

**ÖZET****HETEROJEN RADYO ERİŞİM AĞLARINDA KULLANICI DESTEKLİ VE İŞBİRLİKÇİ  
ARAYÜZ SEÇİM METODU**

5

Buluş, çekirdek ağ (6) elemanlarının, farklı bağlantı arayüzleri için önerilen arayüz kalite metriklerine (IQM) göre bir arayüz seçmesi, kaynakların uygun arayüze dağıtılması işlem aşamalarını içeren, heterojen radyo erişim ağlarında, hücresel kablosuz iletişim ağlarındaki düşük sinyal gücüne sahip kenar UE düğümlerinin (3) veri hızının artırılmasını sağlayan arayüz seçim metodu ile ilgili ilgiliidir.

10

## İSTEMLER

1. Buluş, heterojen radyo erişim ağlarında, hücresel kablosuz iletişim ağlarındaki düşük sinyal gücüne sahip kenar UE düğümlerinin (3) veri hızının artırılmasını sağlayan arayüz seçim metodu ile ilgili olup, özelliği;

- 5            - çekirdek ağın (6) elemanlarının, farklı bağlantı arayüzleri için önerilen arayüz kalite metriklerine (IQM) göre bir arayüz seçmesi,  
               - kaynakların uygun arayüze dağıtılması

10            İşlem aşamalarını içermesidir

- 2 İstem 1'e uygun arayüz seçim metodu olup, özelliği, veri alışverişinin baz istasyonu (1) üzerinden yapılması durumunda,

- 15            - her kenar UE düğümünün (3), kendi kapsama alanını ifade eden eşik mesafe değerini ( $d_{th}$ ) kullanarak, işbirlikçi RN-UE düğümü (2) adaylarını belirlemesi,

- 20            - iç bolgede bulunan bir UE düğümü (3) ile kenar UE düğumu (3) arasındaki mesafenin, bosphorus eşik mesafe değerinden az olması durumunda, bosphorus iç bölge UE düğümünün (3) işbirlikçi RN-UE düğümü (2) adayı olarak seçilmesi,

- 25            - aday işbirlikçi RN-UE düğümüne (2) ait kullanılabilir her kanalın kalite bilgisinin (CQI), arayüz kalite metriğinin (IQM) oluşması için baz istasyonuna (1) gönderilmesi

İşlem adımlarını içermesidir.

- 3 İstem 1'e uygun arayüz seçim metodu olup, özelliği; arayüz kalite metriği üzerinden yapılan seçim sonucunda veri alışverisinin AP (4) üzerinden iletilmesi durumunda;

- 30            - AP'ye (4) ait kullanılabilir kanalın kalite bilgisinin (CQI), arayüz kalite metriğinin (IQM) oluşması için AP yöneticisine (61) gönderilmesi ve,  
               - veri trafiğinin AP yöneticisi (61) üzerinden gerçekleşmesidir.

4 İstem 1'e uygun arayüz seçim metodu olup, özelliği; çekirdek ağın (6) elemanlarının, farklı bağlantı arayüzleri için önerilen arayüz kalite metriklerine göre bir arayüz seçmesi işlem adımlının;

5

- veri hızı belli bir eşik değerinin altında olan her kenar  $UE_k$  düğümünün (3)  $i$  arayüzü için, spektral verimlilik  $(\eta_i^k(t))$ , farklı arayüzler için bir düzgeleme katsayısı ( $\gamma_i$ ) ve kullanılabilen bant genişliğinin  $(AWB_i^k(t))$  fonksiyonu olarak,

10

$$IQM_i^k(t) = f(\eta_i^k(t), \gamma_i, AWB_i^k(t)), i \in S_{RC_k} \cup S_{AP_k} \cup S_{BS}$$

formülüyle tanımlanan arayüz kalite metriğinin (IQM) hesaplanması,

15

- hesaplanan arayüz kalite metriği değerlerinin içinde en yüksek değere sahip olan arayüzün çekirdek ağ (6) elemanları tarafından seçilmesi,

işlem adımlarını içermesidir.

20

5 İstem 4'e uygun arayüz seçim metodu olup, özelliği;

25

- hesaplanan arayüz kalite metriklerinin (IQM) baz istasyonu (1) tarafından veya AP yönetici (61) tarafından, P-GW (63) ve S-GW (62) aracılığıyla MME'ye (64) gönderilmesi ve,
- hesaplanan arayüz kalite metriği değerlerinin içinde en yüksek değere sahip olan arayüzün çekirdek ağ (6) elemanı olan MME (64) tarafından seçilmesidir.

30

6. İstem 1'e uygun arayüz seçim metodu olup, özelliği; kaynakların uygun arayüze dağıtılması işlem adımlının;

- baz istasyonuna (1) en uzak UE düğümlerinden (3) başlanılarak zamanlamanın gerçekleştirilmesi,

- bahsedilen zamanlamada, en yüksek kanal kalite bilgisi (CQI) değerine sahip alt-bandın, ilgili UE düğümüne (3) atanması,
- bütün kenar UE düğümleri (3) için benzer zamanlama tamamlandığında kaynak dağıtılması işlem adımlının sona ermesi

5

İşlem adımlarını içermesidir.

7. İstem 6'ya uygun arayüz seçim metodu olup, özelliği;

- 10      -  $UE_k$  düğümünün kenar UE düğümü (3) olduğu ve baz istasyonu (1) ile iletişim için işbirlikçi RN-UE düğümü (2) kullandığı durumda, alt-bant n için en yüksek CQI değerine sahip UE düğümü (3) olan  $UE'_k$ 'nin,  $UE'_k = \arg \max_{UE_k \in U} (\text{CQI}_{k,n})$  formülüyle bulunması,
- 15      - eğer,  $R_{k'} \geq R_n$  ise  $UE'_k$  düğümünün (3), bütün UE düğümlerini (3) içeren U setinden çıkarılması

İşlem adımlarını içermesidir

8. İstem 1'e uygun arayüz seçim metodu olup, özelliği;

- 20      - RN-UE düğümünde (2) yer alan kullanıcı cihazı, cep telefonu veya kendi kendine çalışabilen cihazdır.

9. İstem 1'e uygun arayüz seçim metodu olup, özelliği;

- 25      - AP (4), WLAN teknolojisine bağlı çalışan bir erişim noktasıdır.

30

## TARİFNAME

### HETEROJEN RADYO ERİŞİM AĞLARINDA KULLANICI DESTEKLİ VE İŞBİRLİKÇİ ARAYÜZ SEÇİM METODU

5

#### Teknik Alan

Buluş, hücresel kablosuz iletişim ağlarındaki düşük sinyal gücüne sahip kenar UE (user equipment/kullanıcı ekipmanı) düğümlerinin veri hızının, işbirlikçi röle-kullanıcı (RN-UE)

- 10 düğümü veya WLAN (wireless local area network/kablosuz yerel erişim ağı)'a bağlı bir veri erişim noktası (AP: access point) ile donatılmış heterojen kablosuz ağlarda artırılmasını sağlayan, kullanıcı destekli ve işbirlikçi röleleme teknigi için tasarlanan, arayüz seçim metodu ile ilgilidir.

