

**ÖZET****Mobil IP Tabanlı Sistemlerde Mobil Erişim Ağ Geçidi (MAG) ile Lokal Hareketlilik Bağlantı noktası (LMA) Arasındaki En Uygun Tünel Ağının Seçim Sistemi ve Yöntemi**

5

Buluş, PMIPv6 protokolü tabanlı hücreli sistemlerde, mobil kullanıcıların hareketlilik desteği sağlanan uygulamaları için daha iyi servis sağlamak üzere, mobil erişim ağ geçidi (MAG) (2) ile lokal hareketlilik bağlantı noktası (LMA) (7) arasındaki en uygun tünel ağının seçim sistemi ve yöntemi ile ilgilidir.

10

(Şekil-1)

## İSTEMLER

1. Buluş, PMIPv6 protokolü tabanlı hücresele sistemlerde, mobil kullanıcıların hareketlilik desteği sağlanan uygulamaları için daha iyi servis sağlamak üzere, MAG (2) ile LMA (7) arasındaki en uygun tünelle ağının seçim sistemi olup, **özelliği**;

➤ LMA (7) ve MAG (2)'dan geçen paketlerin ve akışların hangi uygulamaya ait olduğunu; paketlerin birbirleri arasındaki zaman aralığı, paket uzunlukları, paket sayısı değerleri üzerinden belirleyerek, bahsedilen uygulamalar için hangi trafik dağıtım yönetimi metodunun kullanılması gerektiğine karar veren, en az bir uygulama ve trafik dağıtım belirleme modülü (3),

➤ bahsedilen uygulama ve trafik dağıtım belirleme modülü (3) tarafından karar verilen uygulamalar için LTE tünelle (5) ve/veya WLAN tünellerinden (6) hangisinin kullanılacağını belirleyen, eğer uygulama için paket bazlı dağıtım yöntemi belirlenmişse, LMA (7) ve MAG (2)'a uygulama paketlerinin her iki tünelle içerisinde dağıtılması yönünde işlem gerçekleştiren, eğer uygulama için paket bazlı dağıtım yöntemi seçilmişse, kullandığı MADM uygulama Modülü (4.1) içerisinde bulunan MADM algoritmasının sonucuna göre LMA (7) ve MAG (2)'dan LTE tünelle (5) veya WLAN tünellerinden (6) birinin kullanılmasını isteyen ve bahsedilen seçim kararını, ağlardaki gecikme artması, hız, paket kaybı, seğıirme, güvenilirlik, güvenlik değerlerinden uygun ağırlıklara ve hangisine öncelik vermesi gerektiğine göre MADM algoritması tarafından en iyileştirilmiş şekilde veren- en az bir tünelle seçim modülü (4),

çermesidir.

2. Buluş, PMIPv6 protokolü tabanlı hücresele sistemlerde, mobil kullanıcıların hareketlilik desteği sağlanan uygulamaları için daha iyi servis sağlamak üzere, MAG (2) ile LMA (7) arasındaki en uygun tünelle ağının seçim sistemi olup,

➤ LMA (7) ve MAG (2)'dan geçen paketlerin ve akışların hangi uygulamaya ait olduğunu; paketlerin birbirleri arasındaki zaman aralığı, paket uzunlukları, paket sayısı değerleri üzerinden belirleyerek, bahsedilen uygulamalar için hangi trafik dağıtım yönetimi metodunun kullanılması gerektiğini belirleyen, en az bir uygulama ve trafik dağıtım belirleme modülü (3),

➤ bahsedilen uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülü (3) tarafından karar verilen uygulamalar için LTE tüneli (5) ve/veya WLAN tünellerinden (6) hangisinin kullanılacağını belirleyen -eğer uygulama için paket bazlı dağıtım yöntemi belirlenmişse, LMA (7) ve MAG (2)'a uygulama paketlerinin her iki tünel içerisinde dağıtılması yönünde işlem gerçekleştiren, eğer uygulama için paket bazlı dağıtım yöntemi seçilmişse, kullandığı MADM uygulama Modülü (4.1) içerisinde bulunan MADM algoritmasının sonucuna göre LMA (7) ve MAG (2)'dan LTE tüneli (5) veya WLAN tünellerinden (6) birinin kullanılmasını isteyen ve bahsedilen seçim kararını, ağlardaki gecikme artması, hız, paket kaybı, seğirme, güvenilirlik, güvenlik değerlerinden uygun ağırlıklara ve hangisine öncelik vermesi gerektiğine göre MADM algoritması tarafından en iyileştirilmiş şekilde veren en az bir tünel seçim modülü (4),

içeren bir sistem vasıtasıyla gerçekleştirilen MAG (2) ile LMA (7) arasındaki en uygun tünel ağının seçim yöntemi olup, **özelliği**;

