IP Çokluortam Ağlarına Genel Bir Bakış ve Hareketlilik Yönetimi

Suzan Bayhan ve Fatih Alagöz

Boğaziçi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliğ Bölümü
Uydu Araştırmaları Laboratuvarı, http://satlab.cmpe.boun.edu.tr
İstanbul, TR.

Email: bayhan@boun.edu.tr, alagoz@boun.edu.tr

ÖZET

3GPP tarafından standartlaştırma çalışmaları yürütülen IP Çokluortam Altsistemi (IMS) herşey-IP vizyonunun gerçekleştirilmesi için erişim-agnostik bir servis sağlayıcı platform olarak görülmektedir. IMS yatay katmanlarlar, servis ve kontrol katmanlarını radyo erişim katmanından ayırarak fiziksel erişim servislerinden bağımsız servis sunabilir. Bunlara ek olarak, araçların ve teknolojilerin yakınsamasını kolaylaştırır. Kullanıcı bir servisi kullanırken diğer bir teknolojiye veya cihaza geçip yine servise devam edebilir. Ancak bu geçişin kesintisiz bir şekilde gerçekleştirilmesi (önceki bağlantının kesilmeden yeni cihaz veya teknolojiye aktarımı) oldukça zordur. Bu makalede öncelikle IMS hakkında genel bilgiler verilecek ve hareketlilik yönetimi üzerine mevcut çözümler incelenecektir.

ABSTRACT

IP Multimedia Subsytem (IMS) standardized by 3GPP is seen as the enabler for the realization of all-IP vision, with its access-agnostic service providing platform. With the horizontal layered architecture, IMS divides the service and control layer from the radio access layer therefore can provide access-independent services. Additionally, it enhances the convergence of both technologies and devices. User can continue an ongoing session while switching to another device and technology. However, this switching (handover) cannot be done without breaking the ongoing connection and starting a new one. Mobility and seamless handover issues are discussed in this paper, providing the current enhancements for the mobility problem.

Anahtar Kelimeler: IMS, IP Çokluortam AltSistemi, Mikrohareketlilik, Makrohareketlilik

1. IMS Şebekelerine Genel Bir Bakış

Telekomünikasyon trendlerindeki değişimler, çokluortam trafiğinin kısa bir sürede belirgin bir şekilde artışına neden olmuştur. Bu değişimle birlikte, günümüzde insanlar bantgenişliği yüksek olan ve yüksek servis kalitesi gerektiren çokluortam verilerini paylaşmaktan hem hoşlanmaktadır hem de eskiye göre daha çok ihtiyaç duymaktadır. Bunlara ek olarak, herzaman-heryerden bağlanabilirlik gereksinimleri teknoloji liderlerinin herzaman-heryerden kolay erişim sağlayacak bir haberleşme platformunun geliştirilmesinde itici güç olmuştur. Bahsedilen platform, yukarıda belirtilen amaçların gerçekleştirilmesi için umut verici bir çözüm olarak görülen IP Çokluortam Altsistemi'dir.

IMS 3. Nesil Ortaklık Projesi (3GPP)[1] tarafından mobil kullanıcılara IP çokluortam servisleri sunmak üzere standartlaştırılmış bir platformdur. IMS'in temel başarısı erişim katmanındaki teknolojiden bağımsız bir şekilde servis sağlayabilme özelliğidir. 3GPP Release 5'te [2] tanımlanan ilk IMS standartı sadece GPRS desteği sağlarken, ileriki standartlar (Release 6 ve Release 7) sabit erişimi (Ethernet, WLAN, kablo Internet) ve mobil erişimi (GSM, GPRS, W-CDMA) desteklemektedir. Ayrıca, PSTN ve POTS gibi devre anahtarlamalı alanlar arageçitler yardımı ile desteklenmektedir.

IMS temel sinyalleşmelerinin yapılmasını sağlayan protokol IETF[3] tarafından tanımlanan Oturum Başlatma Protokolü (Session Initiation Protocol-SIP)'dür. VoIP uygulamalarının yaygınlaşması ile, SIP IP çokluortam uygulamalarında en yaygın kullanılan protokol haline gelmiştir. Çağrı devamlılığının sağlanması için farklı teknoloji/cihazlara geçişte hareketlilik yönetimi şeması gerekmektedir. Ancak şu anki IMS standartlarında, oturum sürekliliği tam olarak desteklenmemektedir. Hareketli bir kullanıcı diğer bir cihaza veya teknolojiye geçiş yaptığında, varolan oturum önce durdurulmakta ve sonrasında tüm sinyalleşmeler yeniden yapılarak yeni bir oturum başlatılmaktadır. Günümüzdeki SIP ve Mobil IP çözümlerine yapılmış bazı düzenlemeler ve iyileştirmeler bulunmaktadır ve ilerleyen kısımlarda bahsedilecektir.

