MOBİL TELEKOM SEKTÖRÜNDE GÜVENLİK ÇÖZÜMLERİ

Adem Karahoca[1], Talat Fırlar [2]

[1]Bahçeşehir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü 34538 Bahçeşehir-İstanbul
[2]İstanbul Üniversitesi Teknik Bilimler M.Y.O. Avcılar –İstanbul

ABSTRACT

Mobile telecommunication industry is in a radical development process in todays' world. In this process, an increase the services which are based on data for mobile users are more anticipated than the voice communication syste Effective security solutions must be provided as soon as possible to continue the success of this industry. A sec environment should be obtained for the mobile network systems, application providers and subscriptions in order allow them to perform operations.

According to the Nokia, there are approximately 300 third-generation mobile networks and each of them has at le 1000 access nodes with one billion subscribers in the mobile telecommunication industry. These wide area networks going to be IP based systems so secure environments must be established which includes the functions of verificati warning and tracing.

In this article, security solutions of second and third generation mobile technologies are generally explained for mob groups. Also the writer deals with the security problems and solutions in the parallel of the great experiences whi were gained while working in a GSM operator in Turkey.

Key Words - GSM, Security

ÖNSÖZ

Mobil telekomünikasyon endüstrisi, radikal dönüşüm sürecindedir. Bu süreçte, ses iletişiminden çok, mobil kullanıcı için veriye dayalı servislerin arttırılması öngörülmektedir. Endüstrinin başarısının devamı için etkili güven çözümlerine ihtiyaç vardır. Mobil ağların, uygulama sağlayıcıların ve abonelerin güvenli bir biçimde işlemler yapabilmelerini sağlamak için güvenilir ortamlar oluşturmak gerekmektedir.

Mobil telekom endüstrisinde, 300 tane üçüncü-kuşak mobil ağdan, her birinde en az 1000 erişim düğümünden ve milyar aboneden bahsedilmektedir. (kaynak: Nokia) bu çok geniş ağlar, IP tabanlı olacak ve bu yüzden doğrulam uyarı, izleme ve takip etme fonksiyonlarının içerileceği güvenlik ortamlarının kurulması gerekmektedir.

Bu makalede, mobil topluluklar için, ikinci, 2 ½. ve üçüncü kuşak mobil teknolojilerin güvenlik çözümleri üzerin durulmaktadır. Yazarlar, Türkiye'deki bir GSM operatöründeki deneyimlerinden yol çıkarak güvenlik açıkları çözümlerini ele almaktadırlar.

Anahtar Kelimeler- GSM, Security

1. GİRİŞ

Mobil telekom sektörü, ikinci kuşak teknolojiden, IP tabanlı üçüncü kuşak teknolojilere geçiş aşamasındadır. Üçüncü kuşak ağların en önemli özellikleri [1];

- IP tabanlı ağlar sayesinde, hem ses hem de veri iletişimi ile daha çok sayıda ve çeşitte Inernet tabanlı hizmetlere, mobil ortamda olanak sağlayacaklar.
- Çok geniş olacaklar ve bu sayede binlerce ağ, büyük miktarlardaki mobil abonelere hizmet verecektir.

Bugünlerde, 2. kuşak teknolojilerinden WAP(Wireless Application Protocol-Mobil uygulamalar protokolü) ve SMS(short message service-kısa mesaj servisi) teknolojilerinin hayata geçirilmesine rağmen, interaktif İnternet hizmetlerinin birçoğu mobil aboneler tarafından kullanılamamaktadır. Wap ve SMS'teki güvenlik açıkları hala tam olarak çözülemediğinden dolayı, özellikle bankacılık uygulamalarında, bu tür mobil çözümler kısıtlı olarak kullanılabilmektedir. 2 ½. ve 3. kuşak teknolojilerin uygulamaya geçirilmesi ile, birçok yeni servis devreye alınacaktır. Dolayısı ile, daha etkin güvenlik çözümlerine ihtiyaç vardır[2].

Mobil ağ operatörlerinin güvenliği, mobil kullanıcının cihazından, operatörün ağına kadar olan kısmı kapsamaktadır. Uygulamadaki çözümlerde, iletişim havada şifrelendirilir, fakat, operatörün ağında iletişim şifreli değildir.

Tablo 1. Mobil Teknoloji Kuşakları

Kuşak	*Teknoloji*	*Uygulama Zamanı*
2.	GSM,CDMA,TDMA	Sms ve WAP hizmetleri hayatta
2 ½.	GPRS	2001 ilk çeyreğinde uygulandı
3.	UMTS	1. Asya/Pasifik – 2002 1. Çeyreğinde uygulandı 2. Avrupa – 2004 1. Çeyreğinde uygulanacak 3. ABD – 2006 1. Çeyrekte uygulanacak

Veri iletişiminde güvenlik, sadece ağ operatörü ve aboneyi değil, ayni zamanda, uygulama sağlayıcıyı da kapsamaktadır.

2. İKİNCİ KUŞAK AĞLAR

İkinci kuşak ağlarda, aboneler, internet erişimlerini, ayni zamanda internet sağlayıcı konumundaki mobil servis sağlayıcılardan, yani gsm operatörlerinden sağlamaktadırlar. İnternet'e bağlanıldıktan sonra aboneler, kurumsal veya ticari WAP servislerinden hizmet alabilirler. SMS, mobil ağ operatöründen doğrudan kullanılabilir bir hizmettir. İkinci kuşak ağlardaki güvenlik konuları şunlardır:

- Kurumdan, operatöre bağlanmak için kullanılan hattın güvenliği,
- WAP ve SMS için, güvenilir erişim ve kısıtlanmış erişim.

