

ATM Haberleşme Teknolojisi Kullanılarak WCDMA Çekirdek Şebeke Tasarımı

Gökaltın¹

Aktül Kavas²

¹ Arel Üniversitesi Kemalpaşa Mahallesi, Halkalı Caddesi 34295 Sefaköy - Küçükçekmece- İstanbul
gokalptulum@yahoo.com

² Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Müh. Böl. Beşiktaş-İstanbul
aktul.kavas@gmail.com

ÖZET:

3. nesil mobil haberleşme sistemleri, kullanıcılara internet tabanlı ve çoklu ortam hizmetlerini hızlı ve verimli bir biçimde sunmaktadır. 3. nesil sistemler tarafından sağlanacak hizmetler, birinci ve ikinci nesil sistemler tarafından sağlanan ses ağırlıklı hizmetler ile karşılaştırıldığında, veri ağırlıklı hizmetler olarak karakterize edilebilir. Ülkemizde 28 Aralık 2008 tarihinde ihalesi yapılan 3. nesil haberleşme sistemlerinin servis vermeye başlamasıyla kullanıcıya veri, müzik ve gerçek zamanlı video gibi çeşitli hizmetler eş zamanlı olarak sağlanabilecektir. 3. nesil haberleşme sistemleri, kullanıcılarına çoklu ortam haberleşmesi, internet erişimi, hareketli ve hareketsiz resim transferi için gerekli hizmet kalitesini sağlayabilmek amacıyla yüksek veri hızlarını destekleyebilmelidir. İnternet erişimi gibi bazı veri hizmetleri, baz istasyonundan mobil istasyona olan iletimde daha fazla kapasite ihtiyacı gerektirecektir. Veri transferinin asimetrik olmasına neden olan bu türden gereksinimler, kablosuz veri haberleşmesi trafiğini arttıracaktır.

Bu çalışmada, Türkiye’de uygulanmasına başlanmış olan 3. nesil haberleşme(WCDMA) sistemlerinde devre ve paket anahtarlama servisleri için ATM taşıma şebekesi kullanılarak abone sayıları ve arayüzlerde taşınan trafik miktarları hesaplanmıştır. WCDMA hizmeti ile kapsanacak coğrafi bölgeye ait parametreler belirlenerek sözkonusu bölge için radyo şebeke kontrolör sayıları, hücre sayısına, baz istasyonu sayısına ve Iub net veri hızına bağlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: UMTS, WCDMA, çekirdek şebeke, Paket anahtarlama şebeke, Devre anahtarlama şebeke, ATM

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelere paralel olarak 2.- 2.5 ve 3. nesil haberleşme sistemlerinde şebekenin verimli çalışmasının yanı sıra şebeke tasarımı da mobil operatörler kadar üretici firmaların da önem verdiği bir konudur. Nesillerarası haberleşmede şebekelerin birbirleriyle uyumlu çalışabilmesi için değişik tasarım senaryoları geliştirilmiştir.

Mobil şebekeler birbirlerinden nesil farkıyla ayrılırlar. Bu şekilde ayrılmalarının sebebi nesiller arasındaki servis hizmeti farklılıklarından kaynaklanır. Birinci nesil sistemler, ses ve sesle ilgili servisleri vermelerine rağmen ikinci nesil sistemler hem ses ve hem de veri hizmeti sunmaktadır. Üçüncü nesil hizmetler ise ağırlıklı olarak veri trafiği taşımaktadır.

1980 li yılların başında analog haberleşme hizmeti veren birinci nesil sistemlerde standartlaşma ve frekans spektrumunun etkin kullanımı sözkonusu değildi. 1990 lı yılların başında hizmete girmiş olan ikinci nesil sistemler(GSM) sayısal haberleşme sistemleri olup konuşmanın yanı sıra 9.6 kbps lık veri hızlarını da desteklemekteydi. GSM in katma değerli servislerle geliştirilmesi ile sesli mesaj servisleri, kısa mesaj servisleri hizmeti verilmeye başlanmıştır. Özellikle kısa mesaj servislerinin ticari olarak çok başarılı olması dolayısıyla şebeke trafiğinin büyük bir yüzdesini mesaj trafiği oluşturmuştur. Katma değerli servislere ek olarak akıllı şebekenin oluşturulması ile