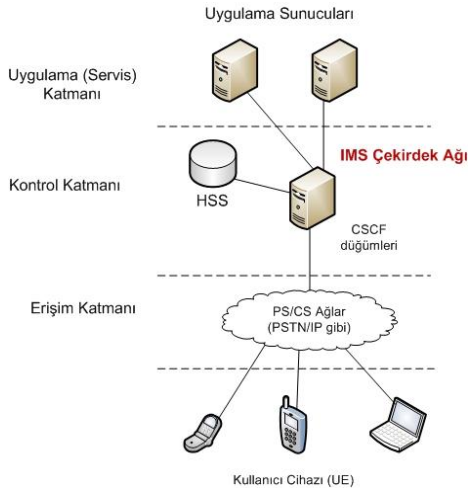
Makalede sonraki kısımda IMS kısaca açıklanacak, Kısım 3'te hareketlilik ve oluşturduğu problemler özetlenecektir. Bu kısımda ayrıca geliştirilen çözümler

sunulacaktır. Son olarak Kısım 4'te makale sonlandırılacaktır.

2. IMS Temelleri

IMS devre anahtarlamalı (CS) ve paket anahtarlamalı (PS) alanların yakınsamasını sağlayarak kullanıcıların farklı fiyat ve servis kaliteleri arasında seçim yapmasını sağlar. Ayrıca, farklı uygulama tipleri (ses ve metin tabanlı uygulamar gibi) aynı oturumda yürütülebilir.

IMS, erişim katmanına ait birtakım özellikleri üst katmanlardan saklayarak üst katmanlarda generik fonksiyonların kullanılmasını mümkün kılar. Diğer bir deyişle, iletim ve taşıyıcı servisleri sinyalleşme katmanından ayrılmıştır [4]. Yatay katman mimarisi Şekil 1'de gösterilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, IMS çekirdek ağı iki temel düğümden oluşur: Ev Abone Sunucusu (Home Subscriber Server, HSS) ve Çağrı Oturum Kontrol Fonksiyonları (Call Session Control Functions, CSCF).



Şekil 1: IMS Katmanlı Yapısı

Ev Abone Sunucusu (HSS) : Tüm abone/kullanıcı bilgilerinin ve ilişkili servis özelliklerinin saklandığı bir ana veritabanıdır [4]. Eğer sistemde birden fazla HSS varsa, Abone Konumlandırma Fonksiyonu (Subscription Locator Function-SLF) adı verilen ve hangi kullanıcı bilgilerinin hangi HSS tarafından saklandığını tutan bir düğüm bulunur.

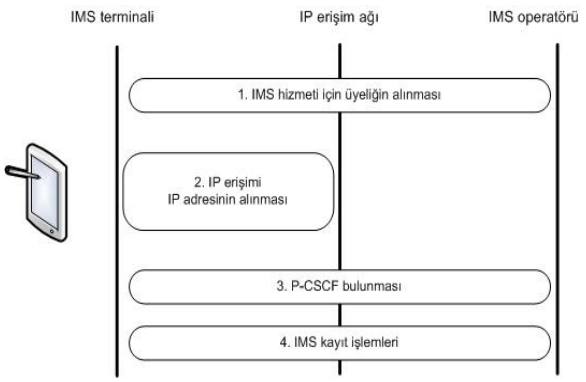
Çağrı Oturum Kontrol Fonksiyonları (Call Session Control Functions- CSCF): Bu düğüm Yardımcı (Proxy-CSCF), Servis Sağlayan (Serving-CSCF) ve Sorgulayan (Interrogating-CSCF) olmak üzere fonksiyonlarına göre üçe ayrılır. Tüm CSCF düğümlerinin hepsi kayıt, oturum kurumulu ve SIP yönlendirmesi sırasında görev alırlar.