WAP, genellikle IP üzerinden uygulanır; fakat, SMS bir IP servisi değildir. Standart, VPN(virtual private Networks-sanal özel ağ)/Firewall(Ateş duvarı) çözümleri kurumdan operatöre giden hatlarda güvenilir veri aktarımı için uygulanabilir. Hem kurumsal hem de ticari WAP servis sağlayıcıları, aşağıdaki şartları sağlamalıdır.

1. Servisin sadece yetkilendirilmiş kullanıcılar tarafından kullanılmasını sağlamak,
2. Kullanıcıların veriye erişimlerini kısıtlamak.

2.1. Mobil Uygulama Protokolü(WAP)

Mobil uygulama protokolü, mobil cihazlarda, mobil bilginin sunulması ve teslim edilmesi için kullanılan standarttır[3]. WAP genellikle, IP servisi olarak uygulanır ve mobil cihazlar için web gezgini aracılığı ile bilgi edinimini mümkün kılar. WAP kullanıcıları, Internet'e bağlı olmalıdırlar ve bu yüzden hem internetten hem de abonelerden gelecek tehditlere açık durumdadırlar.

Şekil 1, kurumsal bilginin bir WAP hattı boyunca, güvenilir bir biçimde, nasıl taşınacağını göstermektedir.

(1) VPN/ Firewall'da kullanıcı bilgisi, VPN/Firewall Modülünden alınır ve web sunucusu kullanılabilir hale getirilir.
(2) VPN/ Firewall'da ise, WAP geçidi korunulmaktadır. Burada ateş duvarı uygulanmazsa, WAP geçidi ile kurumsal geçit SSL kullanılarak şifrelenebilir. WAP geçidi bir VPN/Firewall modülü ile korunursa;
   a. Mobil kullanıcıya abonenin giriş bilgisi, HTTP'den açılarak, ya da kullanıcıdan erişim bilgileri tekrar istenerek, güvenilir giriş sağlanabilir.
   b. Bağlantıyı özelleştirmek için, WAP geçidi ve kurumsal geçit arasında bir VPN kurulur.

2.1.1. Güvenilir SMS Veri Akışı

Şekil 2'de, kurumsal verinin güvenilir bir biçimde, bir mobil cihaza iletilebilmesi gösterilmektedir. Kurumsal web sunucusu ile uygulama sağlayıcı arasında bir sanal özel ağ yapılandırılmalıdır.Bir uygulama, (SMS-C'nin yanındaki uygulama sunucuda, kurumsal ağ dışındaki) IP Protokolüne (HTTP veya SMTP) gömülmüş SMS mesajı VPN aracılığı ile güvenilir hale getirilir.

3. 2 ½. KUŞAK YÜKSEK HIZLI VERİ AĞLARI

2 ½. kuşak, 3. kuşak ağların evrimine bir geçiş oluşturmaktadır. 2 ½. kuşakta, 2. kuşak alt yapısından ses iletimi ayni kalmaktadır ve IP tabanlı veri ağı, 2. kuşak ağ içerisinde uygulanmaktadır. Mobil ağ, Internet servis sağlayıcı konumuna gelmektedir ve 2 ½. kuşak GPRS(General Packet Radio Service-Genel Paketlemeli Radyo Servisi) servisi "her zaman bağlı kal" ortamını GPRS'i destekleyen GSM telefonları için sağlamaktadır. GPRS European Telecommunication Standards Institute(ETSI) tarafından geliştirilmiştir. Standartlaştırma çalışmaları 1993'de başlamış ve spesifikasyon faz 1 için tamamlanmıştır, fakat, birçok küçük değişiklik beklenmektedir. GPRS, veri transferini ileriye götürmek ve büyük miktarlardaki veriyi iletmek için tasarlanmış bir teknolojidir. GPRS, bir GSM hizmeti olarak ele alınmaktadır ve kendine has bir öz ağı olmasına rağmen, radyo ağı GPRS ve GSM öz ağları arasında paylaştırılmaktadır. Ek olarak, GSM, GPRS öz ağından faydalanarak daha iyi performans ile birlikte veriye bağlı GSM hizmetleri vermek için uygundur. Ancak, herhangi bir GSM ağında bağlamaksızın bir GPRS ağı oluşturmak mümkündür. Bu durumda GPRS ağı kendi radyo ağına sahip olmalıdır.

Şekil 3'deki ağ konfigürasyonunda, mobil cihazdan Internete bağlantı kurulmaktadır[4].

1. Bir abone SGSN'e bağlanır,
2. SGSN bir GTP(GPRS Tünel Protokolü) açar GGSN'e bağlanır,
3. Mobil cihaz için bir IP adresini GGSN tahsis eder,
4. Bağlantı, GTP tüneli üzerinden kurulur.

3.1. Güvenlik Konuları

1. Mobil operatörün ağını, Internetten ve diğer mobil operatörlerden korumak,
2. Bir abone tabanlı politika sağlamak,
3. Farklı ara yüzlerden(Gn,Gi) veri bağlantısını korumak,
4. GGSN'ler ve kurumsal geçitler arasında VPN'ler oluşturmak.