- 15
- mobil kullanıcıların kullandığı farklı uygulamaların akışları veya paketleri MAG (2) üzerine gelmesi ve MAG (2) vasıtasıyla bahsedilen paketlerin ve akışların özelliklerini uygulama ve trafik dağıtım yöntemine karar verilmesi için uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülüne (3) iletilmesi,
  - 20 ➤ bahsedilen uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülüne (3) gelen paket ve akış bilgilerine ait özelliklerin kullanılarak, akışın hangi uygulamaya ait olduğu ve bahsedilen uygulamalar için hangi trafik dağıtım yöntemi kullanılması gerektiğinin belirlenerek, tünel seçim modülüne (4) MADM tekniklerinden birinin kullanılması için bahsedilen bilgilerin iletilmesi,
  - 25 ➤ tünel seçim modülüne (4) gelen LTE tüneli (5) ve WLAN tünelleri (6) için ölçülen hız, paket kaybı, güvenilirlik, güvenlik, gecikme, seğirme ve paket kaybı değerlerinin akış bazlı trafik yönetimi olarak seçilen her bir uygulama için birer matriste toplanması ve bahsedilen uygulamaya ait öncelik değerleri MADM uygulaması modülü (4.1) vasıtasıyla servis sağlayıcının önceden belirlediği değerlere göre ağırlık parametresi olarak atanması,
  - 30 ➤ tünel seçim modülünde (4) kullanılan MADM tekniği ile bahsedilen uygulamaya ait akışların, LTE tüneli (5) ve/veya WLAN tünellerinin (6) hangisinden geçmesi gerektiğine karar verilmesi, eğer uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülü (4) tarafından uygulamanın paket bazlı trafik dağıtımını ile dağıtılması seçilmişse (VoIP uygulamaları için) hem LTE tüneli (5) hem de WLAN tünellerinden (6) bahsedilen paketlerin dağıtılması kararının alınması, (7)
  - 35

- 5
- tünel seçim modülünün (4) aldığı bahsedilen kararın, LMA (7) ve MAG (2) ekipmanlarına iletilmesi ve LMA (7) ve MAG (2) ekipmanlarının tampon belleğe aldığı akışları ve paketleri uygun tünellere, akış bazlı trafik yönetimi uygulamaları için MADM tekniklerinin sonucuna göre en iyi tünelin kullanılması yönünde, paket bazlı trafik yönetimi uygulamaları için her iki tüneli de kullanılması yönünde gönderilmesi,

işlem adımlarını içermesidir.

## TARİFNAME

### **Mobil IP Tabanlı Sistemlerde Mobil Erişim Ağ Geçidi (MAG) ile Lokal Hareketlilik Bağlantı Noktası (LMA) Arasındaki En Uygun Tünel Ağının Seçim Sistemi ve Yöntemi**

5

#### **Teknik Alan**

Buluş, PMIPv6 protokolü tabanlı hücresel sistemlerde, mobil kullanıcıların hareketlilik desteği sağlanan uygulamaları için daha iyi servis sağlamak üzere, mobil erişim ağ geçidi (MAG) ile lokal hareketlilik bağlantı noktası (LMA) arasındaki en uygun tünel ağının seçim sistemi ve yöntemi ile ilgilidir.

10

#### **Tekniğin Bilinen Durumu**

Günümüzde kullanılan mevcut uygulamalarda PIMIPv6 protokolünü kullanan sistemlerde LMA (Local Mobility Anchor) ile MAG (Mobile Access Gateway) arasındaki tünel bağlantılarından aynı anda sadece bir tanesinin kullanılması mümkün olmaktadır. LMA ile MAG arasında açılacak LTE ve WLAN tünellerinden uygulamanın herhangi birini ya da her ikisini birden aynı anda kullanabilecek şekilde karar verecek bir çözüm bulunmamaktadır. PIMIPv6 protokolünün mevcuttaki versiyonu bahsedilen MAG/LMA arasındaki bağlantılardan sadece birini, yani IP-in IP (IP paketi içerisindeki başka bir IP paketi- IP Tünel Protokolü) tünellerinden birini kullanmayı sağlamaktadır. Bahsedilecek buluşta, MAG, hem LTE (Long Term Evolution) hem de WLAN (Wireless Local Area Network) ağlarına bağlanabilir özelliktedir. Bahsedilen durumda MAG iki farklı COA ( Care Of Address) alabilmektedir.

25

MAG ile LMA arasındaki tünel bağlantılarından (LTE, WLAN) hangisinin seçilmesini sağlayacak şekilde multimedya analizi ve veri madenciliği (MADM) tekniklerinden yararlanılması yöntemi daha önceki uygulamalarda bulunmamaktadır. Mobil kullanıcıların uygulamaları için LMA ile MAG arasındaki tünellerden herhangi birini veya ikisini birden seçecek şekilde trafik dağıtım yöntemlerini kullanan bir yöntem bulunmamaktadır. Ayrıca bu yöntemler kullanıldığı zaman en iyi tünel seçimi için LTE ve WLAN' dan gelen ağ parametrelerini de kullanan ve hangi uygulamalar için bu tünellerin hangisinin kullanılması gerektiği MADM tekniklerinden yararlanarak en-iyileştiren yöntemler bulunmamaktadır.

30

Daha önce gerçekleştirilen sistemler ve bahsedilen sistemlere ait yöntemlerde; LMA, MAG WLAN ve LTE üzerindeki ağ parametrelerini ölçme özelliğine sahip olmadığı görülmektedir.

35

Bahsedilecek buluşta, PMIPv6 protokolünde kullanılan LMA ve MAG kendi aralarında tünel açarak mobil kullanıcıya hareketlilik desteği sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır. LMA ve MAG hem tünel oluşturma hem de WLAN ve LTE üzerinde ağ parametrelerini (hız, gecikme, seğıirme, vb.) de toplama özelliğine sahip olmaktadır.

Sonuç olarak yukarıda anlatılan olumsuzluklardan dolayı ve mevcut çözümlerin konu hakkındaki yetersizliğı nedeniyle ilgili teknik alanda bir geliştirme yapılması gerekli kılınmıştır.