Yardımcı CSCF (Proxy CSCF, P-CSCF): IMS içindeki kullanıcıların sistemde ilk karşılaştığı düğümdür. Şekil 1'de gösterildiği gibi farklı erişim şebekeleri üzerinden (hem hücresel hem de genişbant internet erişimi gibi sabit erişim hattından) gelen istek P-CSCF üzerinden IMS çekirdek şebekesi üzerinde diğer düğümlere yönlendirilirler. Temel olarak iki fonksiyonu vardır [6].

SIP Sıkıştırması: SIP protokolü metin tabanlı bir protokol olduğundan, mesaj başlıkları ve güvenlik ile ilgili parametrelerden dolayı ikilik tabanlı protokollerinden daha büyük mesajlara sahiptir. Oturum başlatılmasının hızlandırılması için 3GPP, kullanıcı cihazı (user equipment, UE) ile P-CSCF arasındaki iletişimin sıkıştırılması desteğini zorunlu kılmıştır.

IPSec güvenlik ilişkilendirmesi: P-CSCF SIP sinyalleşmesinin korunumu (confidential protection) ve bütünlük (integrity) sağlanması ile sorumludur.

IMS şebekesi üzerinden servis almak isteyen her kullanıcı konum, kimlik ve üyelik bilgileri gibi birtakım özelliklerinin sistem tarafından erişilebilir olması için öncelikle bu sisteme kayıt olmalıdır. Kayıt işlemi P-CSCF üzerinden (Şekil 2) gerçekleştirilir.



Şekil 2 Hizmet almak için gerekli adımlar IMS kayıt işlemleri SIP REGISTER mesajı ile gerçekleştirilir.

Sorgulayan CSCF (Interrogating CSCF, I-CSCF): Bu CSCF ise, bir operatör ağına gelen çağrı için hangi S-CSCF'in veya uygulama sunucusunun sorumlu olduğunu bulmak için sorgulama yapmaktır. Bu sorgulama HSS'ten yapılır. HSS'ten alınan sorgulama bilgileri doğrultusunda kullanıcının S-CSCF'e atanması gerçekleştirilir.

Servis Sağlayan CSCF (Serving CSCF, S-CSCF) : IMS kullanıcı kayıt işlemleri, yönlendirme kararları, oturum durum kontrollerinin saklanması, servis profillerinin saklanması gibi IMS fonksiyonlarının sağlandığı ana düğümdür. Bir kullanıcı sisteme kayıt olmak için istek gönderdiğinde, bu istek S-CSCF'e yönlendirilir ve S-CSCF HSS'ten kimlik denetleme değişkenlerini yükleyerek kullanıcının kayıt olması için gerekli işlemleri yürütür.

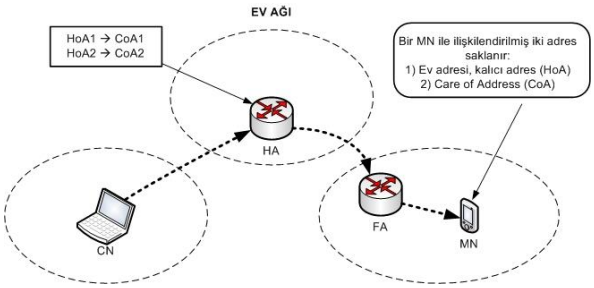
IMS'in sağladığı servisleri şöyle sıralayabiliriz: sabit-mobil yakınsaması (fixed-mobile convergence, FMC), Üçlü oyun gibi uygulamaların yakınsaması (TV, ses, video ve veri), uygulama geliştirme ve ağ yönetimindeki kolaylık. IMS'in tanımlamış olduğu grup/liste yönetimi, durum bilgisi gibi servis kolaylaştırıcılar sayesinde 3.parti servis geliştiriciler kısa sürede bu servislerden faydalanarak yeni servisler geliştirebilirler. Bu nedenle, IMS servislerinin yaygınlaşması kısa sürede ve katma değerli uygulamalar ile mümkün olabilir.