3.1.1. IP Adresi Yönetimi

IP Adresi Yönetimi, GPRS ağlarında ilave bir konudur
1. IP adreslerinin sınırlı sayıda olmasından dolayı, IP adresi tahsis mekanizmasının bir havuz kullanılara sağlanması gerekmektedir,
2. Dolaşım – Mobil telefonlar bir hücreden diğerine veya bir mobil operatörün ağından diğerine geçerlerken, yeni bir IP adresine ihtiyaç duyarlar (mikro mobiliti ve makro mobiliti)

3.2. Güvenlik Çözümleri

3.2.1. Mobil Ağı Korumak

Mobil veri ağı IP tabanlıdır ve internetten gelebilecek tüm saldırılara ve herhangi bir kurumsal ağdan gelece tehditlere de açıktır. Mobil ağ, her erişim düğümünde (GSNler) korunmalıdır.
1. Abonenin GSM telefonuna bağlantıları,
2. Diğer mobil ağların bağlantıları,
3. Internet

Geleneksel mobil ağlar, çok büyük olduklarından, bü operatörlerde binlerce SGSN oluşturmak zorundadır

3.2.2. Abone Tabanlı Güvenlik Politikası

VPN ve Firewall, ağ operatörlerinin abone taban Güvenlik Politikasını, erişim düğümle (GGSN'lerde) uygulamaya olanak sağlamak Abonenin erişimi, mobil ağın güvenlik politikasın konudur ve aboneler, mesela mobil virüs saldırılar korunmak dır.

3.2.3. Veri Bağlantısının Korunması

Sadec değil, fakat; ayni zamanda veri iletişimi korunu dır. VPN teknolojisi, iletişimin kişiye özel olmasın rişimini ve güvenliğini mobil ağ boyunca korumakta dır.
Hava bağlantısı, mobil ağ teknolojisi standartları ile şifrelenir ve iletişim, baz istasyonunda şifre açılarak tamamlanır. VPN/Firewall ikilisi ilk olarak GSN'de başlanarak güvenliği sağlar. Bu, VPN, GSN ve kuru geçit arasındadır. Verinin şifrelenmesinin gerektiği bölgeler;
1. Mobil operatörün ağında (SGSN-GGSN)
2. Internet'te (GGSN-Internet)
3. Mobil operatör ağları arasında (BG-BG)

3.3. Uygulama Senaryoları

Bu bölüm aşağıdaki uygulama senaryolarının örnek sunmaktadır:
1. Saydam Internet Erişimi,
2. Kurumsal VPN,
3. Dolaşım VPN'leri,
4. Abone tabanlı izleme,

3.3.1. Saydam Internet Erişimi

Şekil 4'de, abonelerin internet erişiminin, hem GPRS'den hem de Internet abonelerinin saldırılarından korunmasını sağlayan bir konfigürasyonu göstermektedir. VPN/Firewall modülleri, GPRS ağındaki her GSN'e yüklenir.

Bu konfigürasyonda, Internet ve diğer GPRS ağları (GGSN-BG) arasında VPN'e ihtiyaç vardır. SGSN-GGSN hattında (GPRS ağındadır), VPN seçimliktir ve özelleştirmenin yanı sıra, servis kalitesini de sağlamaktadır.

3.3.2. Kurumsal VPN

Şekil 5'de, kurumsal veri (kurumsal VPN ve Firewall modülüyle şifrelenir) internette şifrelenmiş olarak iletilir. VPRN, SGSN-GGSN hattında VPN seçimliktir.

3.3.3. Dolaşım VPN'leri

Şekil 6'daki konfigürasyonda, mobil cihaz dolaşımda olsa bile, VPN'lerin mobil cihaza sağlanan kurumsal verinin güvenliğini sağladığı görülmektedir[5].
Şekil 6'daki konfigürasyonda çok sayıda ekstranetin yönetimini sağlayacak bir çözüme ihtiyaç vardır.

3.3.4. Abone Tabanlı Engelleme

Şekil 7'deki konfigürasyonda, abonenin erişimi, her bir aboneye dayandırılarak kontrol edilmektedir. Web içeriği, ağ operatörlerinin web sunucularına gönderilmekte ve içeriğe erişim, bireysel abonelere hizmet, abone oldukları servislere göre sağlanmaktadır.
GPRS abonesi, bireysel olarak GPRS IP ağına uzaktan doğrulamalı, kullanıcı servisi (RADIUS) aracılığı ile bağlanarak IP havuzundan bir IP alır ve ağa bağlanır. GPRS destek düğümüne eriştikten ve ateş duvarını aştıktan sonra uygulama web sunucularına erişebilir[6].

4. 3. KUŞAK MOBİL AĞLAR

3. Kuşak Mobil ağlarda, hem ses hem de veri IP tabanlı olabilecektir. Korkunç sayıdaki mobil telefon sayısından dolayı, her cihazın bir IP adresine ihtiyaç duyulacaktır. Bundan dolayı da, 3. kuşak ağlarda hem IPv6 hem de geleneksel IPv4 adresleme kullanılacaktır[6,7,8].

3. kuşaktaki bazı güvenlik konuları, 2 ½. Kuşaktakiler ile benzerlik göstermektedir:

- Mobil operatörün ağının Internetten ve de diğer mobil ağlardan korunması,
- Abone tabanlı bir politikanın uygulanabilmesi,
- Farklı ara yüzler(Gn,Gi,v.s.) üzerinde veri iletişimin korunması,
- VPNlerin yaratılması

2 ½. Kuşak güvenlik konularına ek olarak, aşağıdaki güvenlik konuları 3. kuşak ağlardaki konuları daha uygun bir biçimde tanımlamaktadır:

- Üçüncü partilerin güvenilirliği,
  - Katma değerli servilerin daha çok ortaya çıkması ile, 3. partilerden alınacak içeriklerin ve servislerin abonelere sağlanması esnasında, 3. partiler ile abone arasında taşıyıcı rolündeki mobil operatörün çift taraflı güvenlik mekanizmasını devreye sokması gerekmektedir.
- Faturalamada kötüye kullanım,
  - Hem tüketiciler, hem de servis sağlayıcılar dürüst bir şekilde güvenilir bir fiyatlandırma ve ödeme sürecine ihtiyaç duymaktadır.