15 **Tekniğin Bilinen Durumu**

Literaturde bulunan, kullanıcı-destekli ve işbirlikçi röleleme tekniklerinin hiçbirinde, heterojen kablosuz ağlar üzerindeki arayüz seçim metodu incelenmemiştir.

- 20 Heterojen ağ (HetNets) elemanları, ağ kapasitesini verimli bir şekilde artırmak amacıyla, kullanıcıların coğrafya üzerinde dağılımları olan uzamsal dağılımlarından maksimum şekilde yararlanabilmesi için hücre içerisinde dağıtılmaktadır. Heterojen ağların en büyük avantajı, kullanıcıların yer bilgisini de dikkate alarak en uygun şekilde veri iletimini sağlamaktır. Bu yer bilgisini göz önünde bulundurarak uygun kanal frekans 25 dağıtımları yapılarak veri iletişim hızı daha yükseğe çekilmektedir. Bugüne kadar, WLAN ve işbirlikçi röleleme teknikleriyle desteklenen, heterojen kablosuz ağlar için tanımlanmış hem spesifik bir arayüz kalite metriği ile hem de her bir arayüz üzerinden uygun bant genişliğine ve bağlantı kalitesine bağlı olarak seçim metodu ile yönetilebilen bir çalışma bulunmamaktadır.
- 30 Röleleme teknigi, 3GPP ( 3rd Generation Partnership Project) uzun vadeli evrim (LTE: Long Term Evolution) ağlarının yanı 4. Nesil (4G. 4th Generation) radyo erişim ağlarının önemli bir parçasıdır ve bu teknik ITU-R (International Telecommunication Union Radiocommunication sector) tarafından belirlenen IMT-Advanced (International Mobile Telecommunication Advanced) gerekliliklerini karşılamakta kolaylık 35 sağlamaktadır ([1] nolu referans) Röleleme teknigi, toplam veri hızını artırma, hücre

kapsama alanını genişletme ve maliyet düşürmesi nedeniyle mevcut radyo erişim ağlarının önemli bir parçası olarak kabul edilmiştir ([2], [3], [4], [5] ve [6] nolu referanslar).

- 5    UE düğümleri (kullanıcılar), RN-UE (Rôle-kullanıcı) düğümüne bant-içi (in-band) ya da bant-dışı (out-band) olarak bağlanabilirler. Bant-içi rölelerde, RN-UE düğümü-BS (baz istasyonu) bağlantısı (rôle linki) ve UE düğümü ile RN-UE düğüm bağlantısı (erişim linki) aynı frekans bandını paylaşırlar (Şekil 1). Böylece bant-içi rôle düğümler, ortamda aynı frekans bandından yayın yapan iki kaynak olduğu durumda meydana gelecek olan  
10   kendi girişim sorununu önlemek için, sadece veri alınamayan veya sadece verilebilen yarı çift yönlü (half-duplex) modda çalışabilir (Şekil 3). Verilerin rôle aracılığıyla iletimi, yükselt-ve-ilet (amplify-and-forward) veya çöz-ve-ilet (decode and forward) yöntemleri ile gerçekleştirilebilir. Çöz-ve-ilet yönteminde, RN-UE düğümü, alınan sinyali çözer ve iletmek için yeniden kodlar ([7] nolu referans). 4G LTE ağlarında, radyo kaynak  
15   yönetimi (radio resource management), hem frekans hem de zaman kaynaklarını kapsar 4G LTE ağları içerisindeki her kullanıcı, dinamik olarak kendisine zaman ve frekans çerçevesinde ayrılan belirli bir kaynak öğesinden (resource element) veri transferi yaparlar.
- 20   Önceki çalışmalarında, kullanıcı destekli ve işbirlikçi rôleleme teknigi ve WLAN'ın hücresel kablosuz iletişim ağları üzerine etkisi ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca, bunların birlikte çalıştığı uçtan uca (end-to-end) (Radyo Erişim Ağı, İletim ve Çekirdek Ağ da dahil olmak üzere) bir metot üzerine odaklanılmamıştır. Bazı ilgili çalışmalarında da, işbirlikçi rôle-kullanıcı (RN-UE) düğümü kullanarak veri hızı artışı, veri erişim noktası  
25   (AP) seçme yöntemleri veya güç tasarrufu konuları ayrı ayrı vurgulanmaktadır. Bu bahsi geçen teknikler, aşağıda açıklanmakta olup bu buluşa konu olan metottan daha farklı yöntemlere dayandırılmakta ve bir çoğu uçtan uca mimariyi kapsamamaktadır.  
Literatürde hem bu buluşa konu olan metot için düşük veri hızına sahip olan UE  
düğümlerinin veri hızını artıtabilecek, hem de doğru şekilde radyo kaynaklarının tahsis  
30   edilmesini sağlayabilecek uçtan uca bir mimariye rastlanılmamaktadır.

Referanslar başlığı altında verilen [8] nolu referansta, yazarlar bilişsel iletişim yönteminde kanal kalitesine bağlı olarak en iyi ağ arayüz seçimi için bir metot önermişlerdir. Fakat, önerilen bu metotta, kullanıcı destekli ve işbirlikçi rôleleme teknigi  
35   kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Aynı zamanda, hangi arayüzü seçeceğini belirten bir

metrik tanımlanmadığı gibi, önerilen yaklaşım sadece bilişsel (cognitive) iletişim teknigi için geliştirilmiştir.

[9] nolu referansta yazarlar, UE düğümlerinin röle gibi kullanılmasıyla, makro hücre yapısı, ev-baz istasyonu veya femto hücre yapısını kapsayan heterojen kablosuz ağlardaki girişim etkisinin (interference) kontrolü ve azaltılmasına yönelik teknikler üzerine çalışmışlardır Fakat, önerilen bu yaklaşım sadece girişim yönetimini içermekle birlikte, heterojen kablosuz ağlardaki farklı ağların seçimine yönelik bir seçim kriterini içermemektedir.

10

[10] nolu referansta, yazarlar farklı bir röle düğümü seçme ve tanımlama metodu önermişlerdir. Bununla birlikte, önerilmiş olan deneyimsel (heuristic) algoritmanın kullanılmasıyla elde edilen veri hızındaki kazanç, benzer şekilde fakat rölesiz olarak tasarlanan hücresel kablosuz iletişim ağı ile kıyaslandırılarak gösterilmektedir. Fakat, 15 yazarlar önerdikleri bu sistemde de heterojen kablosuz ağları göz önünde bulundurmamışlardır.

20

İşbirlikçi role ağları için mobil kullanıcı uygulama senaryoları ve sistem mimarisi [11] ve [12] nolu referanslarda incelenmektedir. Fakat, bu çalışmalarında heterojen kablosuz ağlar ele alınmamıştır.

25

Sadece kullanıcı taleplerini ve sistem kısıtlamalarını karşılamadan yanı sıra yüksek bir şekilde kullanılabilir kaynak tahsisini de gerçekleştiren ve sunucu seçimini sağlayan işbirlikçi sistem yaklaşımı [13] nolu referansta sunulmuştur Bu yaklaşım heterojen kablosuz ağlar için tanımlansa da, kullanıcı destekli ve işbirlikçi röleleme tekniğini kapsamamaktadır

Hücresel kablosuz iletişim ağlarında sadece WiFi kullanılarak gerçekleştirilen farklı metodlar ise [14] ve [15] nolu referanslarda açıklanmıştır.