3. IMS Hareketlilik Problemleri

IMS'in temel motivasyonu çeşitli radyo erişim ağları üzerinden hareketli kullanıcılara çokluortam servisleri sağlamaktır. Kullanıcılar hareket halinde olduğundan, kullanıcıların memnuniyetini sağlamak açısından kesintisiz servis sağlamak önem taşımaktadır. İki çeşit hareketlilik şeması vardır: *mikro ve makrohareketlilik.* Makrohareketlilik mobil kullanıcının servis aldığı yönetimsel alandaki değişime karşılık gelirken, mikrohareketlilik bir yönetimsel alan içindeki hareketliliğe karşılık gelmektedir [6]. Eldeğiştirme iki şekilde olabilir: aynı P-CSCF'in sorumluluk alanında kalıp farklı bir erişim teknolojisine geçiş ve yeni bir P-CSCF'in sorumluluk alanına geçiş. Eğer kullanıcı herhangi bir neden ile (örneğin daha iyi servis kalitesi sağlandığından, veya o anki şebekedeki servis aksamaları nedeniyle) farklı teknolojiye geçiş yaptıysa sinyalleşme hala eski P-CSCF üzerinden devam eder. Ancak ikinci durumda, iletişim yolu üzerinde yeni bir P-CSCF olacaktır. Hareketlilik yönetimi şeması hem eldeğiştirme yönetimine hem de konum yönetimine işaret eder [7].

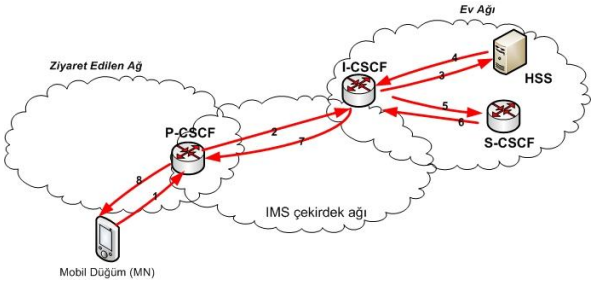
IMS tarafından iki çeşit hareketlilik desteği bulunmaktadır: SIP ve Mobil IP tabanlı hareketlilik. Ağ tabakasında (Katman 3) sunulan bir çözüm olan Mobil IP (MIP), bir IETF standartıdır. MIP'te [8], herbir MIP düğümü iki adres ile ilişkilendirilmiştir: *kalıcı adres (ev adresi, home address-HoA) ve Care-of-Address (CoA)*. Kalıcı adres Mobil Düğümün (MN) kalıcı olarak ilişkilendirildiği adresken CoA MN'in hareket ettiği yabancı ağlardaki geçici adresi ile ilişkili adresidir.Böylece, bir mobil düğüm konum değiştirse de kalıcı adresinden erişilebilir ve MN IP adresindeki değişmeleri üst katmanlardan saklar. \"{O}te yandan, HA üzerinden yönlendirme ve tünelleme yapıldığından ek bir gecikme sözkonusu olur. Bu eldeğiştirme gecikmesi başarımı etkiyebileceğinden, gecikmenin mümkün olduğunca az olması önemlidir. MIP eldeğiştirme gecikmesinin düşürülmesi üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Bununla birlikte, tüm ağ katmanı şemaları servis sürekliliği desteği konusunda yetersiz olduklarından daha üst katmanlarda çözümler üzerine çalışmalar yapılmaktadır [7]. Şekil 3'de basitleşitirilmiş bir MIP şeması gösterilmektedir. Şekilden de görüleceği gibi, Servis Sunucu (Home Agent, HA) ev adresi ve karşılık gelen CoA adresleri listesi tutar. HA bu bilgileri kullanarak Yabancı Sunucu (Foreign Agent -FA) üzerinden MN'e paketlerini yönlendirir. Bu süreçteki gecikme nedeniyle MIP, gecikmeye duyarlı olan çokluortam uygulamaları için çok uygun değildir.

MIP tabanlı hareketlilik şemalarının SIP tabanlı şemalardan daha başarılı olduğu belirtilmekle birlikte [9], SIP hareketlilik yönetiminde en sık kullanılan yöntemdir. SIP uçtan-uca servis tanımlamalarıyla (Oturum Tanımlama Protokolü, Session Description Protocol -SDP) bir eldeğiştirme olduğunda yeni parametrelerin müzakere edilmesini destekler. Bununla birlikte bir uygulama katmanı protokolü olduğundan, IMSin içerdiği standart SIP eklentileri uygulamaların gecikme ve gecikmedeki değişim gereksinimlerini karşılamada yetersiz kalabilir.