ön ödemeli abonelikler ve dolandırıcılık yönetimi hizmetleri verilmeye başlanmıştır. Hava arayüzünde veri paketlerinin gönderilmesine olan talep üzerine Genel Paket Anahtarlama Radyo Hizmetleri(GPRS) geliştirilmiş ve 2.5 nesil olarak adlandırılmıştır. Sisteme eklenen SGSN ve GGSN donanımlarıyla verinin hava arayüzünde paketler halinde gönderilmesi mümkün olmuş ve “paket anahtarlama” çekirdek şebeke gelişmiştir. Böylece internete kablosuz erişim sağlanmış ve uygun şartlarda internete erişim 150 kbps hızına ulaşmıştır. GPRS şebekesinin geliştirilmesi ile 2.75 nesil olarak adlandırılan EDGE(GSM ortamında geliştirilmiş veri hızları) teknolojisi ile uygun kodlama teknikleri kullanılarak veri hızları 384 kbps kadar çıkarılmıştır.[1,2]

Bu gelişmeler ışığında verilen servislerden bağımsız bir teknoloji platformu tasarlanması kararlaştırılmış ve şebeke tasarım standartlarının tüm dünyada aynı olduğu üçüncü nesil sistemler geliştirilmiştir. Üçüncü nesil sistemler çoklu ortam haberleşmesini, gelişmiş görüntü ve video kalitesini kamu ve özel şebekeler için yüksek veri hızlarında sağlarlar. Üçüncü nesil sistem standartları 3GPP tarafından oluşturulmuştur. Bu çalışmada WCDMA şebeke yapısı, asenkron transfer modu 2 ve 3. bölümlerde anlatılmıştır. WCDMA çekirdek şebeke parametreleri verilerek hesaplamalar 4. bölümde yapılmış sonuçlar elde

edilmiştir. Elde edilen sonuçların yorumu 5. bölümde verilmiştir.

2. WCDMA ŞEBEKE YAPISI

WCDMA haberleşme sistemi Radyo Erişim Şebekesi (RAN) ve Çekirdek Şebeke (CN) olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. WCDMA şebeke blok diyagramı şekil 5 de verilmektedir.

Radyo erişim şebekesi hem radyo hemde iletim fonksiyonlarından sorumlu olup baz istasyonu (Node B) ve Radyo Şebeke Kontrolöründen (RNC) oluşur. Node B olarak tanımlanan baz istasyonu şebeke ve WCDMA hava arayüzündeki en önemli bileşendir. Ana görevleri arasında kanal kodlama, serpiştirme, hız uyarlaması gibi hava arayüzü için gerekli olan işlemleri gerçekleştirir.

Radyo şebeke kontrolörü, radyo kaynaklarının kontrolünden sorumlu olup, hücrelere ait yük, trafik sıkışıklık denetimi, çağrı kabul kontrolü, kod tahsisi, verinin Iub ve Iur arayüzlerinde iletimi ve benzeri işlemlerden sorumludur.

Üçüncü nesil haberleşme sistemlerinde çekirdek şebeke hem devre anahtarlamalı ve hem de paket anahtarlamalı olmak üzere iki farklı haberleşmeyi destekleyecek donanımlardan oluşur.

Devre anahtarlamalı olan birim gerçek zamanlı trafiği, paket anahtarlamalı olan birim ise veri trafiğini taşımaktadır. Devre anahtarlamalı kısımda mobil anahtarlama merkezi, medya geçit santralleri ve abone bilgilerinin kaydedildiği veri tabanları mevcuttur. Paket anahtarlamalı kısımda ise paket veri trafiğini yönlendiren SGSN ve GGSN donanımları yer almaktadır.

WCDMA haberleşmesinde son kullanıcı ve radyo erişim şebekesi arasındaki protokol WCDMA teknolojisi temelli olup çekirdek şebeke hem GSM hem de WCDMA özelliklerini taşımaktadır. [3,4]

WCDMA Şebeke özellikleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

WCDMA sistemi GSM le karşılaştırıldığında daha büyük veri hızlarında haberleşmeyi sağladığından 5MHz gibi daha büyük bant genişliği kullanılmaktadır.

WCDMA haberleşmesinde veri trafiğinin planlanması yük bazlıdır halbuki GSM/GPRS haberleşmesinde planlama zaman dilimi bazlıdır.