4.1. Güvenlik Çözümleri

Mobil ağdaki güvenlik sağlanırken, her erişim düğümü (GSNler) korunmalıdır.

- Abonenin cihazına bağlantılar,
- Diğer mobil ağlara bağlantılar,
- Internet,

5. TEMEL KAVRAMLAR

5.1. Tünel Tabanlı Rota

Mobil operatörler, abonelerine veri servisleri sağlamalarına rağmen, doğrudan bir Internet bağlantısını sağlamazlar. Bunun iki ana nedeni:

1. Internet servisi, bir internet servis sağlayıcı tarafından verilmektedir,
2. Abone bir kurumsal müşteridir ve internetten çok, kurumsal bir ağa erişmesi gerekmektedir,

Abone veri oturumunu kurarken, GGSN abonenin profiline bağlı olarak erişim noktasını sağlar ve abonenin verisi bir tünel içerisinden, Ipsec, L2TP,GRE, özel hat veya MPLS tabanlı VPN protokollerinden birinin yardımı ile iletilir. Bir çok durumda, RADIUS kullanılarak adres havuzundan bir IP adresi, abone için tahsis edilir.

5.1.1. IP Adresi Tahsis Etme Mekanizması

GGSN tabanlı IP adresi havuzunda, her bir GGSN için bir IP havuzu tanımlanır. Böylece GGSN her bir oturum için bir adres ayırır ve oturum sonlandırıldığında IP adresini havuza geri koyar. Havuzdaki IP adresleri;

- Internette kullanımda olabilir,
- Geçersiz bir adres olabilir, örneğin; 10.x.y.z

Bu metodun içerdiği dezavantaj;

- Yönetimi – Her GGSN için bir havuz oluşturmada basit bir yol gerekir. Ayrıca, iki GGSNin ayni geçerli adresi kullanmamaları sağlanmalıdır,
- GGSN içersinde spesifik bir kod yazana kadar, hangi kullanıcının hangi IP'yi kullandığı bilgisine erişilemez,
- Bir GGSN için havuzdaki Iplerin tükenmekte olduğunu rapor edecek bir yöntem yoktur,

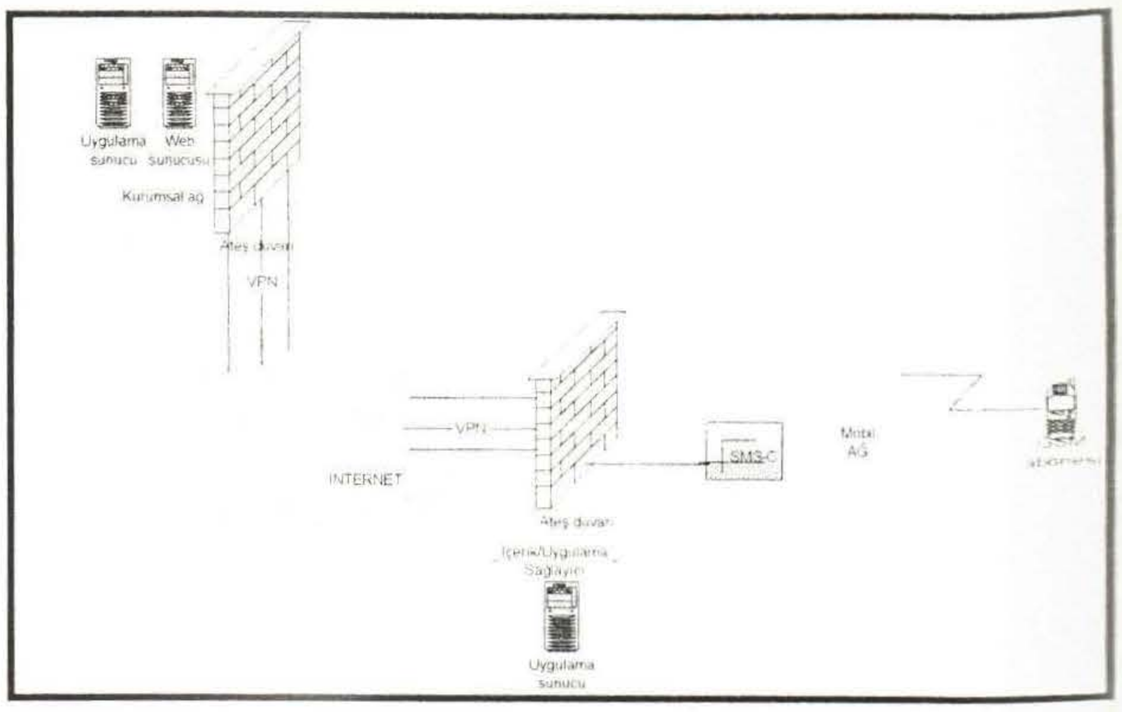
- Yüksek kullanılabilirlik modundaki bir kaç GGSN kullanımı – Bir GGSN devre dışı kaldığında, havuzundaki IP adreslerinin statüsü bilinemez. GGSN kurtarıldığında, bütün kullanıcıların Ipleri kaldıkları yerden devam edemezler.