Şekil 3MIP şeması

Yu [10] çalışmasında yeni nesil ağlarda kullanılan MIP v6, IP tabanlı IMP Ağ Platformu (IP2), Q.MMF ve IMS'teki hareketlilik şemalarının karşılaştırmasını vermektedir Başarım analiz ölçütleri paket iletim gecikmesi, eldeğiştirme gecikmesi, sinyalleşme yükü, konum güncelleme yükü, paket iletim yükü ve konum kayıt gecikmesi olarak alınmıştır [10]. Çalışmanın yazarları IMS şemasının en maliyetli konum kayıt şemasına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bunun nedeni, IMS'in hareketlilik yönetimi Katman 4'te çalışmaktadır. Benzer şekilde Yu [11] çalışmasında IMS'in diğer ağlarla karşılaştırıldığında eldeğiştirme gecikmesinde en kötü başarıma sahip olduğu sonucuna varmıştır.



Şekil 4: 8 mesajdan oluşan IMS eldeğiştirme şeması

Larsen et.al. [9] çalışmalarında IMS eldeğiştirme gecikmesini ve IMS çekirdek ağdaki sinyalleşme yükünün azaltan yeni bir şema tanıtmaktadır. Mekanizma CSCF düğümlerinde saklanan önceki oturumlara ait durum ve oturum bilgilerinden faydalanarak eski P-CSCF düğümünden yeni P-CSCF düğümüne iletimi sağlar. Böylece, sürmekte olan oturumun kesildikten sonra yeni ağa kayıt ve diğer iletişim düğümünün davet edilmesi yerine, daha önceden müzakere edilen tüm oturum ve durum bilgileri yeni P-CSCF düğümüne iletilir. Bunlara ek olarak çalışmada, yeni SIP metotları da önerilmiştir: yeniden kimlik denetleme ve yeniden davet. *Optimize edilmiş makrohareketlilik şeması* olarak adlandırılan bu yeni şema sinyalleşme yükünü %48 azaltarak standart SIP eldeğiştirme mekanizmasından daha iyi bir çözüm sunar.

Renier ve Larsen [12] optimize edilmiş makrohareketlilik şeması için bir servis-kalitesi sağlama mekanizması sunmaktadırlar ve 3GPP hareketliliği için mevcut çözümleri karşılaştırmaktadırlar. Politis [13] SIP ve MIP şemalarının ikisini de içeren hibrit bir mekanizma önermektedirler. Önerilen mekanizma hem uygulama katmanı hem de ağ katmanını içerdiğinden *çok-katmanlı şema* olarak adlandırılmıştır. Bu şemada hem gerçek zamanlı hem de gerçek zamanlı olmayan uygulamalar dikkate alınarak mikro ve makrohareketlilik durumları incelenmiştir. SIP hareketliliği gerçek zamanlı uygulamalarda kullanılırken MIP gerçek zamanlı olmayan uygulamalarda kullanılmıştır. Benzer şekilde Le ve Li [14] Servis Sunucusu (HA) ve S-CSCF arasında yeni bir modülün eklenmesini de öneren SIP-MIP tabanlı katmanlararası bir hareketlilik yönetim şeması tanımlamıştırlar. Eklenmesi önerilen yeni modül HA ve S-CSCF düğümleri arasında bilgi aktarımını mümkün kılar. Böylece IMSteki kayıt daha az mesaj akışı ile sağlanabilir. Ancak önerilen çözüm standartta birtakım değişikliklerin yapılmasını gerektirmektedir.

Bu makalede belirtilen herbir çözüm IMS hareketliliğindeki problemlerin bir kısmına çözüm sunmaktadır. Bununla birlikte, herbir şemanın kendine has avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Bahsi geçen çözümlerinin genel bir karşılaştırması Tablo 1'de verilmektedir. Detaylı bilgiler Kaynaklar kısmında verilen makalelerde bulunmaktadır. Tatmin edici IMS servislerinin sağlanabilmesi için hem makro hem mikrohareketliliğin, hem de farklı tipteki trafik sınıflarının gereksinimleri dikkate alınmalıdır.