30

[16] nolu referansta önerilen metod, heterojen kablosuz ağlarda istasyon değiştirme (Hand-over) işlevini, UE düğümleri tarafından gerçekleştirilen RSSI (Receive Signal Strength Indicator) ölçüm değerine bağlı olarak ve WiFi/WIMAX gibi teknolojilerden yararlanarak gerçekleştirilmektedir. Fakat önerilen metodda röleleme ele alınmamıştır.

35

[17] nolu referans olan Amerikan patent dokümanında ise, işbirlikçi rôleleme tekniğinin uygulandığı bir kablosuz ağ teknolojisini içermektedir. Bu teknoloji direkt kanal ve rôle kanalından gelen paketlerin, hatalı bir şekilde tekli bir paket halinde alınmasındaki doğruluğun artırılması veya yanlışlıkla rôlelenmiş paketler kullanılarak, direkt 5 paketlerin çözümlenmesine yardımcı olunması için tasarlanmıştır. Bahsedilen teknoloji, sadece tekli paket alım doğruluğunun artırılması üzerine odaklanarak, işbirlikçi rôle-kullanıcı düğümü yardımı ile bir paket iletim yöntemi önerilmektedir. Önerilen bu metot, ne veri erişim noktası üzerinden veri alışverişini, ne de frekans kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmasını kapsamaktadır.

10

[18] nolu referans olan Amerikan patent dokümanında, WLAN ile üçüncü nesil hücresel kablosuz iletişim ağının (3G) bir arada çalışabileceği bir metot önerilmektedir. Önerilen metot, WLAN üzerinden veri transferi sağlayan aktif bir UE düğümü için oturum ve hareketlilik yönetimini sağlamaktadır. Fakat önerilen metot etkin bir AP seçimi veya 15 frekans kaynaklarının etkin bir şekilde kullanımına yönelik bir yapıyı kapsamamaktadır.

[19] nolu referans olan Amerikan patent dokumanı ise, çoklu radyo platforma (multi-radio) sahip bir kullanıcının, hücresel kablosuz iletişim ağlarına ve WLAN'a erişimi için bir entegrasyon metodu içermektedir. Önerilen metot, WLAN'dan bilgi toplayan ve bu 20 bilgileri çoklu radyo platform UE düğümlerine yollama işlevini yapan baz istasyonlarının yük aktarma (offloading) koordinasyonunu içeren bir yöntem önermektedir. Bu UE düğümleri, aktif/pasif AP (access point) bilgisini, WLAN'ın kapsama bölgelerine girdip çıktıka almaktadırlar. Bu metot, yük aktarma (offloading) tekniğiyle dordüncü jenerasyon ağların etkinliğini geliştirmek için tasarlanmış olsa da kullanıcı-destekli ve 25 işbirlikçi rôleleme ve frekans kaynaklarının etkin kullanımını kapsamamaktadır.

[20] nolu referans olan Amerikan Patent dokümanında, sabit baz istasyonları ve rôle 30 düğümleri arasındaki iletişim ile ilgili destek sağlanmaktadır. Önerilen metot, çok sayıda rôle düğümleri ve sabit baz istasyonları arasındaki iletişim ve sinyalleşme prensiplerini içermesine rağmen, bu metotta WLAN, kullanıcı-destekli ve işbirlikçi rôleleme ve frekans kaynaklarının etkin bir şekilde kullanımı kapsamamamıştır.

[21] nolu referans olan Amerikan Patent dokümanında ise, kullanıcı destekli ve işbirlikçi rôleleme tekniği mevcut bir hücresel kablosuz iletişim ağı içi önerilen metot ile 35 maksimum veri hızı değerlerine, ya maksimum veri hızı zamanlama algoritmasını (max

throughput scheduling algorithm) kullanarak ya da UE düşümlerine eşit kullanım hakları veren round-robin zamanlama algoritması kullanarak ulaşımaktadır. Fakat önerilen bu metotta, WLAN bağlantısı veya etkin bir şekilde frekans kaynak kullanımını bulunmamaktadır

5

Sonuç olarak yukarıda anlatılan olumsuzluklardan dolayı ve mevcut çözümlerin konu hakkındaki yetersizliği nedeniyle ilgili teknik alanda bir geliştirme yapılması gerekliliğinin varlığı tescil edilmiştir.

## 10 Buluşun Amacı

Buluşa konu olan metotta, bant-içi RN-UE düşümleri olduğu kabul edilmiştir.

Buluşa konu olan metotta, çöz-ve-ilet yönteminin kullanıldığı varsayılmaktadır.

15

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

Buluşa konu olan sistemin ana amacı, heterojen kablosuz ağ ortamında işbirlikçi RN-

20 UE düğümü ve WLAN bağlantılarını da kullanarak, muhtemel bağlantı sayılarını artıracak şekilde, kenar UE düşümlerinin veri hızlarını artırmaktır. Kenar UE düşümleri, ya da diğer bir deyişle kenar kullanıcıları, makro baz istasyonunun kapsama alanının uc noktalarında yer alan kullanıcılardır. Bu kullanıcılar baz istasyonuna çok uzak oldukları için genellikle kötüzayıf sinyal alırlar. Ayrıca, buluşa konu olan metotta

25 kenar kullanıcılarla ek olarak gölgeleme/sönümleme ve/veya özellikle BS arasında oluşan girişimden (interference) dolayı düşük SINR'lı (Signal to Interference plus Noise Ratio) UE düşümlerinin veri hızları da AP ve işbirlikçi RN-UE düşümlerini kullanarak artırılmaktadır. Bu amaçla buluşa konu olan metot, 3. Nesil ortaklık programı (3GPP) kapsamında geliştirilen LTE ve LTE-Advanced, yanı 4. Nesil radio erişim ağları (4G)

30 için IMT-Advanced gereksinimlerini yerine getiren metot olarak da kullanılabilir

Buluşun diğer bir amacı, kenar UE düşümlerinin veri hızını artırmanın yanı sıra, röleleme tekniği sayesinde 4G gibi (örn: LTE gibi) yeni nesil hücresel kablosuz iletişim ağlarının hücre kapsama alanlarını da genişletmesidir.

35

Buluşa konu olan metodun diğer bir amacı da, özellikle düşük maliyetli AP'lerin ağ optimizasyonuna eklenmesi nedeniyle önemli bir maliyet tasarrufu sağlanmasıdır Kapsama alanlarını artırmak için, AP dağıtımları, ağıdaki genel BS dağıtımlarına göre daha ucuz ve kolaydır. Buluşa konu olan metot aynı zamanda düşük güç ile daha yüksek iletim oranları sağlama sayesinde UE düğümlerine güç tasarrufu da sağlar Bu da UE düğümlerinin pil ömrünü artırır.

Buluşun diğer bir amacı, her UE düğümünün heterojen kablosuz ağlar içerisinde farklı arayüz (interface) seçimini farklı arayüz setlerinden, (yani 3GPP (örneğin LTE baz istasyonu (BS)) erişim ağı, İşbirlikçi roleleme veya 3GPP olmayan (örneğin Wi-Fi WLAN gibi) erişim ağları) gerçekleştirmesidir. Bu seçim, kullanılabilir bant genişliği, bağlantı kalitesi, RN-UE düğümü, BS ve AP ortalama spektral verimliliğine bağlı olarak hesaplanan arayüz kalitesi metriğine (IQM) dayanmaktadır.