## 10 Buluşun Amacı

Buluş, mevcut durumlardan esinlenerek oluşturulup yukarıda belirtilen olumsuzlukları çözmeyi amaçlamaktadır.

15 Buluş, PMIPv6 protokolü tabanlı hücresele sistemlerde, mobil kullanıcıların hareketlilik desteğı sağlanan uygulamaları için daha iyi servis sağlamak üzere, MAG ile LMA arasındaki en uygun tünel ağının seçim sistemi olup,

20 ➤ LMA ve MAG' dan geçen paketlerin ve akışların hangi uygulamaya ait olduğunu; paketlerin birbirleri arasındaki zaman aralığı, paket uzunlukları, paket sayısı değerleri üzerinden belirleyerek, bahsedilen uygulamalar için hangi trafik dağıtım yönetimi metodunun kullanılması gerektiğini belirleyen, en az bir uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülü,

25 ➤ bahsedilen uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülü tarafından karar verilen uygulamalar için LTE tüneli ve/veya WLAN tünellerinden hangisinin kullanılacağını belirleyen, eğer uygulama için paket bazlı dağıtım yöntemi belirlenmişse, LMA ve MAG' a uygulama paketlerinin her iki tünel içerisinde dağıtılması yönünde işlem gerçekleştiren, eğer uygulama için paket bazlı dağıtım yöntemi seçilmişse, kullandığı MADM uygulama modülü içerisinde bulunan MADM algoritmasının sonucuna göre  
30 LMA ve MAG' dan LTE tüneli veya WLAN tünellerinden birinin kullanmasını isteyen ve bahsedilen seçim kararını, ağlardaki gecikme artması, hız, paket kaybı, seğıirme, güvenilirlik, güvenlik değerlerinden uygun ağırlıklara ve hangisine öncelik vermesi gerektiğine göre MADM algoritması (TOPSIS, GRA, MEW, ELECTRE, vb.) tarafından  
35 en iyileştirilmiş şekilde veren, en az bir tünel seçim modülü,

içermekte, bahsedilen uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülü ve tünel seçim modülü vasıtasıyla gerçekleştirilen bir tünel seçim yöntemi olup,

- 5 ➤ Erişim noktasındaki mobil IP desteği verilen mobil kullanıcıların farklı uygulamalar için internet'e erişme isteğinde bulunması,
- mobil kullanıcıların kullandığı farklı uygulamaların akışları veya paketleri MAG üzerine gelmesi ve MAG vasıtasıyla bahsedilen paketlerin ve akışların özelliklerini (paketlerin birbirleri arasındaki zaman aralığı, paket uzunlukları, paket sayısı gibi değerleri) uygulama ve trafik dağıtımını yöntemine karar verilmesi için uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülüne iletilmesi,
- 10 ➤ bahsedilen uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülüne gelen paket ve akış bilgilerine ait özelliklerin kullanılarak, akışın hangi uygulamaya ait olduğu ve bahsedilen uygulamalar için hangi trafik dağıtım yöntemi (paket-bazlı veya akış-bazlı yöntem) kullanılması gerektiğinin belirlenerek, tünel seçim modülüne MADM tekniklerinden birinin kullanılması için bahsedilen bilgilerin iletilmesi,
- 15 ➤ tünel seçim modülüne gelen LTE tüneli ve WLAN tünelleri için ölçülen hız, paket kaybı, güvenilirlik, güvenlik, gecikme, seğirme ve paket kaybı değerlerinin akış bazlı trafik yönetimi olarak seçilen her bir uygulama için birer matriste toplanması ve bahsedilen uygulamaya ait öncelik değerleri MADM uygulaması modülü vasıtasıyla servis sağlayıcının önceden belirlediği değerlere göre ağırlık parametresi olarak atanması,
- 20 ➤ tünel seçim modülünde kullanılan MADM tekniği ile bahsedilen uygulamaya ait akışların, LTE tüneli ve/veya WLAN tünellerinin hangisinden geçmesi gerektiğine karar verilmesi, eğer uygulama ve trafik dağıtım belirleme modülü tarafından uygulamanın paket bazlı trafik dağıtımını ile dağıtılması seçilmişse (VoIP uygulamaları için) hem LTE
- 25 ➤ tünel seçim modülünün aldığı bahsedilen kararın, LMA ve MAG ekipmanlarına iletilmesi ve LMA ve MAG ekipmanlarının tampon belleğe aldığı akışları ve paketleri uygun tünellere, akış bazlı trafik yönetimi uygulamaları için MADM tekniklerinin sonucuna göre en iyi tünelin kullanılması yönünde, paket bazlı trafik yönetimi
- 30 ➤ uygulamaları için her iki tüneli de kullanılması yönünde gönderilmesi,

işlem adımlarından oluşmaktadır.

Buluşu mevcut uygulamalardan ayıran farkları ve avantajları aşağıdaki gibidir;

- 1) LMA-MAG ile birlikte çalışan tünel seçim modülü ile LMA-MAG ekipmanlarının üzerinde geçen ve belirli bir uygulamaya ait trafik akışlarının en uygun şekilde farklı tünellerden birine aktarılmasını sağlayacak yöntem ile servis sağlayıcıdan alınan bütün bant genişliğinin efektif ve uygun şekilde kullanılması:

Bahsedilen buluş vasıtasıyla, WAN tarafında yapılan iyileştirme ile hangi trafik akışın uygulamalarının hangi tüneli seçeceğini belirlemek için servis sağlayıcılar için belirlenmiştir. Çoklu şekilde tünellerin var olması ve farklı uygulamalara ait trafik akışları için bunların arasında en uygun tüneli seçme politikasının yaratılması son derece esnek bir sistem oluşturmayı sağlamaktadır.

