüne ve bellek sığasına sahiptir. En büyük sakıncaları enerji beslemesi olmadan kullanıldıklarında pil ömürlerinin ortalama bir-kaç saat olmasıdır. Pil teknolojisi, bellek ve işlemci teknolojilerine göre çok daha yavaş gelişmektedir. İşlemcilerin hızı ortalama 1.5 yılda iki katına çıkarken, pillerin yaşam süresi ortalama 35 yılda ancak iki katına çıkabilmiştir. Yine masaüstü bilgisayarlardan farklı olarak bu bilgisayarlar düz ekran kullanmaktadır. Ekran büyüklükleri ve kaliteleri masaüstü bilgisayarlarda çalışan her programı kolaylıkla çalıştırmak için yeterlidir.
- *Cep bilgisayarlar:* Bu bilgisayarlar, ilk olarak PDA (personal digital assistant –elektronik ajanda) vazifesi görmek amacı ile geliştirilmişlerdir. Bellek kapasiteleri, işlemci hızları, sabit disk kapasiteleri, defter ve masaüstü bilgisayarlara göre düşük olmakla birlikte, bir çok yazılımı çalıştıracak kadar gelişmişlerdir. Cepte taşınabilecek kadar küçük yapıya sahip olmalarından dolayı, mobil bilgi işlem uygulamalarında en çok kullanılan aygıtlardandır. Bu aygıtların en büyük sınırlamaları, pille çalışıyor olmaları, küçük bir LCD ekrana sahip olmaları ve özkaynaklarının normal kişisel bilgisayarlara göre çok daha sınırlı olmasıdır. Defter ve masaüstü bilgisayarları aynı işletim sistemlerini kullanabilmelerine karşın, cep bilgisayarları kendilerine özel gömülü işletim sistemleri kullanmaktadır. Bu işletim sistemlerinin en popüler olanları PalmOS, WinCE ve PocketPC OS'dir. Bu aygıtlar için geliştirilen işletim sistemleri, kullanıcı arayüzü (GUI) konusunda oldukça gelişmiştir.
- *Mobil telefonlar:* 1990lı yıllar yine mobil telefonlar için patlama derecesinde bir kullanıma sahne olmuştur. İlk telefonlar sadece ses ve kısa mesaj iletebilmelerine karşın, günümüzün modern cep telefonları ses ve kısa mesajın yanı sıra, resimli mesaj ve görüntü de iletebilmekte ve aynı zamanda elektronik ajanda görevi de yapabilmektedir. Bu şekilde, cep telefonu ve cep bilgisayarı işlevleri aynı donanım üzerinde birleştirilmiştir. Bu telefonlar Java gibi programlama dilleri ile programlanabilmekte, ve GPRS gibi kablosuz ağ teknolojileri ile de Internet'e kolaylıkla bağlanabilmektedir. Bu nedendir ki bu tip aygıtlar, mobil bilgi işlemin günümüzdeki ve gelecekteki vazgeçilmez unsurları olmaya adaydır.

## 2. Gezgin Bilgi İşlemi Gerçekleştirmenin Zorlukları

Gezgin bilgi işlem, sabit öğeler kullanan bilgi işleme göre gerçekleştirilmesi daha güçtür ve yeni problemleri beraberinde getirmektedir (Forman'94). Bu problemler şu kategorilerde sınıflandırılabilir:

1. *Kablosuz ağ bağlantılarının getirdiği problemler:* Normal kablolu ağlar, kablosuz ağlara göre çok daha güvenli, yüksek kapasiteli ve uzun mesafelidir. Kablosuz teknolojilerle bağlanan bir gezgin sistem, her an bağlantı kopukluklarına, düşük kapasiteli bağlantılara, yüksek hata oranlarına karşı hazır olmak ve bunlarla mücadele etmek durumundadır. Yine kablosuz ağ kanallarını, yabancı bir sistem ya da aygıtın dinlemesi çok daha kolaydır. Bu yüzden veri aktarımının güvenliği çok daha önemlidir.
2. *Yer değiştirirliğin getirdiği problemler:* İnternet gibi ağlara bağlı iken yer değiştirmek bir çok problemi de beraberinde getirmektedir. Bunların en önemlisi, gezgin kullanıcıların yerlerinin saptanması, izlenmesi ve veri paketlerinin o anki bağlantı noktasına etkin bir biçimde gönderilmesidir. Statik İnternet mimarisi, yer değiştiren kullanıcıları gözönünde bulundurmamış, kullanıcı aygıt adresleri ve isimleri tek bir IP (İnternet Protocol - İnternet Protokolü) adresi ile eşlenik tutulmuştur. Gezgin bir ağda ise aygıtların adresleri ve isimleri birbirinden ayrı olmak zorundadır, çünkü adres yer değiştirdikçe değişmekte, isim ise her zaman aynı kalmaktadır.
3. *Gezgin bilgi işlem aygıtlarının özelliklerinin getirdiği zorluklar:* Gezgin bilgi işlem aygıtları sınırlı bellek kapasitesi ve işlem gücüne, pil gibi sınırlı bir enerji kaynağına, ve çok küçük boyutlu bir LCD ekrana sahiptir. Bu aygıtlar için geliştirilecek olan yazılımlar, bahsedilen sınırlamaları gözönünde bulundurmak zorundadır. Masaüstü bilgisayarlar için hiç bir önem taşımayan enerjinin optimum kullanımı, cep bilgisayarları için hayati önem taşımaktadır.

## 3. Mobil Bilgi İşlem Sorunları için Çözüm Yolları

Yerleşik bilgi işlemde ve statik İnternet'te karşılaşmadığımız ve yukarıda adı geçen problemler için bir çok çözüm önerisi ve yaklaşımı mevcuttur (Forman'94, LaPorta'96, Imelienski'96, Satyanarayan'96). Bunlardan bazılarını aşağıda kısaca değinilecektir.

1. *Ağ uçlarına aracı yazılımlar (proxies) yerleştirilmesi:* Düşük kapasiteli mobil aygıtlar üzerinde gerçekleştirilemeyen bazı işlevler, ağların uç noktalarına yerleştirilebilecek aracı yazılım ve sistemler tarafından gerçekleştirilebilir. Bu akıllı aracı yazılımlar, mobil aygıt ve İnternet arasında akan trafiği kontrol edebilir, işleme tabi tutabilir, ve gerektiğinde yeniden kodlayabilir, sıkıştırabilir ve süzebilir. Bu işleri yüklenen aracı yazılımların yararlarını şu şekilde özetleyebiliriz:
  - Gezgin aygıtların gerçekleştiremeyeceği, ya da güçlkle gerçekleştirebileceği kompleks işlemleri yapabilirler.
  - Gezgin aygıtlar ile İnternet arasındaki düşük bant genişliğine sahip kablosuz kanallar üzerinden geçen trafiğin (işlevsellik bozulmadan) azaltılmasını sağlayabilirler (değişik kodlama, sıkıştırma, ve süzgeçleme yöntemleri ile).
  - Ağla bağlantısı bir süre için kesilen gezgin aygıtlar için gerekli işlevleri yerine getirebilirler. Mesela, bir mobil telefona kapalı olduğu bir zamanda gönderilen bir SMS