15 Buluşa konu olan metotta, UE düğümleri için uygun arayüz seçimi, hücresel kablosuz iletişim ağ operatöründeki çekirdek ağ elemanları tarafından gerçekleştiriliyor. Ayrıca bahsedilen metotta, mevcut çekirdek ağ elemanlarına ek olarak bir AP denetleyicisi de bulunmaktadır Hücresel kablosuz iletişim ağ operatörü kararına göre, uygun arayüz seçimi, düşük sinyal sorunu yaşayan UE düğümlerine, çekirdek ağ elemanları (örneğin, 20 ağ geçidi (gateway) MME (Mobility Management Entity) ) tarafından yürütülür.

Yukarıda anlatılan amaçları yerine getirmek üzere, çekirdek ağ elemanlarının, farklı bağlantı arayızları için önerilen arayüz kalite metriklerine (IQM) göre bir arayüz seçmesi, kaynakların uygun arayüze dağıtılması işlem aşamalarını içeren, heterojen radyo erişim ağlarında, hücresel kablosuz iletişim ağlarındaki düşük sinyal gücüne 25 sahip kenar UE düğümlerinin veri hızının artırılmasını sağlayan arayüz seçim metodu geliştirilmiştir. Bu arayüz seçim metodu, her UE düğümü için BS (base station) ve çekirdek ağ elemanları tarafından alınan geri-bildirim bilgilerine bağlıdır. 4G teknolojisini destekleyen UE düğümleri için, BS'ler her bir geri bildirim döneminde farklı 30 karar ölçütlerini dikkate alan IQM'e dayalı kaynak ayırimına göre, uygun arayüz bildiriminde bulunurlar. Böylece, operatörlerin kendi ağ kaynaklarını daha verimli ve dinamik bir şekilde kontrol etmelerini sağları. Şu anki LTE kaynak blok zaman uzunluğu olan 1ms'ye eşit veya daha fazla olabilen IQM geri bildirim periyodu ve 35 iletişim aralığı, dinamik olarak kullanılan telekomünikasyon standardına bağlı olarak değiştirilebilir

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.

5

### **Buluşun Anlaşılmamasına Yardımcı Olacak Şekiller**

**Şekil 1**, hücresel kablosuz ağ ve WLAN altyapısını da içeren, buluşa konu olan sistemin temsili gorunümüdür.

10 **Şekil 2**, buluşa konu olan metotta gerçekleştirilecek olan işlemleri gösteren sinyalleşme diyagramıdır

**Şekil 3**, yarı çift yönlü role dilim yapısını göstermektedir.

**Şekil 4**, buluşa konu olan sistemi içerisinde barındıran genel yapının temsili gorunumudür.

15

### **Parça Referanslarının Açıklaması**

1. Baz istasyonu

2. RN-UE düğümü

20 3. UE düğümü

4. AP

5. WiFi'li düğümler

6. Çekirdek ağ

25 61. AP yönetici

62. S-GW

63. P-GW

64. MME

**RN-UE:** Relay Node-User Equipment/Röle-kullanıcı cihazı (4G teknolojisini destekleyen)

30 **UE:** User equipment/Kullanıcı cihazı (4G teknolojisini destekleyen)

**WiFi:** Wireless Fidelity/Kablosuz internet ağı

**S-GW:** Serving Gateway/Hizmet ağ geçidi

**P-GW:** Packet Data Network Gateway/Paket verisi ağı ağ geçidi

35 **MME:** Mobility Management Entity/Hareket yönetim aygıtı

**AP:** Access Point/Veri Erişim Noktası

Çizimlerin mutlaka ölçeklendirilmesi gerekmektedir 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.

**Buluşun Detaylı Açıklaması**

10 Bu detaylı açıklamada, buluşa konu olan arayüz seçim metodunun tercih edilen yapılanmaları, sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak açıklanmaktadır.

15 Buluşa konu olan yöntemde kullanılan cihazlar, baz istasyonu (1), RN-UE düğümündeki (2) RN-UE yani rôle düğümü kullanıcı cihazı, UE düğümünde (3) yer alan WiFi özelliğine sahip 3GPP baz istasyonuna (1) bağlı UE yani kullanıcı cihazı, AP'de (4) yer alan veri erişim cihazı, WiFi'li Düğüm (5) yanı Wi-Fi özelliğine sahip herhangi bir kullanıcı cihazı (5) ve çekirdek ağ (6) içerisindeki AP yöneticisi (61), S-GW (Serving Gateway) (62), P-GW (Packet Data Network Gateway) (63) ve MME (Mobility Management Entity) (64)'dır.

20 25 Baz istasyonu (BS) (1) tercihen LTE (Long Term Evolution) baz istasyonudur (1) İşlevi ise, sırasıyla her bir bağlantı için gözlemlenen IQM değerlerini S-GW (62) (serving gateway) yardımıyla MME'ye (64) göndermek ve MME (64) tarafından seçilen arayüzü UE düğümüne (3) geri bildirmektedir.

25 30 35 UE'ler, UE düğümlerindeki (3) kullanıcı cihazları olup, tercihen 4G teknolojisini destekleyen (örneğin LTE gibi) cep telefonlarıdır. Kullanıcı cihazlar, hücresel iletişim metodunu kullanan cihazlardır, cep telefonu dışında, rôle işlemi yapan bir cihaz da olabilirler. Hücre kapsamlı alanı sınırlına yakın olan UE'ler, kenar UE düğümü olarak adlandırılırlar. Bu kenar UE düğümleri, gölgeleme/sönükleme ve hücre kenarında olmaları veya yüksek girişime maruz kalmaları nedeniyle düşük SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio) değerlerine sahip olurlar. UE düğümleri (3), baz istasyonu (1) veya AP yöneticisini (61) kullanarak, UE düğümü (3) ve İşbirlikçi RN-UE düğümü (2) arasındaki ve ayrıca UE düğümü (3) ve AP (4) arasındaki kanal kalite değerlerini (CQI) gönderme işlevine sahiptir.