5.1.2. Bir DHCP İstemcisi Olarak GGSN

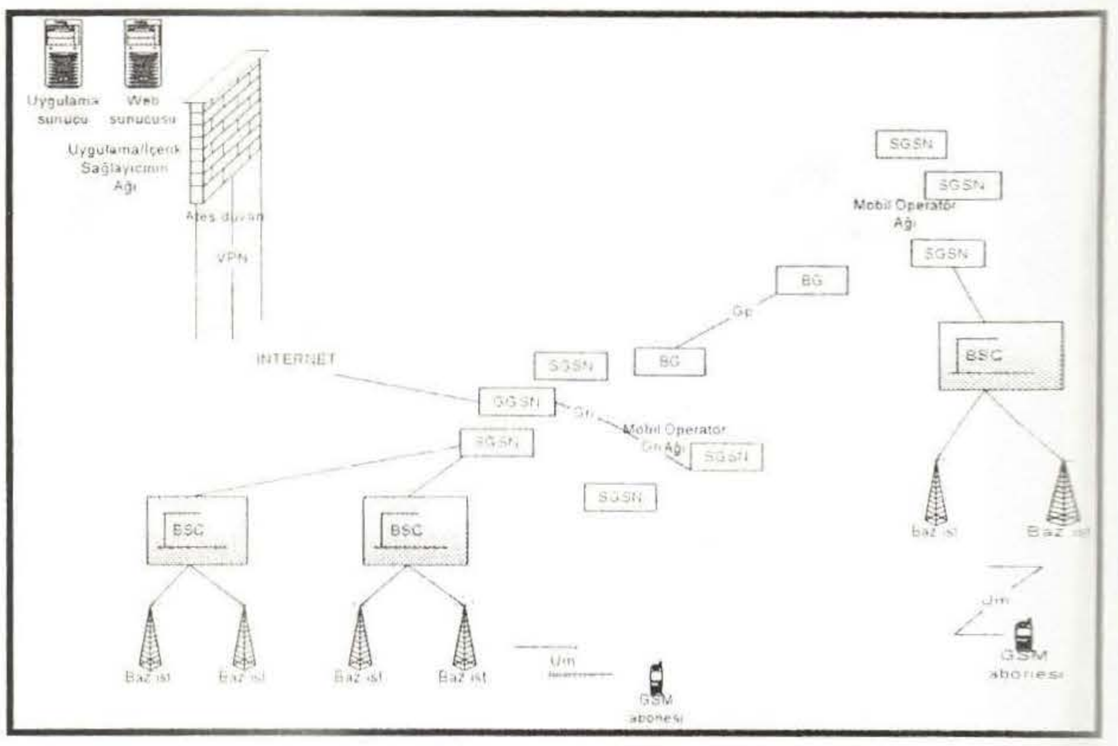
Bu mekanizmada, GGSN (bir DHCP istemcisi veya DHCP Relay gibi) bütün GGSNler için IP adresi havuzunu yöneten bir DHCP sunucusu ile haberleşir. DHCP sunucuları, yukarıda bahsettiğimiz yönetim, GGSN'in devre dışı kalması, IP havuzu yönetimi, DNS üzerinden kullanıcı-IP yayımı gibi konuların çözümleri için kullanılabilir. Adresler tanımlı veya tanımsız olabilir.

6. SONUÇ

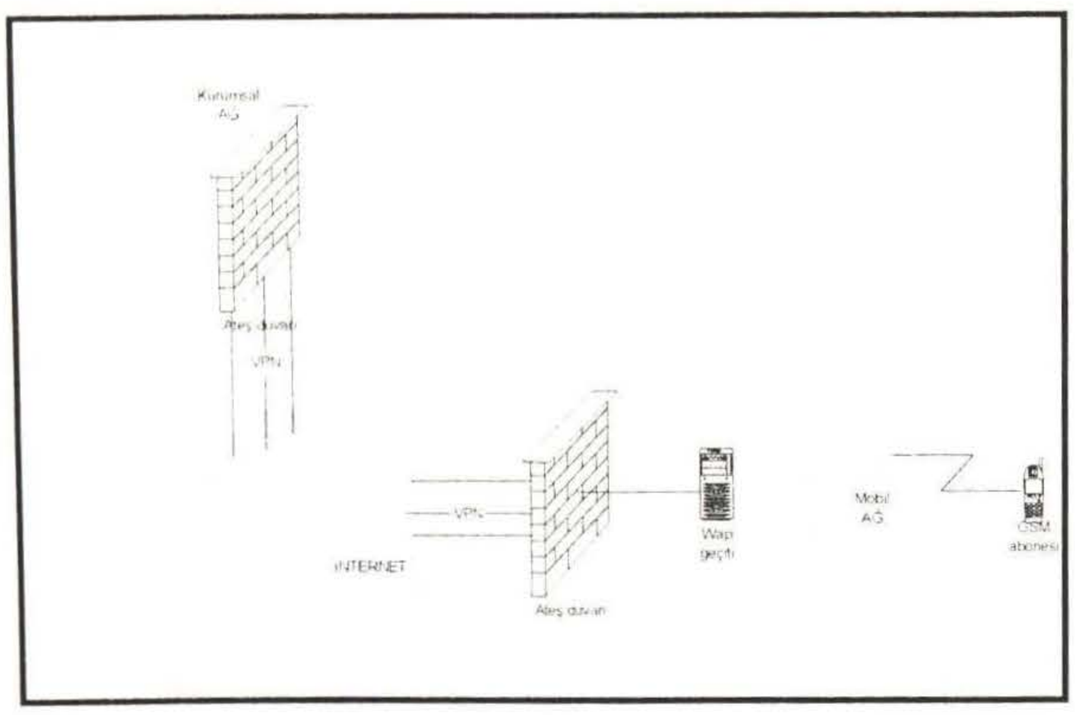
Türkiye'deki bir GSM operatöründe yapmış olduğumuz testlerde, yukarıda belirttiğimiz gibi, çeşitli noktalarda açıklar bulunmaktadır. Özellikle, 2. ve 2½. kuşak ağlardaki alt yapının elverişli olmamasından dolayı, mobil bankacılık uygulamalarında, "parasal işlemlerin yapılması" gerçekleştirilememiştir. Özellikle, mobil-PKI teknolojisinin 3. kuşak ağlarla daha entegre bir şekilde, paketlerin şifrelenerek gönderilebilmesi ve paketlerin mobil operatörün ağında değil, doğrudan mobil telefonda açılabilmesini destekleyen teknolojiler içerebilmesinden dolayı mevcut açıkların kapatılabileceği öngörülmektedir. Havada güvenliğin kısıtlı olması ve Mobil istasyonlardan bant genişliğinin düşük olmasından dolayı GPRS hizmetlerine saldırılar mümkündür. Özellikle, diğer GSM ağlarına bağlanırken kullanılan GTP'den kaynaklanan güvenlik açığı, yukarıda da belirttiğimiz gibi GTP üzerine yerleştirilecek bir ateş duvarı aracılığı ile kontrol edilebilir. Ayrıca, VPN/VLAN tünel bağlantıları kullanılarak da haberleşme bilgisinin şifreli iletilmesini sağlayarak güvenlik açıkları en aza indirgenebilmektedir.