Bahsedilen buluş vasıtasıyla, PMIPv6 tarafından hareketlilik desteği sağlanan tüm mobil kullanıcıların farklı uygulamalarının internet erişmek için farklı tünelleri kullanabilme olanağına sahip olacaktır. Herhangi bir tünelin performans parametreleri düşük olduğu veya çalışmama durumu olduğu zaman, mobil kullanıcının kullandığı uygulamalar daha düşük performans seviyesinde de olsa çalışmaya devam etmekte olacaktır. Örneğin, bir mobil kullanıcının LTE bağlantısı koptuğu zaman, trafiğin WLAN ile iletimi sağlanabilmektedir.

20

- 2) LMA-MAG ile birlikte çalışan uygulama ve trafik dağıtım yöntemi belirleme modülü ile farklı uygulamaların belirlenmesi ve trafik dağıtım yönteminin belirlenmesi:

Bahsedilen buluş içerisinde var olan uygulama ve trafik dağıtım yöntemi modülü vasıtasıyla trafik akışı içerisinde LMA ve MAG ekipmanları tarafından uygulama ve trafik dağıtım yöntemi belirleme modülü gönderilen paket özellik bilgileri (paketlerin birbirleri arasındaki zaman aralığı, paket uzunlukları, paket sayısı) kullanılarak trafik akışlarının hangi uygulamaya ait olacağı belirlenmektedir. Uygulamalara ait akışları bulmak için uygun makine öğrenme tekniklerinden yararlanılmaktadır. Kümeleme algoritmaları bahsedilen sınıflandırmayı gerçekleştirmek için kullanılabilir. Daha sonra her bir uygulama için hangi trafik dağıtım sistemi kullanması gerektiğine karar verilmektedir. Örneğin, VoIP gibi uygulamalar için anlık ölçülen değerlere göre paket bazlı yönetim metodu kullanılarak hem LTE hem de WLAN tünellerini kullanmak mümkün olabilirken, video servisi gibi uygulamalar için akış bazlı trafik yönetimi metodu ile tünel seçim modülü tarafından seçilen LTE veya WLAN tünellerinden uygun birini kullanmak mümkün olmaktadır.

35



3) Tünel seçim modülü vasıtasıyla, uygulamalar ait trafik akışlarının izleyeceği tünellerin (WLAN, LTE ) bağlantı karakteristik parametrelerinin (gecikme, seğirme ve paket kaybı gibi) ölçülmesinin sağlanması ve bunlar için önceliklerin ayarlanması:

5 Tünel seçim modülü paketlerin ve akışların hangi fiziksel tünel bağlantı yolu izleyeceğine, uygulama bilgilerine ve her bir bağlantı için gecikme, seğirme, paket kaybı gibi ölçümleri kullanarak gerçekleştirir. LMA ve MAG bağlantı karakteristiğini ölçmek için iki yöntem kullanmaktadır. Bunlardan birincisi, her bir bağlantıdan geçen normal trafik içerisindeki paketlerin başlığına sarmalama (encapsulate) başlığı eklemektir. Eklenen başlığın içerisine  
10 sıra numaraları ve zaman bilgisi değerleri de bulunduğu için tünel seçim modülünün farklı tüneller için gecikme, seğirme ve paket kaybı gibi değerlerini ölçmesi sağlanabilmektedir. İkinci ölçüm mekanizması ise aynı şekilde farklı tünel bağlantıları için gecikme, seğirme ve paket kaybı gibi değerleri ölçmek için farklı tünellerin her birine sıra numarası ve zaman bilgisini içeren sentetik bir trafik göndermektir. Bahsedilen iki mekanizmada da ek ağ genişliğine ihtiyaç  
15 duymaktadır. İkinci yöntem ise ölçüm için normal trafik akışına ihtiyacı yoktur. LMA ve MAG, normal trafik akışına bağımlılığı önlemek için bu iki mekanizmayı da kullanabilmektedir.

Bahsedilen buluş vasıtasıyla oluşturulan altyapı sayesinde farklı trafik akışlarına ait uygulamaların farklı tüneller için tünel seçim modülü vasıtasıyla önceliklendirilmesi  
20 sağlanmıştır. Bazı ticari kritik trafik akışları da bahsedilen şekilde önceliklendirilerek, uygun tünel bağlantı yolu üzerinde yönlendirilmesi de sağlanmıştır. Tünel seçim modülü merkezi olarak herhangi bir tünelde belirlenen arıza durumunu anında, LMA ve MAG' dan aldığı ölçümler sayesinde tespit etmekte ve bu durumda uygulamalar için tünel bağlantı parametrelerini güncellemektedir.

25 Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere atıflar yapılmak suretiyle yazılan detaylı açıklama sayesinde daha net olarak anlaşılacaktır ve bu nedenle değerlendirmenin de bu şekiller ve detaylı açıklama göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir.