- AP (4), IEEE 802.11n standardında bir AP (access point/veri erişim noktası) cihazını temsil etmektedir. Bu AP'ler (4) WLAN sisteminde çalışırlar. AP yöneticisi (61) de, UE düğümü (3) ile AP (4) bağlantısı için, arayüz kalite metriği (IQM) değerlerini, MME'ye (64) gönderme işlevine sahiptir ve veri trafiği AP (4) üzerinden iletilirse, bu trafik, AP yöneticisi (61) üzerinden çekirdek ağı (6) elemanlarına açılır. WiFi'lı Düğüm (5), AP'ye (4) doğrudan bağlı olup BS'e (1) bağlı değildir. WiFi'lı Düğüm (5), AP (4) üzerindeki kanal kullanımı etkiler.
- 5 10 S-GW (serving gateway) (62), baz istasyonundan (1) aldığı arayüz kalite metriği (IQM) değerlerini MME'ye (64) gönderme işlevine sahiptir. P-GW (Packet Data Network Gateway) (63), AP Yöneticisinden (61) aldığı arayüz kalite metriği değerlerini S-GW (serving gateway) (62) aracılığıyla MME'ye (64) gönderir
- 15 20 4G'deki hücresel kablosuz iletişim ağlarında (örneğin LTE), radyo kaynak yönetimi, frekans ve zaman kaynaklarının ikisini de kapsar. Her kullanıcı dinamik olarak belirlenen bu kaynaklar vasıtasıyla veri alabilmektedir. Örneğin, bir 4G LTE ağında, 20 MHz bant genişliği için en fazla 100 uygun kanal bulunmaktadır (bir kanal 180 kHz ve 12 alt-Taşıyıcıyı içerir – [22] nolu referans). Ayrıca, Wi-Fi gibi 3GPP olmayan erişim teknolojilerinde en fazla 52 uygun kanalda toplam 20 MHz bant genişliği bulunmaktadır ([23] nolu referans). Dolayısıyla farklı erişim arayüz setlerindeki kaynak bloklarının, bant genişliklerinin aynı olamayacağı sonucuna varılır
- 25 30 Buluşa konu olan arayüz seçim metodunda, bazı UE düğümleri (3) baz istasyonuna (1) uzak olan ya da gölgeleme/sonumleme yaşayan düşük veri hızına sahip diğer UE düğümlerine (3) rôle görevi yapabilmektedir. Role görevi yapan bu UE düğümlerine (3) İşbirlikçi RN-UE düğümü (2) denir. İşbirlikçi RN-UE düğümü (2) vasıtasıyla veri transferi tekniğine kullanıcı destekli ve işbirlikçi rôleleme tekniği denir. Rôleleme teknolojisinde en az üç aktif nokta olduğu düşünülebilir. Bir tanesi kaynak, bir tanesi hedef, diğeri ise kaynaktaki bilginin hedefe varmasında yardımcı olan ünite. Kaynaktaki bilginin hedefe varmasında kullanılan yardımcı ünite, yani RN-UE (Relay Node User Equipment) kendi kendine çalışan bir cihaz olabileceği gibi, bizler tarafından kullanılan bir cep telefonu bile olabilir. Buluşa konu olan yöntemde kullanılan role üitesi, yani RN-UE, örneğin kullanıcının cep telefonudur, bu sebepten dolayı kullanıcı destekli rôleleme teknolojisi

olarak adlandırılmaktadır. RN-UE düğümlerindeki (2), bu işbirlikçi RN-UE'ler veri hızını artırmak amacıyla düşük veri hızına sahip UE düğümleriyle (3) iletişim kurarlar.

Buluşa konu olan arayuz seçim metodunda, her UE düğümü (3) heterojen kablosuz ağlar içerisinde arayuzu (interface) seçimini farklı arayüz setlerinden, (yani 3GPP (örneğin LTE baz istasyonu (BS)) erişim ağı, kullanıcı destekli ve işbirlikçi röleleme teknigi veya 3GPP olmayan (örneğin Wi-Fi WLAN gibi) erişim ağları) gerçekleştirir.

Buluşa konu olan metotta, uygun arayüzü üç aşamada seçen ağ elemanları mevcuttur

5 - İlk aşamada, işbirlikçi RN-UE düğümü (2) adayı seçimi, UE düğümü (3) tarafından kanal kalitesine bağlı olarak yapılır.

- İkinci aşamada, çekirdek ağıın (6) elemanları (örn: MME (64), AP yöneticisi (61) ve S-GW (62)) farklı bağlantı arayızları için önerilen arayüz kalite metriklerine göre bir arayuz seçer.

10 - Üçüncü aşamada da kaynaklar uygun arayuze dağıtilır.

Bu şekilde UE düğümlerinin (3), Baz İstasyonu (BS) (1), işbirlikçi RN-UE düğümü (2) ya da, AP'ye (Access Point/Veri Erişim Noktası) (4) (örn: Wi-Fi) erişim fırsatları oluşur AP (4), WiFi teknolojisini kullanan ve kablosuz olarak yayın yapan bir düğüm (node) gibi düşünülebilir. Yukarıda bahsedilen üç aşama detaylı olarak aşağıda açıklanmıştır.

15 **1. Aşama: Aday Liste Seçimi:** Her kenar UE düğumu (3) kendi kapsama alanını ifade eden eşik mesafe değerini ( $d_{th}$ ) kullanarak işbirlikçi RN-UE düğümü (2) adaylarını belirler. İç bolgede bulunan bir UE düğümü (3) ile kenar UE düğümü (3) arasındaki mesafe  $d_{th}$  değerinden az ise, bu iç bölge UE düğümü (2), işbirlikçi RN düğümü (2) adayı olur Bir  $UE_k$  düğümü için işbirlikçi RN-UE düğümü (2) aday arayüz seti,

$$S_{RC_v} = \{ UE_v | d_{k,v} \leq d_{th}, k \neq v \}$$

20 30 olarak tanımlanır ve  $d_{k,v}$ ,  $UE_k$  ve  $UE_v$  düğümleri arasındaki Öklid, mesafeyi belirtir. Benzer şekilde her kenar UE düğümü (3), AP (4) aday setini eşik değerine ( $d'_{th}$ ) göre belirler Bir  $UE_k$  düğümü için AP (4) aday arayüz seti,

$$S_{AP_k} = \{AP_u | d'_{k,u} \leq d'_{th}\}$$

olarak tanımlanır ve  $d'_{k,u}$   $UE_k$  düğümü ile  $AP_u$  AP'si (4) arasındaki Öklid, mesafeyi belirtir. Benzer şekilde  $S_{BS}$  de baz istasyonu (1) setini temsil eder. Aday işbirlikçi RN-5 UE düğümü (2) ve AP'lere (4) arıt kullanılabılır kanal kalite bilgisi (CQI) arayüz kalite metriğinin (IQM) oluşturulması için sırasıyla baz istasyonuna (1) ve AP yöneticisine (6) gonderilir.

**2. Aşama: IQM Belirlenmesi:** Bu aşamada her kenar UE düğümü (3) için arayüz kalite metriği (IQM) hesaplanır. Bu IQM değerlerinin içinde en yüksek değere 10 sahip olan arayüz, çekirdek ağ tarafından seçilir. Bu metrik,  $UE_k$  düğümünün  $i$  arayüzü için, spektral verimlilik  $(\eta_i^k(t))$ , farklı arayüzler için bir düzgeleme katsayısı ( $\gamma_i$ ) ve kullanılabilen bant genişliğinin (altband ya da kaynak bloğunun başka bir kullanıcı tarafından kullanılıp kullanılmadığını belirten parametre)  $(AWB_i^k(t))$  fonksiyonu olarak,

15

$$IQM_i^k(t) = f(\eta_i^k(t), \gamma_i, AWB_i^k(t)), i \in S_{RC_k} \cup S_{AP_k} \cup S_{BS}$$

şeklinde tanımlanır. Bu fonksiyon, arayüzlerdeki trafik yoğunluğunu ya da altbantların 20 ortalama kullanım verilerine bağlı olarak gözönünde bulundurma kapasitesine sahiptir. Bu fonksiyondaki düzgeleme katsayısı farklı bağlantı arayüz setlerindeki farklı CQI değerlerinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, LTE'de CQI değerleri 1-15 arası değişirken ([22] nolu referans), WiFi'da 1-8 arası değişmektedir ([23] nolu referans). Bu karar metriği, veri hızı bir eşik değerinin altında olan kenar UE düğümleri (3) için hesaplanır. Hücresel kablosuz iletişim ağ operatörünün kararına bağlı olarak, bağlantı arayüz 25 seçimi, çekirdek ağ (10) tarafından (örn: MME (64): Mobility Management Entity/Hareket yönetim aygıtı) uygulanacaktır. Bu sayede hücresel kablosuz iletişim ağ operatorleri ağ kaynaklarını kontrol ederek daha verimli kullanılmasını sağlayacaktır.