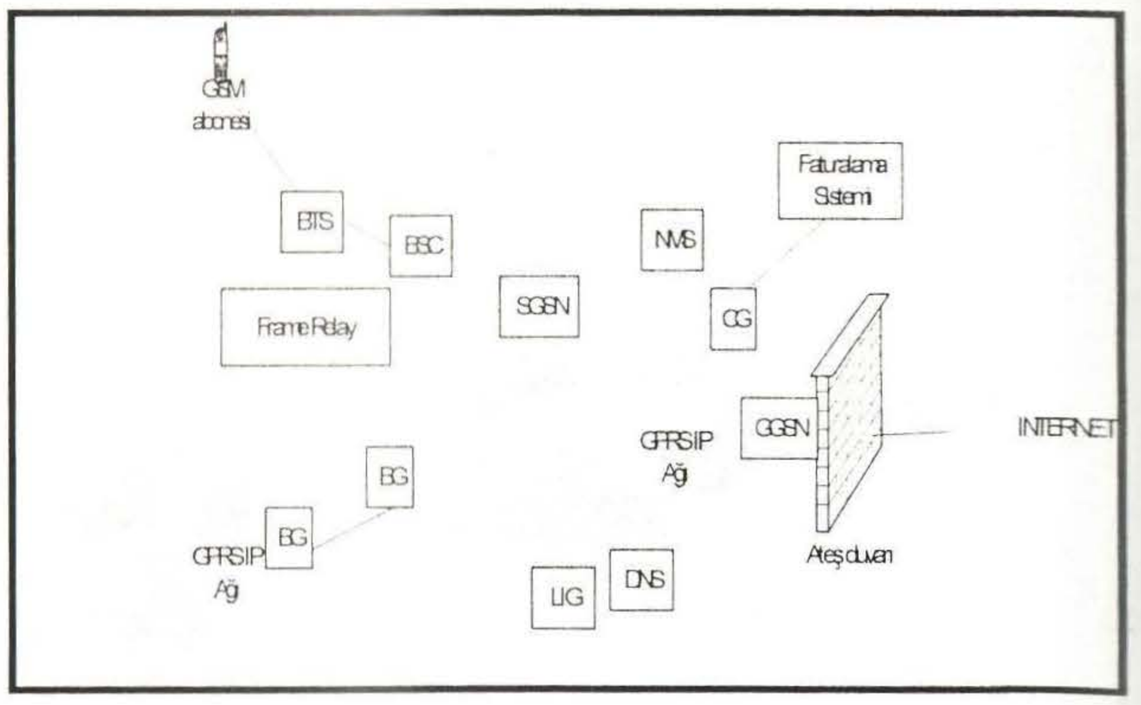
Şekil 2. Güvenilir SMS verisi akışı



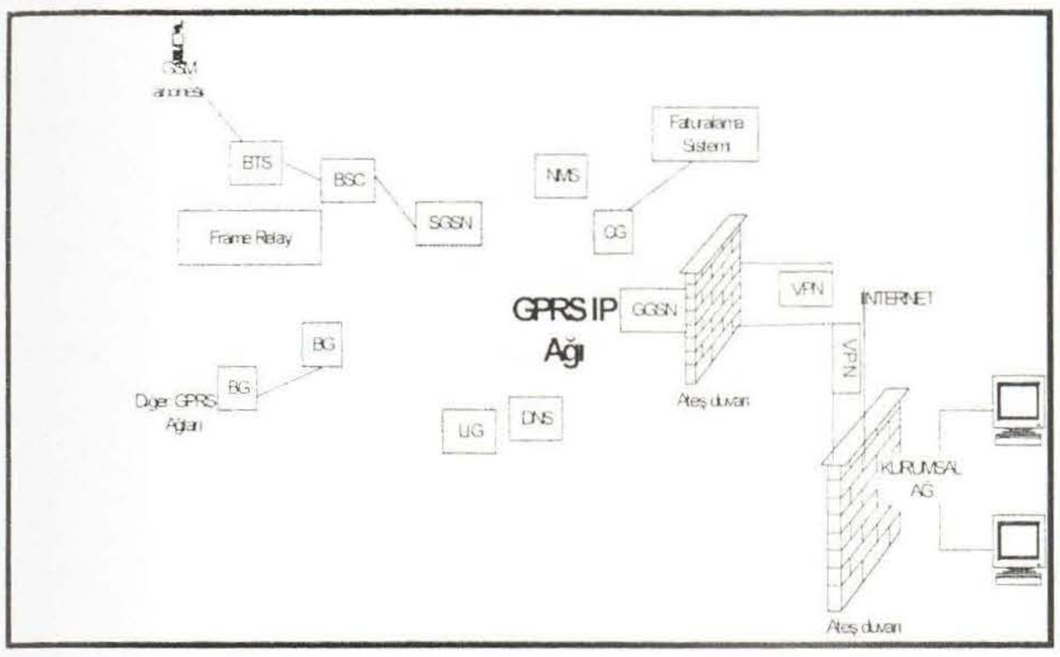
Şekil 3. Tipik Mobil Ağ Konfigürasyonu