WCDMA sistemlerinin tasarımında 5MHz lik bant genişliği radyo şebeke tasarımı için yeterli olmasına rağmen GSM sistemlerinde frekans çeşitliliği için frekans atlama teknikleri kullanılmaktadır.

WCDMA sistemlerinde Kullanıcılar/ hücreler/ kanallar kodlarla ayrılmaktadır. Halbuki diğer teknolojilerde bu işlem frekans ve zamanın uygun kullanımı ile gerçekleştirilir.

WCDMA şebekesinde sistem kalitesi; garanti edilen ve mümkün olan maksimum veri hızının sağlanması ve müsaade edilen gecikme miktarı ile tanımlanır.

Üçüncü nesil haberleşme sistemlerinde tek bir ortam ve /veya çoğul ortam haberleşmesi konuşmaya ait uygulamalar, akışkan uygulamalar, etkileşimli

uygulamalar ve arka plan uygulamaları olmak üzere dört farklı sınıfta incelenir.

Konuşma uygulamaları: Gecikmeye en fazla duyarlı olan uygulamadır. Görüntülü telefon haberleşmesi, IP üzerinden ses iletimi bu uygulamaya örnektir. Gecikme insanın algılama sınırlarıyla sınırlandırılmış olduğundan kalitenin belirlenmesinde etkin olan uygulamadır.

Akışkan Uygulamalar: Sunucudan kullanıcıya olan sürekli ve kararlı bir haberleşmedir. Bu uygulamanın en tipik örneği internetten akışkan video indirilmesi olarak verilebilir.

Etkileşimli Uygulamalar: Web de arama bu uygulamaya örnek verilebilir. Otobüs, uçak ve tren tarifeleri gibi yer (konum) esaslı bilgilere erişmek etkileşimli uygulamaya örnek verilebilir.

Arka Plan uygulamaları: İlk üç uygulamaya girmeyen bütün uygulamalar olarak tanımlanabilir. Kısa mesaj, elektronik posta, dosya transferleri bu uygulamaya örnektir. [5,6]

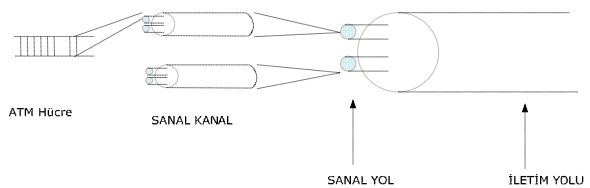
3. ASENKRON TRANSFER MODU (ATM)

B-ISDN (Genişbant entegre servisler sayısal şebeke) servisleri kullanıcı şebeke arayüzünde 2 Mbps dan daha büyük hızlarda haberleşmeyi desteklemektedir. B-ISDN iş ve meskun mahal kullanıcıları için sabit ve değişken veri hızlarında veri, ses ve hareketli resimlerin iletimi ve birçok servis bileşeninden oluşan çoklu ortam uygulamaları için geliştirilmiştir. B-ISDN geliştirilmesindeki esas amaç gelecekteki bütün uygulamaları da kapsayacak şekilde bir platform oluşturmaktır. B-ISDN in değişken yapısına dikkate alındığında değişik uygulamalar için istenen servis kalitesini sağlayacak olan ATM modu, anahtarlama ve çoğullama yöntemi olarak seçilmiştir. Asenkron transfer modunda bilgi hücre adı verilen küçük paketlerle gönderilir. Bir ATM hücresi 53 byte uzunluğundadır. Bunun 5 byte ı başlık ve 48 byte da yükden oluşmaktadır.



53 Byte Hücre

Şekil 1 ATM Hücre yapısı



Şekil 2 ATM Hücre çoğullama

Hücreler sanal kanalları oluşturmak üzere çoğullanır. Sanal kanallar çoğullanarak sanal yolları oluşturur ve sanal yollarda iletim yolunu oluşturur. Böylece iletim ortamı talebe bağlı olarak bir veya birden fazla oluşabilecek sanal yolları taşıyarak haberleşmeyi mümkün kılar.[3]

4.WCDMA ÇEKİRDEK ŞEBEKE TASARIMI

WCDMA çekirdek şebeke tasarlanırken radyo erişim şebekesi ve bu şebekeye ait sinyalleşme bir başka deyişle arayüz boyutlandırması yapılacak daha sonra elde edilen veri hızlarına bağlı olarak çekirdek şebeke tasarlanacaktır.