30

### **Buluşun Anlaşılmasına Yardımcı Olacak Şekiller**

**Şekil-1**, buluşa konu olan mobil ip tabanlı sistemlerde mobil erişim ağ geçidi (MAG) ile lokal hareketlilik bağlantı noktası (LMA) arasındaki en uygun tünel ağının seçim sistemi ve  
35 yöntemine ait temsili görünümüdür. (Şekil-1'de gösterilen kesik çizgiler, kontrol paketlerinin, düz çizgiler ise veri paketlerinin temsili görünümüdür.)

Çizimlerin mutlaka ölçeklendirilmesi gerekmemektedir ve mevcut buluşu anlamak için gerekli olmayan detaylar ihmal edilmiş olabilmektedir. Bundan başka, en azından büyük ölçüde özdeş olan veya en azından büyük ölçüde özdeş işlevleri olan elemanlar, aynı numara ile gösterilmektedir.

5

### Parça Referanslarının Açıklaması

1. Erişim noktası
2. MAG
- 10 3. Uygulama ve Trafik Dağıtımı Belirleme Modülü
4. Tünel Seçim Modülü
  - 4.1 MADM Uygulaması Modülü
5. LTE Tüneli
6. WLAN Tüneli
- 15 7. LMA
8. İnternet

### Buluşta Kullanılan Kısaltmalar ve Yabancı Terimlerin Açıklaması

- 20 - MAG (Mobile Access Gateway): Mobil Erişim Ağ Geçidi: LTE ve WLAN'daki kullanıcıların internet'e erişim sağlaması için ağ geçidi olarak davranmaktadır.
- LMA (Local Mobility Anchor): Lokal Hareketlilik Bağlantı Noktası: PMIPv6 protokolü alanında mobil kullanıcılar için home agent (ana temsilci) görevini üstlenmektedir.
- LTE ( Long Term Evolution) : Uzun Vadeli Evrim
- 25 - WLAN (Wireless Local Area Network): Kablosuz Yerel Alan Ağı
- PMIPv6 (Proxy Mobile IPv6) : Mobil Proxy (Vekil) Protokolü
- COA ( Care Of Address): Mobil cihaz için atanmış geçici ip adresidir.
- MADM (Multimedia Analysis and Data Mining): Multimedya Analizi ve Veri Madenciliği
- VOIP (Voice Over IP) : IP üzerinden Ses Aktarımı
- 30 - GRA (Grey relational analysis) : Gri ilişkisel analiz
- MEW (multiplicative exponent weighting): Çarpımsal üssel ağırlıklandırma
- TOPSIS: (Technique for the Order of Prioritisation by Similarity to Ideal Solution): İdeal çözüme en yakın toplam sıra seçimi
- ELECTRE (elimination and choice translating priority): Önceliklerin eliminasyon ve
- 35 seçim çevrimi

## Buluşun Detaylı Açıklaması

Bu detaylı açıklamada, buluşun tercih edilen yapılanmaları, sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak ve hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak şekilde açıklanmaktadır.

5

PMIPv6 (Proxy Mobile IPv6) protokolü iki hareketlilik ekipmanının varlığı ile beraber çalışmaktadır: Bunlar son düğüm noktası için varsayılan ağ geçidi olarak davranan MAG (2) ve topoloji için dayanak noktası oluşturan LMA' dır (7). MAG (2) ve LMA (7) arasında IP-in-IP tünelleri kullanılarak noktadan noktaya bağlantılar kurulmaktadır. Bahsedilen durumda LMA (7) mobil kullanıcının veri akış/paket trafiğini kendisi ve MAG (2) arasındaki IP tüneller vasıtasıyla MAG' ın (2) bağlı olduğu erişim noktası/noktasından (1) iletmektedir. Buluşta, MAG (2)'e farklı erişim noktalarından (1) bağlantılar kurulabilmektedir.(LTE, WLAN gibi). Mobil kullanıcı hareketlilikten dolayı bir başka MAG (2)'a geçmiş ise, LMA (7) kullanıcıyı takip ederek yeni MAG (2) ile birlikte yeni bir IP tüneli oluşturmasını sağlamaktadır. Böylelikle mobil kullanıcı hareket lokasyonundan bağımsız olarak IP akışlarını, bir MAG (2)'a bağlamakta ve mobil kullanıcıya hareketlilik desteği sağlamış olmaktadır.

10

15

Mobil ağdan paketler alındığı zaman MAG (2) bu paketleri var olan LTE tünelleri (5) ve/veya WLAN tünelleri (6) üzerinde dağıtmaktadır. Trafik dağıtımı ya akış bazlı ya da paket bazlı olarak gerçekleşmektedir.

20

Akış bazlı trafik yönetiminde; her bir IP akışı (yukarı yönde veya aşağı yönde) verilen bir WAN arayüzündeki belirli bir LTE tüneli (5) veya WLAN tüneli (6) ile eşleştirilmektedir. Bahsedilen yöntemde, tünel seçim modülü (4), var olan akışların özelliklerine bakarak hangi tüneli seçmesi gerektiğine karar vermektedir. IP akış düzeyinde çalışırken farklı uygulamalara ait akışları farklı arayüzlerden göndermek için tünel seçim modülü (4) içerisinde MADM tekniklerinden birini (MEW, TOPSIS, GRA, ELECTRE vb.) kullanılarak belirlenmektedir. Örneğin, tünel seçim modülü (4) bir erişime öncelik verebilmektedir: Tünel seçim modülü (4), MAG (2) ile iletişimde bulunarak, herhangi birincil bir erişimdeki (örneğin; LTE gibi) farklı parametrelerden trafiğin, gecikmenin artması, hızın, paket kaybı, seğirme ve enerji gibi değerlerinin artması veya güvenilirlik, güvenlik gibi değerlerde değişiklik olması gibi durumlarda, LTE akışlarının bir kısmını WLAN tüneli (6) vasıtasıyla WLAN erişim ağına aktarması gerçekleşmektedir.