**3. Aşama: Kaynak Bölüşümü:** Buluşa konu olan metot, baz istasyonuna 30 (1) en uzak UE düğümlerinden (3) başlayarak çizelgemeyi gerçekleştirir. Bu zamanlamada en yüksek CQI değerine sahip alt-bant, ilgili UE düğümüne (3) atanır. Butün kenar UE düğümleri (3) için benzer zamanlama tamamlandığında kaynak bölüşümü sona erer.

Sırasıyla,  $K, N, R, R_k, R_{th}, U$  kullanıcı sayısı, alt-kanal sayısı, toplam veri hızı,  $UE_k$  düğümünün veri hızı, her UE düğümünün (3) erişmesi gereken eşik veri hızı değeri ve eşik değeri aşamamış UE düğüm seti olsun.

5

İlk olarak, bütün UE düğümleri (3)  $U$  setindedir, yani,  $R_k = 0, \forall k \in U, U = \{1, 2, \dots, K\}$ . Sonra, her UE düğümü (3) için, her bir kaynak bloğundaki CQI değerleri hesaplanır. Butün UE düğümleri (3) için, CQI değeri, SNR değerleri kullanılarak baz istasyonu tarafından CQI tablosu ile belirlenir.  $UE_k$  düğümünün kenar

10 UE düğümü (3) olduğu ve baz istasyonu (1) ile iletişim için işbirlikçi RN-UE düğümü (2) kullandığı durumda n alt-bandındaki CQI değeri, Baz İstasyonu (BS) (1) ile işbirlikçi RN-UE düğümü (2) bağlantısının CQI değeri ( $CQI_{BS-RN}$ ) ve işbirlikçi RN-UE düğümü (2) ile UE düğümü (3) bağlantısının CQI değerinin ( $CQI_{RN-UE}$ ) minimumudur, şöyle ki, buluşa konu olan, önerilen metotta, alt-bant n için en yüksek CQI değerine sahip UE

15 düğumu (3) olan  $UE'_k, UE'_k = \arg \max_{UE_k \in U} (CQI_{kn})$  formülüyle bulunur. Eğer  $R_{k'} \geq R_{th}$  ise  $UE'_k$  düğumu  $U$  setinden çıkarılır;  $U \leftarrow U \setminus \{UE'_{k'}\}$  Eşik değeri aşan UE düğümlerinin (3)  $U$  setinden çıkarılması ile UE düğümleri (3) arası denklik elde edilir

Aşağı bağlantı iletiminde (Downlink), işbirlikçi RN-UE düğümü (2) bant-içi roleleme ve  
20 çöz ve ilet teknigi kullanılmaktadır. Şekil-2'de verilen sinyalleşme diyagramında,  $R_k > R_{th}$  sağlandıysa, işbirlikçi RN-UE düğümü (2) bir işlem yapmayacaktır. Direkt modda, olası işbirlikçi RN-UE düğümü (2), UE düğümü (3) ve baz istasyonu (1) arasındaki gonderilen sinyali duymaktadır İletilen veri paketinin hızının  $R_{th}$ 'in altına düşüğü durumlarda, UE düğümü (3) baz istasyonuna (1) NACK (negative acknowledge) sinyali gonderir. Bu sinal sonrasında çekirdek ağ (6), IQM değerlerine dayanarak UE  
25 düğümünün (3) trafiğinin AP (4), işbirlikçi RN-UE düğümü (2) ya da baz istasyonu (1) üzerinden yeniden iletmesini sağlar. Rôle Modu, işbirlikçi RN-UE düğüm (2) seçimi, kenar UE düğümleri (3) için boş alt-bantlarda gerçekleştiriliir. BS (1) ile UE düğümü (3) arasındaki toplam bağlantının CQI değerlerine göre, işbirlikçi RN-UE düğümü (2) seçilir  
30 (Ayrıca, yol kaybı ya da mesafe tabanlı farklı işbirlikçi RN-UE düğü mü (2) seçim algoritmaları da kullanılabilir). Her işbirlikçi RN-UE düğüm (2) adayı için, BS (1) ile işbirlikçi RN-UE düğümü (2) ve işbirlikçi RN-UE düğümü (2) ile UE düğümü (3) arasındaki CQI değerine bağlı olarak en iyi boş alt-bantlar seçilir ve sonra en iyi CQI değerine sahip alt-bant seçilir.

İşbirlikçi röleleme tekniği, yarı çift yönlü (half duplex) modda çalışır ve kaynak paylaşımı Şekil 3'te görüldüğü gibi 2 ayrı zaman diliminde gerçekleşir. Birinci zaman diliminde BS (1), UE düşümüne (3) ve işbirlikçi RN-UE düşümüne (2) ve ikinci zaman diliminde ise UE düşümleri (3), BS (1) ve işbirlikçi RN-UE düşümünden (2) gönderilen verileri alır ve buna göre uygun altbant paylaşımıları yapılır.

Alternatif teknikler kullanılarak da kenar UE düşümü (3) veri hızı artırılabilir. Örneğin, UE destekli dağıtılmış sinyalleşme de, sistem içi sinyalleştirme seviyesini artırmasına rağmen, iyileştirme artışı sağlayabilir.

#### **REFERANSLAR:**

- 15 [1] International Telecommunication Union Radio Communication, "Requirements, evaluation criteria and submission templates for the development of IMT-Advanced", International Telecommunication Union, Tech. Rep. M.2133, Nov. 2008 [Online]. Available <http://www.itu.int/7/md/R07-SG05-C-0068/end>
- 20 [2] A So and B Liang, "Effect of relaying on capacity improvement in wireless local area networks", in IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2005, New Orleans, USA , March 2005
- 25 [3] R. Schoenen, W. Zirwas and B.H. Walke, "Capacity and coverage analysis of a 3GPP-LTE multihop deployment scenario" in IEEE International Conference on Communications Workshops, 2008, ICCC Workshops 2008, Beijing China, May 2008
- 30 [4] A. Bou Saleh, S. Redana, J. Hamalainen and B. Raaf, "On the coverage extension and capacity enhancement of inband relay deployments in LTE-Advanced heterogeneous networks", Journal of Electrical and Computer Engineering , vol. 2010, Article ID 894846, 12 pages, 2010. doi:10.1155/2010/894846
- 35 [5] K Doppler, S Redana, M Wodczak, P. Rost and R. Wickman, "Dynamic resource assignment and cooperative relaying in cellular networks: Concept and performance assessment", EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, vol.