WCDMA Şebeke blok diyagramından görüleceği üzere son kullanıcı ile radyo erişim şebekesi arasında yer alan ilk arayüz Uu arayüzüdür. Uu Trafik talebinin yoğunluğu dolayısıyla hava arayüzünde herhangi bir servis talebinin bloke olma olasılığını tanımlar. Son kullanıcılar ve maliyetlerin düşürülmesi açısından operatörler tarafından kabul edilen değer Uu değeri %2 dir.

Bu arayüzü Iub takip etmektedir. Bu arayüz WCDMA baz istasyonu (Node B) ile radyo şebeke kontrolörünün haberleşmesini sağlar, devre anahtarlamalı ses ve veri; paket anahtarlamalı veri trafiğini taşır. Iu arayüzü radyo şebeke kontrolörü ile çekirdek şebekenin haberleşmesini sağlar. Iu arayüzü Iu-cs ve Iu-ps olmak üzere iki farklı trafiği taşır.

Iu-cs radyo şebeke kontrolörü ile Ortam geçit santrali(MGW) arasındaki haberleşmeyi kapsar. Bu haberleşme gerçek zamanlı ses ve gerçek zamanlı veriyi trafiğidir.

Iu-ps radyo şebeke kontrolörü ile SGSN arasındaki paket anahtarlamalı trafiği taşır. Bu trafik gerçek zamanlı olmayan veri trafiğidir.

Iur arayüzü iki radyo şebeke kontrolörü arasındaki haberleşmeyi sağlayan arayüzdür. Iur fiziksel bir arayüz olmayıp mantıksal bir arayüzdür. WCDMA şebeke tasarımında Iu trafiğinin küçük bir yüzdesini oluşturur.

Yapılan arayüz hesaplamaları Erlang B trafik hesabı esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Erlang B trafik hesabı sınırlı sayıda kanal üzerinden taşınması gereken trafik miktarının bolke olma olasılığını belirler. Bu durumda kullanıcının haberleşme talebi uygun kanal mevcut ise gerçekleşir, değilse bloke olur.

WCDMA şebekesinde Erlang B, devre anahtarlamalı trafiğin hesaplanmasında kullanılır. Bu hesaplama göre bloke olan konuşmalar kuyrukta bekletilmeden sonlandırılırlar.

$$P_B = \frac{A^N}{N! \sum_{i=0}^N \frac{A^i}{i!}} \quad (1)$$

PB= Bloke olma olasılığı veya Servis kalitesi

A =trafik miktarı/yükü (Erlang)

N=Kanal sayısı

WCDMA arayüz hesaplamalarında alınan devre parametreleri aşağıdaki gibidir.[2,3]

Uu arayüz bloke olma olasılığı= %2

12.2 kbps ses hızında abone başına ses trafiği=12mErl

Yumuşak aktarma SHO =%40

Konuşma aktivite faktörü= %50

RT 64kbps standardında abone başına devre anahtarlamalı trafik miktarı= 10mErl.

NRT 128kbps standardında kullanıcı başına aylık devre anahtarlamalı trafik miktarı= 600megabyte

Baz istasyonu başına düşen abone sayısı=1000,1250... 3000.