25

30

Paket Bazlı Yönetim yönteminde; LMA (7) ve MAG (2) aynı IP akışına ait paketleri birden fazla WAN arayüzü -örneğin LTE tüneli (5) ve WLAN tünelleri (6)- üzerinden dağıtmaktadır. Eğer paketler farklı WAN arayüzlerinde dağıtılacaksa, bahsedilen paketlerin MAG (2) tarafından

35

alınması, paket gecikmesi nedeniyle sıradan çıkmış şekilde olmaktadır. Bu nedenle MAG (2) ve LMA (7), paketleri tekrar dağıtmadan önce paketlerin sırasını düzeltmektedir. Bahsedilen paketlerin sıralarını düzeltmek için örneğin GRE'de de var olan sıra numarası kullanılabilir.

5

Bahsedilen iki yöntemden paket bazlı yönetimle sıralamanın tekrar yapılması gecikmeye neden olabilmektedir. Bu nedenle bu buluşta MADM teknikleri akış bazlı trafik yönetimi kullanılması için seçilen uygulamalar için kullanılmaktadır.

10 MAG (2) ve LMA (7), oluşturulan LTE tüneli (5) ve/veya WLAN tüneli (6) içerisinde trafiği akış bazlı veya paket bazlı olarak dağıtabilmektedir. Şekil-1'e atfen; LTE ve WLAN ağlarını dikkate aldığımız zaman, erişim noktasından (1) gelen farklı trafiğin LTE tüneli (5) veya WLAN tünellerinden (6) birini veya ikisini birden aynı anda kullanması gerekliliği durumu ortaya çıkmaktadır.

15

Bahsedilen buluşta, bütün mobil kullanıcılar, erişim noktası (1) üzerinden IP tüneli (IP-in-IP, GRE, vb.) ile internet (8) erişimini farklı tüneller vasıtasıyla gerçekleştirmektedir. Bahsedilen durumda erişim noktası (1) içerisinde bulunan mobil kullanıcılar LTE tüneli (5) ve WLAN tünelleri (6) üzerinden internete (8) erişebilmektedirler. Örneğin, video akışı gibi yüksek hız servisleri için hız önemli olurken, paket-bazlı yöntemin kullanılması gerekmekte olup gecikmeye hassas VoIP gibi uygulamalar için akış bazlı trafik yönetimi ile MADM algoritmaları tarafından seçilecek WAN yollarının herhangi birine trafiğin yönlendirilmesi sağlanabilmektedir. MAG (2)'in bu durumu sağlaması için tünel seçim modülünün (4) uygulama bazlı olarak trafik dağıtım metodlarından hangisini kullanmasını MAG (2)'a belirtmesi gerekmektedir. Bahsedilen durumda tünel seçimi modülüne (4), uygulama ve trafik dağıtımı belirleme modülü (3) tarafından MAG (2) ile LMA (7) arasındaki paketlerin hangi uygulamaya ait olduğu bilgisi kullanılarak, paket bazlı veya akış bazlı yöntem seçilmesi ile gerçekleşmektedir. Eğer akış bazlı trafik dağıtım yöntemi kullanılmışsa (video servis uygulamaları için) tünel seçim modülü (4), en uygun tünel MADM tekniklerinden birini kullanarak belirlemektedir. Eğer paket bazlı trafik dağıtım yöntemi kullanılmışsa, LTE tüneli (5) ve WLAN tünellerinin (6) her ikisi de kullanılmaktadır.

25

30 MAG (2) ve LMA (7)'den geçen trafik akışının içerisindeki paket özelliklerine bakarak (paketlerin birbirleri arasındaki zaman aralığı, paket uzunlukları, paket sayıları) belirli bir uygulamaya ait olduğu bilgisi, uygulama ve trafik dağıtımı belirleme modülü (3) vasıtasıyla çıkarılmaktadır. Daha sonra bu uygulama için eğer akış bazlı trafik dağıtım yöntemi

35

seçilmişse, LTE tüneli (5) ve/veya WLAN tüneline (6) ölçülen hız, paket kaybı, güvenilirlik, güvenlik, gecikme, seğirme ve paket kaybı değerlerinden hangilerine öncelik verilmesi gerektiği tünel seçimi modülü (4) tarafından belirlenmektedir.

