

## HÜCRESEL SİSTEMLER

Levent GÖKREM, Abdullah FERİKOĞLU

**Özet** - Bu çalışmada, GSM'de hücre yapısı ve hücre planlaması incelenmiştir. Mobil telefon sistemlerinde haberleşmenin yapılacağı alanın hücre adı verilen küçük alanlara bölündüğü, GSM hücrelerinin planlanmasının yerleşim bölgelerinin özelliklerine göre yapıldığı belirlenmiştir. Hücre planlamasını, hücrenin şehir içinde ya da şehir dışında olmasının ve kapsanacak bölgedeki GSM abone sayısının belirlediği görülmüştür. Hücreli sistemlerin tasarlanmasında frekansın yeniden kullanım modeli incelenmiştir. GSM'de sistem verimliliğinin artırılması için kullanılan yöntemler formüllerle açıklanmış, değişik hücre yeniden kullanım modelleri verilmiştir. GSM'de verimliliği artırmada hücre yarıçapının küçültülmesinin en geçerli yol olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** - Hücre Tasarımı, Frekans Yeniden Kullanım Modeli

**Abstract** - This study examined the cell structure and the cell planning in the GSM networks. In the mobile telephone systems, the communication regions are divided to the small areas called cells and the planning of the cells is structured according to the specifications of urban regions. In process of planning cells it is important to determine whether the cells are inside or outside city. The number of GSM users should also be taken into account in the process of planning cells. In the design of cellular systems, the reusing model of frequencies was examined. The methods used to increase efficiency of GSM systems were explained with formulas and various cell models were examined from the viewpoint of frequency reusing. The study resulted that the best way to increase GSM efficiency was to decrease the radius of the cells.

**Key Words** - The Cell Planning, The Reusing Model of Frequencies

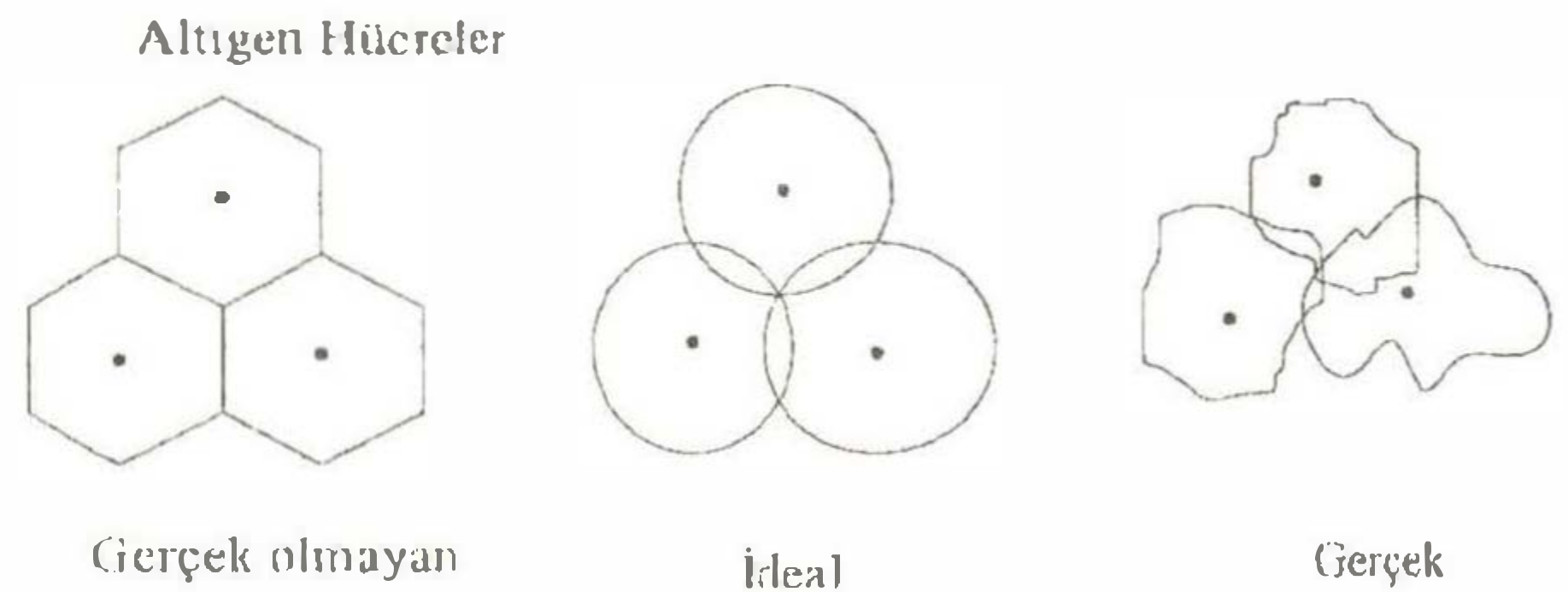
L.Gökrem, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik-Bilgisayar Eğitimi.  
A. Ferikoğlu, Sakarya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik-Bilgisayar Eğitimi.