- kısa mesajı, ağ içerisindeki aracı veri tabanlarında geçici bir süre için depolanabilir, ve telefon tekrar açıldığında kullanıcıya iletilebilir.
- Çok çeşitli özelliklere sahip olan değişik mobil aygıtların bu farklı özellikleri, aracı yazılımlar sayesinde ağ içerisindeki birimlerden gizlenebilir. Bu sayede, bu birimler mobil aygıtlarla iletişim kurarken, her bir aygıtın sahip olduğu değişik özellikleri gözönünde bulundurmamak zorunda kalmaz.
  - Aracı yazılımlar ve sistemler sayesinde mobil aygıtlar yer ve bağlantı noktası değiştirmelerine rağmen, aktif bağlantıları kopmayabilir.
2. *Bazı bilgilerin önbelleklere alınması ve oradan sunulması*: Mobil kullanıcılar ağ ile temas halinde olduklarında, bazı önemli ve çok kullanılan bilgiler değişik önbelleklerde depolanabilir ve bu bilgilere olan istekler bu önbelleklerden karşılanabilir. Bu önbellekler mobil aygıtlar içinde ya da ağ uç noktalarındaki bazı birimlerde konuşlandırılmış olabilir. Bu önbelleklerin kullanılmasının iki faydası:
- Mobil aygıtların, sınırlı bant genişliğine sahip kablosuz kanallar üzerinde oluşturduğu trafik azaltılabilir.
  - Bazı servislerin başarımı ve her an mevcut olma oranı artırılabilir.
3. *Asimetrik protokollerin ve uygulamaların kullanılması*: Mobil aygıtların sınırlı özkaynaklara sahip olması ve pille çalışması, buna karşılık statik ağları oluşturan birimlerin yüksek özkaynaklara ve sınırsız enerji beslemesine sahip olması, iletişimin simetrik olmayan unsurlar arasında gerçekleşmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, mobil protokoller ve uygulamalar geliştirilirken, bu asimetrik özellik göz önünde bulundurulmalıdır. Asimetrik tasarımın iki yararı şu şekilde özetlenebilir:
- Mobil aygıtlarla sabit ağ tabanlı birimler arasında mevcut olan özkaynak dengesizliği azaltılabilir.
  - Mobil aygıtların kullandıkları kablosuz uçbirimden-ağa (uplink) ve merkezden-uçbirime (downlink) kanallarının veri aktarım hızları arasındaki dengesizlik azaltılabilir. Bazı kablosuz kanallar (mesela uydu kanalları) bir gezgin aygıtı giren trafik ve o aygıttan çıkan trafik için çok farklı veri aktarma hızı sunabilir. Bu tür asimetrik veri aktarım hızına sahip kanallar üzerinde çalışan protokol ve uygulamalar bu gerçeği göz önünde bulundurursa, daha iyi başarımlar elde edilebilir.

#### 4. Mobil Bilgi İşlem Uygulamaları

Gezgin bilgi işlem uygulamaları sayılamayacak kadar çoktur ve günlük hayatımızda bir çok işlemi kolaylaştırabilir. Gezgin bilgi işlem uygulama alanlarının bazıları aşağıda belirtilmiştir:

- Kullanıcılara her an ve her yerden Internet ulaşımı sağlanması.
- Hastanelerde, doktorların ve diğer çalışanların mobil aygıtlar vasıtası ile hasta işlemlerini kolaylıkla ve tam-zamanlı olarak yapabilmeleri.
- Acil servis veren kurumların (itfaiye, polis, ambulans, kurtarma timleri, gibi) çalışanlarının, acil durumları, mobil aygıt ve ağların yardımı ile çok daha zamanında ve yerinde ele alıp, çözebilmeleri.
- Gezgin kullanıcılara, o anki yerlerine göre (oda, ofis, ev, bina, cadde, semt, şehir, gibi) servislerin sunulması. Mesela, kullanıcı o anda hangi semtte ise, o semtteki alış-veriş merkezleri hakkında bilgilerin ulaştırılması.

- GPS gibi global yer bildirme aygıtları ve sayısal haritalar vasıtası ile, taşıma araçlarının ve filolarının bir merkezden periyodik ya da sürekli olarak izlenmesi.

Bu bahsedilenler sadece bir kaç uygulama alanıdır. Bunlara benzer sayısız uygulamalar mevcuttur ve yenileri düşünülebilir.

### **Kaynakça**

[Weiser'91]

M. Weiser, "The Computer for the Twenty-First Century", Scientific American, 265, 3, 1991.

[Cox'95]

D. Cox, "Wireless Personal Communications: What is It?", IEEE Personal Communications Magazine, April 1995.

[Forman'94]

H. Forman, J. Zahorjan, "The Challenges of Mobile Computing", IEEE Computer, 27, 4, 1994.

[LaPorta'96]

T. La Porta et al., "Challenges for Nomadic Computing: Mobility Management and Wireless Communication", ACM/Baltzer Journal of Mobile Networking and Applications, 1, 1, 1996.

[Rappaport'02]

T. Rappaport, "Wireless Communicaitons: Princiles and Practice", Prentice-Hall, 2002.

[Satyanarayan'96]

M. Satyanarayan, "Fundamental Challenges in Mobile Computing", Fifteen ACM Symposium on Principles of Distributed Computing, 1996.

[Imieliński'96]

T. Imielinski and B. R. Badrinath, "Wireless Mobile Computing: Solutions and Challenges in Data Management", Communications of the ACM, 1996.