- 5 Burada belirli bir uygulamaya ait olan (VoIP gibi) trafik akışları için öncelik sırası gecikme, daha sonra hız ve en son güvenilirlik olabilirken, bir başka uygulamaya ait (video servisi gibi) trafik akışları için öncelik sırası hız, paket kaybı, gecikme ve en son seğirme olabilmektedir. Örneğin, VoIP gibi uygulamalar için anlık ölçülen değerlere göre paket bazlı yönetim metodu kullanılarak hem LTE tüneli (5) hem de WLAN tünellerini (6) kullanmak olabilirken, video servisi gibi uygulamalar için akış bazlı trafik yönetimi metodu ile tünel seçim modülü (4) tarafından seçilen LTE tüneli (5) veya WLAN tünellerinden (6) uygun birini kullanmak mümkün olmaktadır. Akış bazlı trafik yönetimi ile yönlendirilen uygulamalar için öncelik sıralaması da MADM teknikleri içinde verilen ağırlık parametreleri ile tünel seçimi modülü (4) içerisinde belirlenmektedir. Bahsedilen ağırlık parametreleri de önceden servis sağlayıcı tarafından belirlenmektedir.
- 10
- 15 Örneğin, önemli ticaret uygulamaları için az gecikme ve az paket kaybı olan yolların tercih edilmesi, gecikme ve paket kaybı tarafındaki ağırlıkların artırılarak kullanılması ile sağlanabilmektedir. Daha az önemli olan trafik akışları da bir başka uygulama için farklı ağırlıklandırma seçenekleri tercih edilebilmektedir.
- 20 Bahsedilen buluş vasıtasıyla MAG (2) ve LMA (7) kullanılarak LTE tüneli (5) ve WLAN tüneli (6) için oluşturulan farklı tünel karakteristiklerinin (gecikme, seğirme ve paket kaybı gibi) ölçümü yapılmaktadır. Daha sonra LMA (7) ve MAG (2) üzerinden geçen her bir ağ trafik akışlarını içerisindeki paketlerin özelliklerine göre, uygulamayı tespit etme ve belirlenen uygulamaya göre trafik dağıtım yöntemi belirleme işlemi uygulama ve trafik dağıtım belirleme modülü (3) vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle LMA (7) ve MAG (2) ekipmanları sürekli olarak uygulama ve trafik dağıtım belirleme modülü (3) ve tünel seçimi modülü (4) ile uygulama paketlerinin hangi tünellerden -LTE Tüneli (5) ve/veya WLAN tüneli (6)- geçmesinin sağlanmasını belirlemek için iletişim halindedir. Örneğin, VoIP uygulaması gibi uygulamaların akışlarında bulunan paket özellik bilgileri, video uygulamaları akışlarının paket özelliklerinden farklı olacağı için uygulama ve trafik dağıtım belirleme modülü (3) vasıtasıyla farklı şekilde değerlendirilmektedir. Bahsedilen durum da bahsedilen akışlara ait trafik için farklı tüneller izlemesini etkilemektedir.
- 25
- 30

Tünel seçim modülü (4) üzerinde çalışan MADM uygulaması modülü (4.1), bahsedilen farklı uygulamalara ait gruplanmış trafik akışları için en uygun LTE tüneli (5) ve/veya WLAN tüneline (6) MADM tekniklerinden birini; (MEW, TOPSIS, GRA, ELECTRE vb.) kullanarak

35

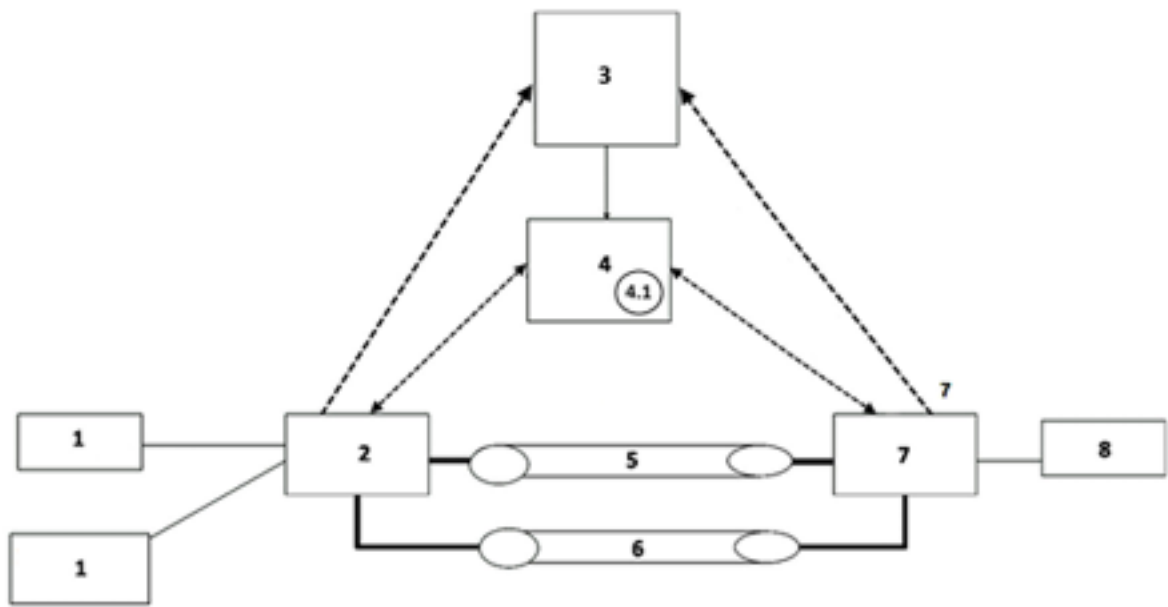
belirlemektedir. Tünel seçim modülü (4) belirlediği seçim sonucunu (her bir akışın hangi yolu tercih etmesi gerektiği) MAG (2) ve LMA (7) ekipmanlarına yüklemektedir. Bu aşamadan sonra MAG (2) ve LMA (7) ekipmanları, kendisinin üzerinden geçen trafik üzerinde uygulanan politikalar çerçevesinde, eğer uygulamanın akış bazlı trafik dağıtımını gerçeklenmesi oluşmuşsa, geçen trafik akışlarını her bir uygulamaya ait olanlar için, tünel seçim modülü (4) içerisindeki MADM uygulaması modülüne (4.1) tanımlanan algoritmalar tarafından tercih edilen LTE tüneli (5) ve/veya WLAN tüneline (6) doğru yönlendirmektedir. Örneğin; geçen trafik akışının içerisindeki paket özelliklerine bakarak (paketlerin birbirleri arasındaki zaman aralığı, paket uzunlukları, paket sayıları) belirli bir uygulamaya ait olduğu bilgisi çıkarıldıktan sonra, LTE tüneli (5) ve WLAN tüneline (6), ölçülen hız, paket kaybı, güvenilirlik, güvenlik, gecikme, seğirme ve paket kaybı değerlerinden hangilerine öncelik verilmesi gerektiği belirlenmektedir. Buluş içerisinde adı geçen erişim noktaları (1); radyo-erişim LTE ve/veya radyo-erişim WLAN olabilmektedir.