Iub= %10

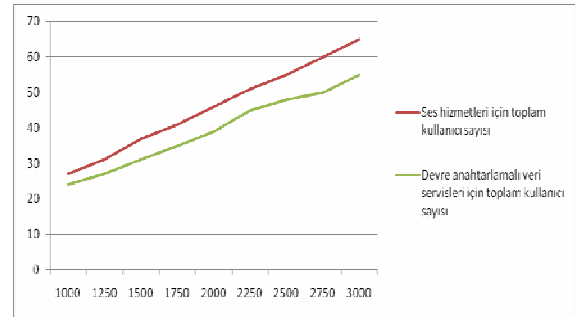
Gos=%2

Devre anahtarlamalı servis veri hızı =64kbps

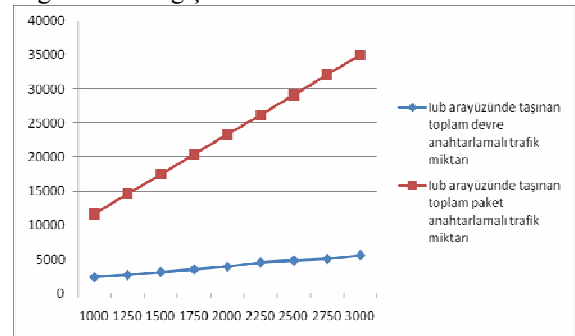
Aktif moda ATM over head= 18.9 kbps

Sessiz moda ATM overhead= 4.5kbps

Bu değerler kullanılarak Erlang B trafik hesabına göre arayüz boyutlandırması sonuçları tablo 1 de şekil 4 ve şekil 5 de verilmektedir.



Şekil 3 Ses ve devre anahtarlamalı veri servislerindeki kullanıcı sayılarının abone sayısına bağlı olarak değişimi



Şekil 4 Iub arayüzünde taşınan devre ve paket anahtarlamalı trafik miktarının abone sayısına bağlı olarak değişimi

Tablo 1 Devre ve paket anahtarlama trafik için kullanıcı sayıları ve Iub arayüz boyutlandırması

Abone Sayısı	Ses hizmetleri için toplam kullanıcı sayısı	Devre anahtarlama veri servisleri için toplam kullanıcı sayısı	Iub arayüzünde taşınan toplam devre anahtarlama trafik miktarı (kbps)	Iub arayüzünde taşınan toplam paket anahtarlama trafik miktarı (kbps)
1000	27	24	2425,69	11662,49
1250	31	27	2736,95	14578,12
1500	37	31	3160,54	17493,74
1750	41	35	3558,39	20409,37
2000	46	39	3969,08	23324,99
2250	51	45	4553,01	26240,61
2500	55	48	4864,26	29156,24
2750	60	50	5101,8	32071,86
3000	65	55	5599,11	34987,49

Devre ve paket anahtarlama trafiğe ilişkin arayüz boyutlandırmasının ardından çekirdek şebeke tasarımı için kullanılan şebeke tasarım parametreleri :

Kapsanacak coğrafi bölgedeki baz istasyonu sayısı= 800

Baz istasyonu sektör sayısı= 3

Sektör başına taşıyıcı sayısı= 2

RNC ye bağlı maksimum hücre sayısı= 1200

Verimlilik faktörü= %90

RNC ye bağlı maksimum baz istasyonu sayısı=400

Bithızı_{ses}= 16kbps sesErl=25mErl/abone

Bithızı_{Cdata}=32kbps CSdataErl=10mErl/abone

Bithızı_{Cdata}=64kbps CSdataErl=5mErl/abone

ortalamaPSdata=%10

Bütün servisler için yumuşak aktarma yüzdesi SHO=%30

RNC ye ait maksimum Iub kapasitesi tpRNC=196Mbps

Kapsanacak coğrafi bölgede hizmet alacak abone sayısı=350.000

Bütün servisler için verimlilik faktörü=/90

$$RNC_{sayısı} = \frac{Hücre sayısı}{RNC_{maksimum hücre sayısı} * verimlilik faktörü 1} \quad (2)$$

$$RNC_{sayısı} = \frac{Baz istasyonu sayısı}{RNC_{maksimum baz istasyonu sayısı} * verimlilik faktörü 2} \quad (3)$$

$$RNC_{sayısı} = \frac{sesTP + CSTP + PSTP}{tpRNC * verimlilik faktörü 3} * abone sayısı \quad (4)$$

$$sesTP = sesErl * bithızı_{ses} (1 + SHO_{ses}) \quad (5)$$

$$CSTP = CSdataErl * bithızı_{CSdata} (1 + SHO_{CSdata}) \quad (6)$$

$$PSTP = ortalamaPSdata / PSoverhead (1 + SHO_{PSdata}) \quad (7)$$

Verilen tasarım parametrelerine göre yapılan hesaplama sonuçlarına göre:

Kapsanacak coğrafi bölgede hücre sayısına bağlı olarak yer alacak RNC sayısı 4.4

Kapsanacak coğrafi bölgede baz istasyonu sayısına bağlı olarak yer alacak RNC sayısı 2.2

Iub net veri hızını destekleyecek RNC sayısı 2.7 olarak hesaplanmıştır.