2009, pp. 1-14, 2009, article ID 475282. [Online]. Available:  
<http://jwcn.eurasipjournals.com/content/2009/1/475281>

[6] Y Yang, H Hu, J. Xu and G. Mao, "Relay technologies for WiMAX and LTE-advanced mobile systems", IEEE Communication Magazine, vol.47 no. 10, pp.100-205, 2009

[7] R. U. Nabar, H. Bolcskei and F. W. Kneubuhner "Fading relay channels performance limits and space-time signal design" IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol 22, no 8, pp. 1099-1109, 2004

[8] Lawrence Joseph LeBlanc, Eddie Shek Cheung Ho and Kirk Arnold Moir "Cognitive Wireless System" US Patent US 2010/0008291 A1

[9] Sandeep H. Krishnamurthy, D. Frank, and Robert T. Love, "Interference Coordination in Heterogeneous Networks using wireless terminals as relays" US Patent US2011/0105135

[10] Bum-Gon Choi et al., "Relay Selection and Resource Allocation Schemes for Effective Utilization of Relay Zones in Relay-Based Cellular Networks," IEEE Communications Letters, vol 15, no.4, pp. 407-409, April 2011

[11] R. Balakrishnan, X Yang, M. Venkatachalam and Ian F. Akyildiz, Mobile Relay and Group Mobility for 4G WiMAX Networks, IEEE WCNC 2011.

[12] B. Raghatham, G. Sternberg, S. Kaur, R. Pragada, T. Deng, K Vanganuru, System Architecture for a Cellular Network with Cooperative Mobile Relay, IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), Sept. 2011

[13] H. Nishiyama, H. Yamada, H. Yoshino, and N. Kato, A Cooperative User-System Approach for Optimizing Performance in Content Distribution/Delivery Networks, IEEE Journal on selected areas in communications, vol. 30, no. 2, February 2012.

[14] B. Han, P. Hui, V. Kumar, M. V. Marathe, G Pei, and A Srinivasan, "Cellular Traffic Offloading through Opportunistic Communications: A Case Study," in ACM CHANTS 2010, Sep. 2010.

5 [15] S. Dimatteo, P Hui, B Han and V O. K. Li, Cellular Traffic offloading through WiFi Networks, in Proc Of IEEE MASS, 2011

[16] Shlomo Ovadia, C. M (2007) Patent No 2007/0115899 A1 US.

[17] Wai Ho Mow, (2012) Patent No. 8155049 B2. US.

10 [18] Nishi Kant, (2012) Patent No. 2012/0008578A1. US.

[19] I-Kang Fu, (2011) Patent No. 2011/0222523 A1. US.

[20] Gaminí Senarath, (2010) Patent No 2010/0248619 A1. US

[21] Ernest SzeYuen Lo, (2010) Patent No. 2008/0219222A1. US.

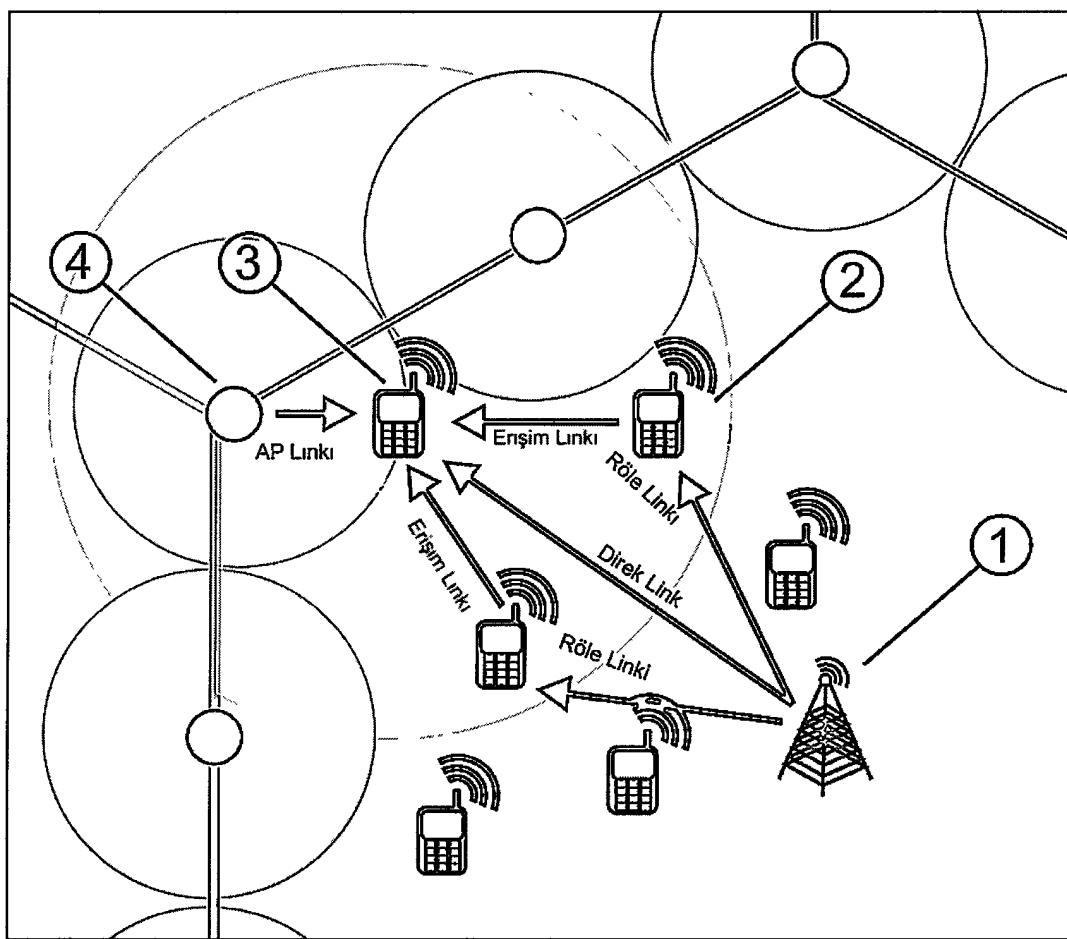
15 [22] "LTE Physical Layer - General Description (Release 8)," 3rd Generation Partnership Project, Tech. Rep. TS 36.201, V8.1 0, Nov. 2007.