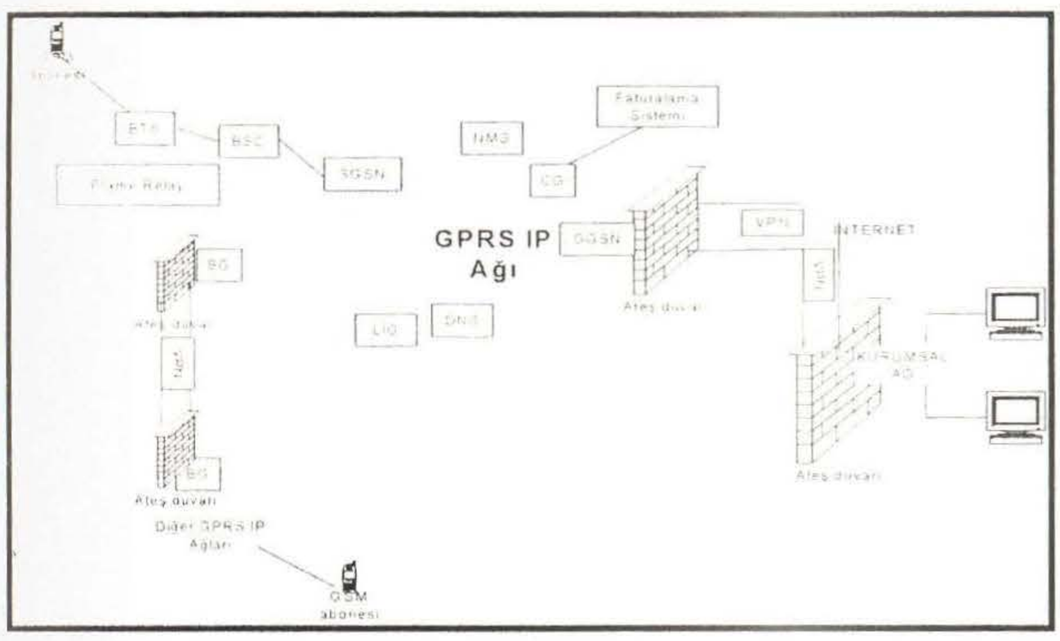
Şekil 1. Mobil Kullanıcılar için WAP'a erişim kontrolü



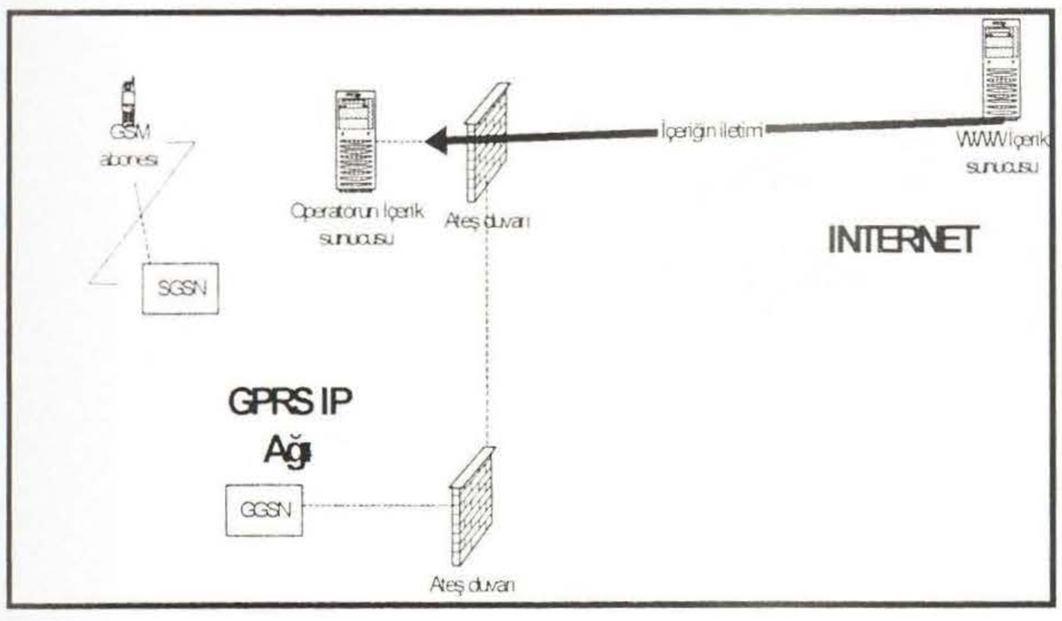
Şekil 4. GPRS ile Saydam Internet Erişimi