4. KAPANIŞ

Bu makalede önce IMS hakkında genel bilgiler verilmiş ve sonrasında hareketlilik yönetiminde karşılaşılan problemler ve bu problem için önerilen çözümler anlatılmıştır. Literatürde genellikle SIP ve Mobil IP tabanlı çözümler bulunmaktadır, ancak mevcut çözümlerin hiç biri etkin ve ucuz bir şekilde hareketlilik yönetimi ve çağrı devamlılığı sağlamamaktadır. Bu nedenle, IMSin vaat etmiş olduğu herzaman-heryerden kesintisiz IP çokluortam servis sağlama özelliğinin gerçekleştirilmesi için bu konu önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

[1] 3rd Generation Partnership Project, "Technical specification group services and system aspects, IP multimedia subsystem (IMS), stage 2, v5.15.0, ts 23.228," 2006.
[2] S. requirements for the Internet Protocol (IP) multimedia core network subsystem (IMS); Stage 1, "3GPP Release 5 specification", 2000.
[3] N. W. Group, "Sip: Session Initiation protocol," IETF, http://tools.ietf.org/html/rfc3261, Tech. Rep., 2002.
[4] M. Poikselka, A. Niemi, H. Khartabil, and G. Mayer, The IMS: IP Multimedia Concepts and Services. John Wiley and Sons, 2006, vol. ISBN 0-470-01906-9.
[5] M. T. Alam, "Design and analysis for the 3G IP Multimedia Subsystem," PhD Dissertation, Bond University, August 2007.
[6] M. Ylianttila, "Vertical handoff and mobility system architecture and transition analysis," PhD Dissertation, University of Oulu, May 2005.
[7] K. Andersson, "Always best served and managed: Research challenges in future mobile multimedia application architectures," Lule University of Technology, Research Report, August 2007.
[8] "IP Mobility Support for ipv4, IETF RFC 3344, "2002.
[9] K. L. Larsen, E. M. Vestergaard, H.-P. Schwefel, and G. Kuhn, "Optimized macro mobility within the 3GPP IP multimedia subsystem," International Conference on Wireless and Mobile Communications, 2006. ICWMC'06., no. 82, 2006.
[10] M. J. Yu, J. M. Lee, S. G. Choi, E. Kim, and J. Jee, "Performance comparison of existing mobility management schemes for NGN," Proc. of ICA0T2006, pp. 991–995, February 2006.

[11] J. Lee, M. Yu, S. gon Choi, E. Kim, and J. Jee, "Comparison of handover schemes for next generation networks, "Proc. of ICA0T2006, pp. 645–649, February 2006.
[12] T. Renier, K. L. Larsen, G. Castro, and H.-P. Schwefel, "Mid-session macro mobility in ims-based networks," IEEE Vehicular Technology Magazine, no. Digital Object Identifier 10.1109/MVT.2007.898098, pp. 20–27, March 2007.
[13] C. Politis, K. A. Chew, and R. Tafazolli, "Multilayer mobility management for all-ip networks: Pure sip vs. hybrid sip/mobile ip," Proc. of The 57th IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference, pp.2500–2504, April 2003.
[14] L. Le and G. Li, "Cross-layer mobility management based on mobile IP and SIP in IMS," International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCom 2007), pp. 803–806, September 2007.

Tablo 1 Hareketlilik Şemalarının Karşılaştırmalı Analizi

Hareketlilik Yönetim Şeması	**Eldeğiştirtirme gecikmesi**	**Sinyalleşme Yükü**	**Avantaj ve Dezavantajlar**	**Yorumlar**
SIP	Uzun	Yeniden kayıt için 11 mesaj	-Kırık TCP bağlantılarının kontrolünü yapamaz - Uzun gecikme değerleri	-Sinyalleşme yükü - Uygulama katmanı çözümü
MIP	Uzun	Ev ağından ziyaret edilen ağa tünelleme	- Üçgensel yönlendirme ve tünelleme yükü - Düşük hareketlilik durumlarında etkin olabilirken yüksek hareketlilik durumları için uygun değildir.	- Ağ katmanı çözümü
Optimize edilmiş SIP	Kısa	Standart SIPten daha kısa 3 mesaj	- 2 yeni SIP mesajının eklenmesi (Yeniden-kimlik denetimi ve yeniden-davet mesajları) ile standartta değişiklik - SIPten daha hızlı ve daha etkili	SIP güçlendirmesi
Katmanlararası SIP-MIP	Kısa	Kısa	- HA ve S-CSCF arasında yeni bir modülün eklenmesi bağlanma mesajının değişmesini gerektirir. - Yeni IMS alanına daha hızlı kayıt ve transfer	- Uygulama ve Ağ katmanı çözümü - SIP ve MIP entegrasyonu
Çok Katmanlı SIP-MIP	Kısa	Kısa	- Gerçek zamanlı uygulamalar SIP tabanlıyken gerçek zamanlı olmayanlar MIP tabanlı	- SIP ve MIP'i birlikte kullanan tam bir hareketlilik yönetimi mimarisi