#### 15 **Buluşun Çalışma Prensipleri**

Erişim noktasındaki (1) mobil kullanıcılardan internete (8) veya internette (8) erişim noktasındaki (1) mobil kullanıcılara ulaşmak isteyen çeşitli uygulamalara ait akışlar LMA (7) ve MAG (2) ekipmanlarına ulaşmaktadır. Bahsedilen akışlar VoIP, video, resim, anlık mesajlaşma gibi uygulamalar tarafından erişim noktasındaki (1) mobil kullanıcılardan veya internetteki (8) uygulama sunucuları tarafından üretilmektedir. LMA (7) ve MAG (2) ekipmanları gelen farklı akışları kendi içerisindeki tampon belleğe almaktadır. Daha sonra bahsedilen akışlar hakkındaki ön bilgiler (paketlerin birbirleri arasındaki zaman aralığı, paket uzunlukları, paket sayısı, vb.) uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülüne (3) iletilmektedir. Uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülüne (3) gelen akış bilgileri (paketlerin birbirleri arasındaki zaman aralığı, paket uzunlukları, paket sayısı, vb.) kullanılarak var olan akışın hangi uygulamaya ait olacağı belirlenmektedir. Bahsedilen belirleme işlemi için farklı kümeleme algoritmalarını da içine alacak şekilde farklı makine öğrenme yöntemleri (K-means gibi kümeleme veya K-NN gibi sınıflandırma algoritmaları) kullanılmaktadır. Var olan akışın, hangi uygulamaya ait olduğu belirlendikten sonra uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülü (3), bahsedilen uygulamaların hangi trafik dağıtım yöntemi ile (akış bazlı dağıtım veya paket bazlı dağıtım) LTE tüneli (5) ve/veya WLAN tüneline (6) üzerinden dağıtılmasına karar vermektedir. Örneğin, video akışı gibi yüksek hız servisleri için hız önemli olurken, paket-bazlı yöntemin kullanılması gerekmekte olup gecikmeye hassas VoIP gibi uygulamalar için akış bazlı trafik yönetimi ile MADM uygulama modülündeki (4.1) algoritmalar tarafından seçilecek LTE tüneli (5) ve/veya WLAN tünellerinden (6) herhangi birine trafiğin yönlendirilmesi daha uygun olmaktadır. Daha

sonra uygulama ve trafik dağıtımını belirleme modülü (3) tarafından belirlenen her bir akışın hangi uygulamaya ait olduğu ve ne çeşit trafik dağıtım yöntemi kullanılarak dağıtılması gerektiği bilgisi tünel seçim modülüne (4) iletilmektedir.

- 5 Aynı zamanda LMA (7) ve MAG (2)'de, LTE tüneli (5) ve/veya WLAN tünelleri (6) için, ölçülen hız, paket kaybı, güvenilirlik, güvenlik, gecikme, seğirme ve paket kaybı gibi değerleri tünel seçim modülüne (4) iletilmektedir. Tünel seçim modülüne (4) gelen farklı tüneller için ölçülen hız, paket kaybı, güvenilirlik, güvenlik, gecikme, seğirme ve paket kaybı gibi değerler eğer uygulama için akış bazlı trafik dağıtım yöntemi seçilmişse (örneğin video uygulamaları için)
- 10 her bir uygulama için birer matriste toplanmaktadır. Bahsedilen matrisin her bir sütünü LTE tüneli (5) ve/veya WLAN tünelleri (6) için ölçülen hız, paket kaybı, güvenilirlik, güvenlik, gecikme, seğirme ve paket kaybı gibi değerleri her bir satırı ise farklı tüneller (LTE ve WLAN tünelleri) belirtmektedir. . Daha sonra bahsedilen uygulamaya ait öncelik değerleri, tünel seçim modülü (4) tarafından servis sağlayıcının önceden belirlediği değerlere göre ağırlık
- 15 parametresi olarak atanmaktadır. Bahsedilen aşamadan sonra kullanılan MADM tekniği ile bu uygulamaya ait akışların hangi tünelden geçmesi gerektiğine karar verilmektedir. Tünel seçim modülünde (4) MADM tekniklerinden biri (TOPSIS, GRA, MEW, ELECTRE) kullanılarak karar verilmektedir. Tünel seçim modülününün (4) aldığı bu karar, LMA (7) ve MAG (2) ekipmanlarına iletilmekte, LMA (7) ve MAG (2) ekipmanları da tampon belleğe aldığı bu
- 20 akışları uygun tünellerden – LTE tüneli (5) ve/veya WLAN tüneli (6)- birine göndermektedir.



ŞEKİL-1