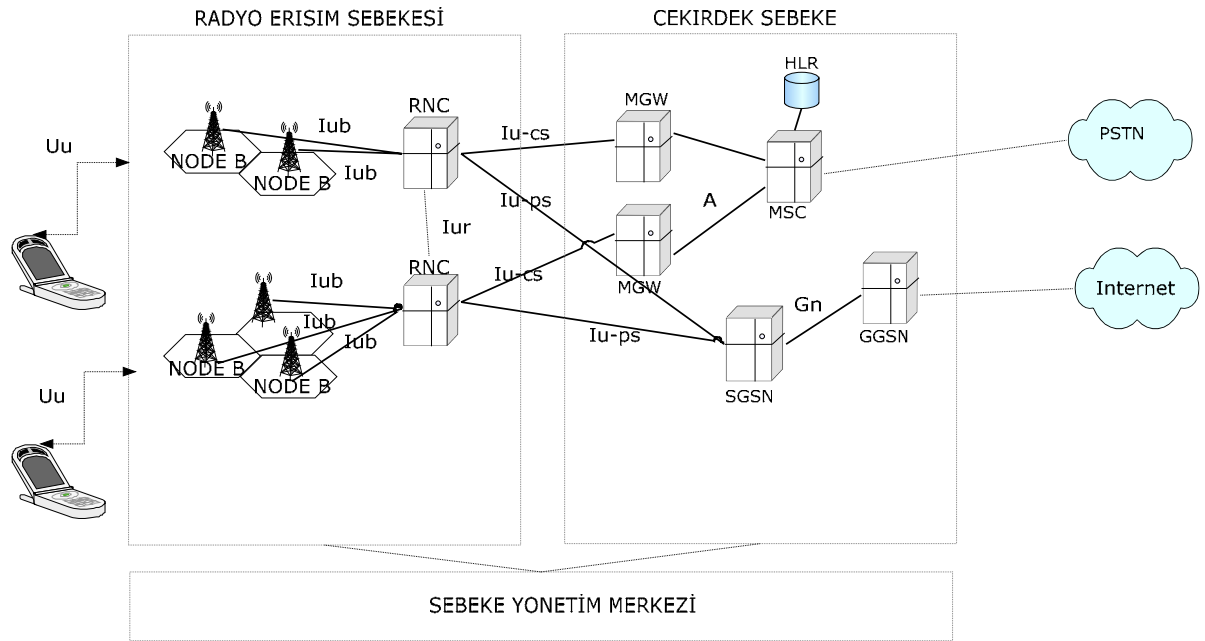
5. SONUÇ

WCDMA şebekesinde devre anahtarlama alt yapıda ses hizmetleriyle taşınan trafik, veri hizmetleriyle taşınan trafikten büyüktür. Bu etki Tablo 1 ve şekil 3 de ses haberleşmesi servisi alan kullanıcı sayısının da gösterilmiştir.

Veri hizmetleri sözkonusu olduğunda Iub arayüzünde ATM anahtarlama modunda taşınan paket anahtarlama trafik miktarının devre anahtarlama trafik miktarından çok büyük olduğu gözlenmektedir. Şelik 4. Elde edilen sonuçlar WCDMA teknolojisinde büyük veri hızlarında haberleşmenin sağlanması ve veri trafiğinin frekans ve zaman bazlı taşınması yerine yük bazlı olarak taşındığını doğrulamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] M.Ajay., (2004) "Fundamentals of Cellular Network Planning and Optimisation", John Wiley and Sons Ltd.
- [2] M. Ajay., (2007) "Advanced Cellular Network Planning and Optimisation", John Wiley and Sons Ltd.
- [3] J.Laiho; A. Wacker, T. Novosad (2006) "Radio Network Planning and Optimisation for UMTS" John Wiley and Sons Ltd.
- [4] A.Wilton, T.Charity (2008) "Deploying Wireless Networks" Cambridge University Press.
- [5] C.Chevallier, C.Brunner, (2006) "WCDMA Deployment Handbook" John Wiley and Sons Ltd.
- [6] J.P.Castro, (2001) "The UMTS Network and Radio Access Technology" John Wiley and Sons Ltd.



Şekil 5 WCDMA Şebeke blok diyagramı