Şekil 5. Kurumsal VPN



Şekil 6. GPRS dolaşım VPN'leri



Şekil 7. GPRS-Abone tabanlı engelleme

EK 1. Mobil ağ teknolojilerinde kullanılmakta olan terimlerin bazıları aşağıdaki gibidir:

Tablo 2. Terimler

AH	Doğrulama başlığı
ANSI	Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü
APN	Erişim noktası ismi
AuC	Doğrulama merkezi
BG	Sınır geçidi
BLUETOOTH	Kısa mesafeli (10 metre) iletişim standardı
BSC	Baz istasyonu kontrolcüsü
BSS	Baz istasyonu alt sistemi
BTS	Baz iletişim istasyonu
CGSN	Ortak konumlandırılmış GPRS destek düğümü
CIA	Gizlilik, bütünlük ve doğrulama
CKSN	Şifreleme anahtar dizisi sayısı
CS	Devre anahtarlamalı
DNS	Domain Name System
END-TO-END SECURITY	Şifrelenmiş ve doğrulanmış bir tünel üzerinden haberleşmek. Sadece 3. kuşak IP tabanlı ağlarda olabilmektedir.
ETSI	Avrupalı Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü
FR	Çerçeve iletimli
FW	Ateş duvarı
GGSN	GPRS destek düğümü geçidi
GMSC	MSC
GPRS	Global Paketlemeli Radyo Sistemi (veri servisi sağlayan, GSM ve TDMA'ye bağlı bir mobil ağ)
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Mobil Komünikasyon için Global Sistem
GSN	GPRS destek düğümü
GSN	GPRS Support Node
GTP	GPRS Tünel Protokolü
GUI	Grafik kullanıcı ara birimi
HTTP	Hiper Metin Transfer Protokolü
IMEI	Uluslararası Mobil Cihaz Kimliği
IMSI	Uluslararası Mobil Abone Kimliği
IP	Internet Protokolü
IPSec	IP güvenliği
IPv4	Internet Protokol sürüm 4
IPv6	Internet Protokol sürüm 6
ISP	Internet servis sağlayıcı
LAN	Yerel ağ
LIG	Yasal yolunu kesme geçidi
MCC	Mobil Ülke Kodu

ME	Mobil Cihaz
MM	Mobilliğin Yönetimi
MNC	Mobil ağ kodu
MS	Mobil istasyon
MSC	Mobil hizmetleri açma merkezi
MSIN	Mobil abone kimlik no
MT	Mobilde sonlanma
NE	Ağ elemanı
NMSI	Ulusal Mobil İstasyon Kimlik No
O&M	Bakım ve onarım
PDN	Paket veri ağı
PDP	Paket veri protokolü
PIN	Kişisel kimlik no
PS	Paket anahtarlamalı
PSTN	Genel kullanımlı telefon ağı
QoS	Servis kalitesi
RADIUS	Uzaktan doğrulamalı, kullanıcı servislerinin aranması
RAI	Rota alanı kimliği
RAND	RANDom sayı
RPC	Uzaktan prosedür çağırma
SGSN	GPRS destek düğümünün sunulması
SIM	Abone kimlik modülü
SMS	Kısa mesaj servisi
SNR	Seri numara
SRES	İmzalanmış yanıt
SS7	İşaretleşme sistemi no 7
TA	Terminal Adaptörü
TCP	İletişim kontrol protokolü
TE	Terminal cihazı
UMTS	Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemleri
VC	Sanal devre
VLR	Konuğun yerinin kaydı
VPN	Sanal özel ağ
WAP	Mobil uygulama protokolü
WIRELESS VIRUS	Mobil cihazlar arasında yayılabilen virüsler

KAYNAKLAR

[1]. GsmWorld. *What is General Packet Radio Servic* http://www.gsmworld.com/technology/gprs/intro.s ml, (07.02.205'de kontrol edildi.).

[2]. Christer, E., Per O. (1998). *WAP—The wirel application protocol*, Ericsson Review. 150-1 No.4

[3]. Peter, A., Johan, H., and Peter, S. (2001). *WAP architecture—Features, services and functio* Ericsson Review. 178-183, No.4

[4]. Jussi R.*GPRS Security - Secure Rem Connections over GPRS*, http://www.hut.fi/~jrautpal/gprs/gprs_sec.html

[5]. Peter, C., and Bert, W.(1999). *Tigris—A gatew between circuit-switched and IP networks* Ericss Review. 70-81, No.2

[6]. ETSI.GSM0260:*Digital cellu telecommunications system (Phase 2+);Gene Packet Radio Service (GPRS);Service descripti Stage 1, Version 7.4.0.* (March 2000).

[7]. ETSI.GSM0360:*Digital cellu telecommunications system (Phase 2+); Gene Packet Radio Service (GPRS);Service descripti Stage 2, Version 7.3.1.* (July 2000).

[8]. ETSI.GSM0161:*Digitalcellular telecommunications system (Phase 2+);Gene Packet Radio Service (GPRS); GPRS cipher algorithm requirements, Version 6.0.1.* (Ma 2000).