[23] IEEE 802.11g, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC)

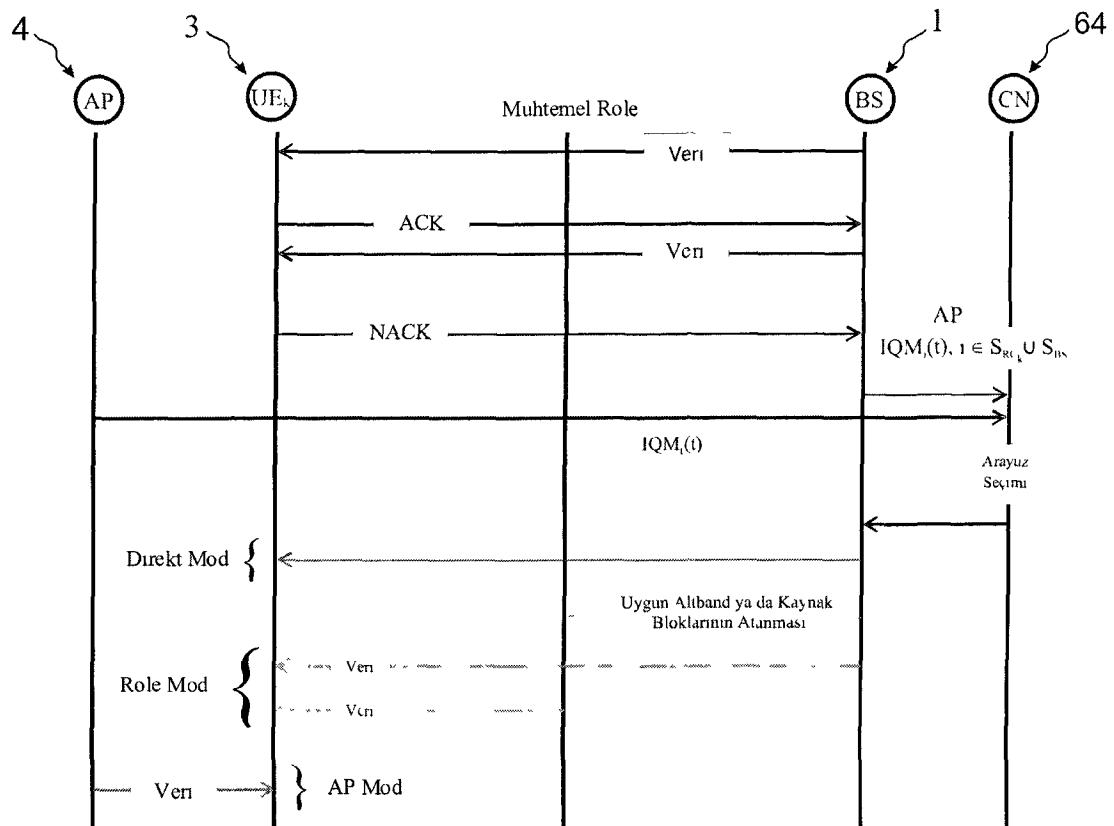
and Physical Layer (PHY) specifications Further Higher Data Rate

Extension in the 2.4 GHz Band, Supplement to IEEE 802.11 Standard,

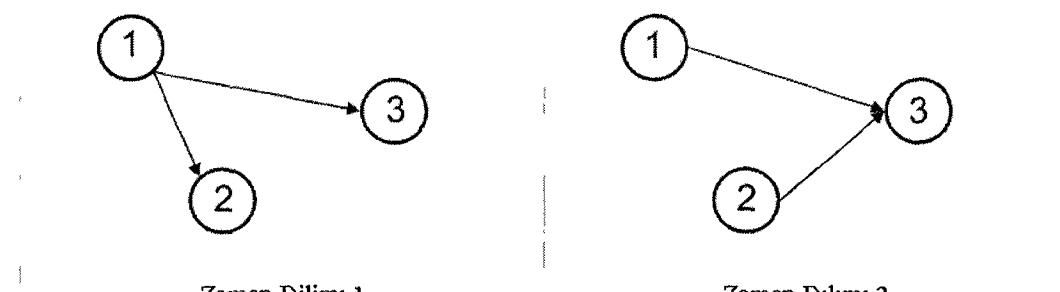
Jun. 2003



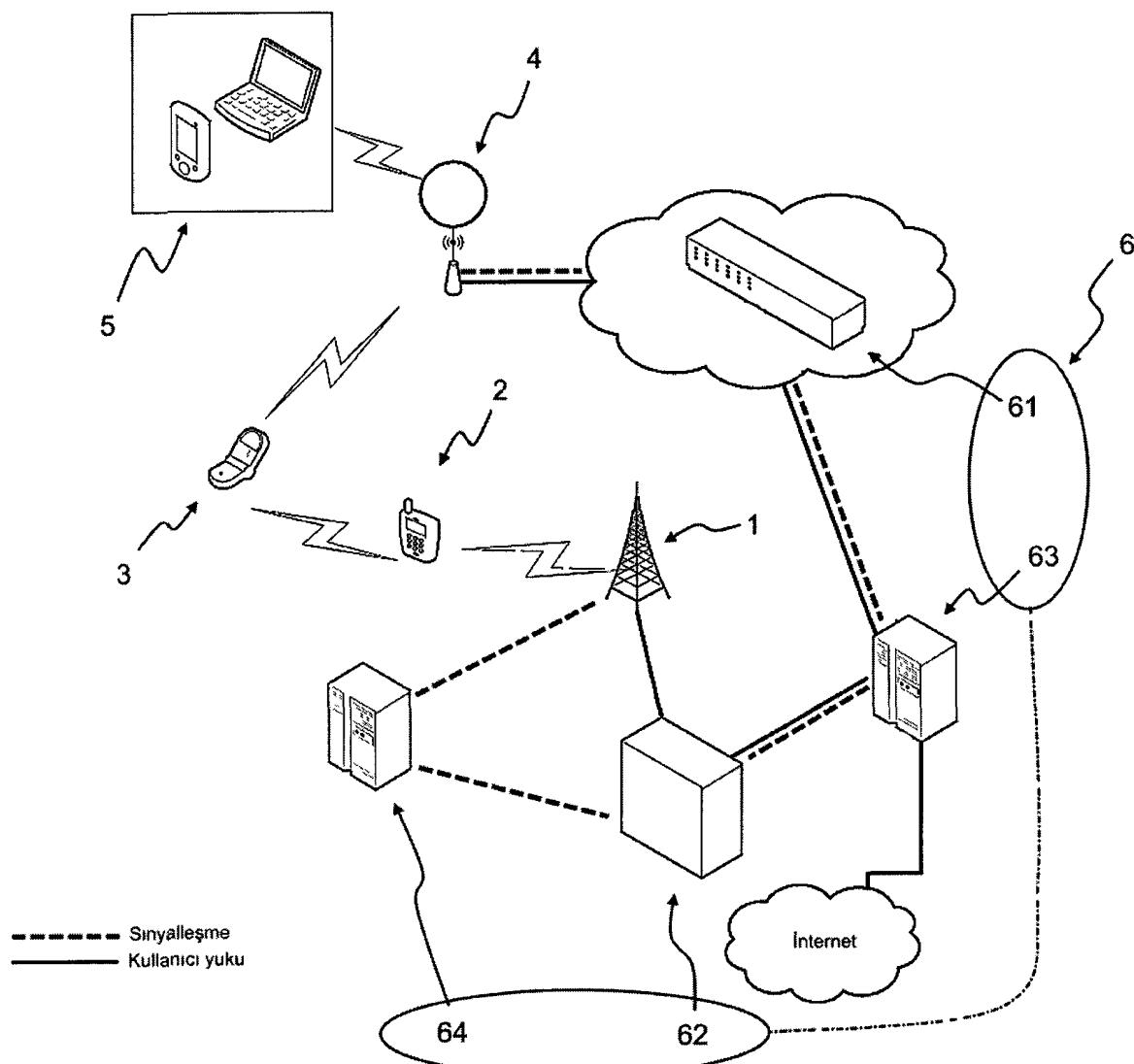
Şekil 1



**Şekil 2**



### Sekil 3



Şekil 4