### 1.GİRİŞ

Mobil telefon sistemlerinde, haberleşmenin yapılacağı alan hücre adı verilen küçük alanlara bölünmüştür. Her hücrenin merkezinde bir baz istasyonu bulunur. Mobil telefonlar haberleşmelerini baz istasyonu üzerinden yaparlar. Baz istasyonları birbirlerine bir ağ yapısı şeklinde bağlıdır [1].

Baz istasyonlarının görevi, sinyalleri toplamak ve bir diğerine veya şebekeye göndermektir [2].

Hücrelerin tasarımı kolaylığı sağlamak için bal peteği şeklinde olduğu varsayılır. İdeal bir hücre ise daire şeklindedir. Ancak pratikte, yeryüzüne ilişkin doğal gölgeler yüzünden bu dairesel hücreler aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi daire biçiminden farklıdır (Şekil 1).

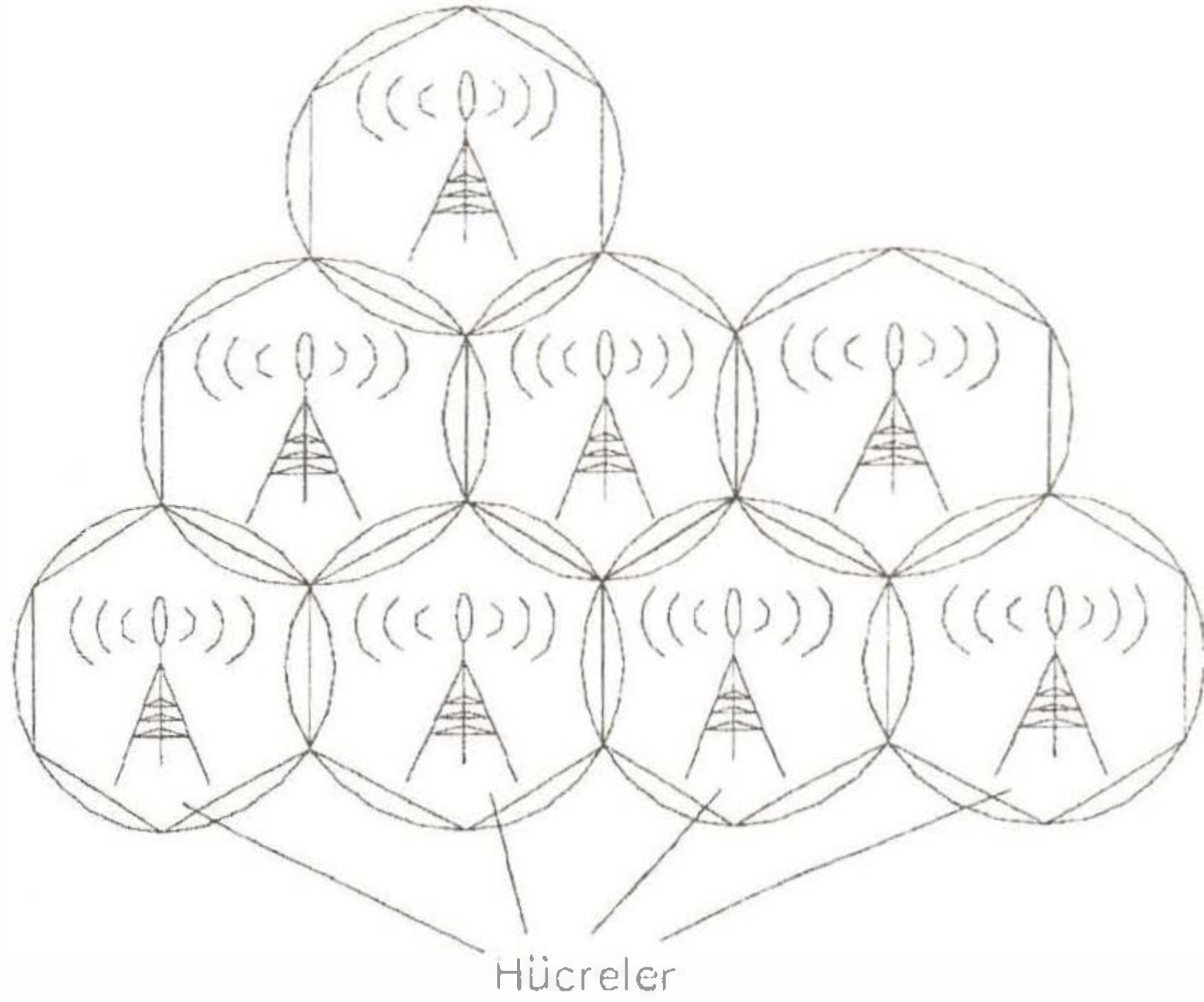


Şekil 1. Altıgen hücreler ve kapsama alanlarının gerçek biçimleri

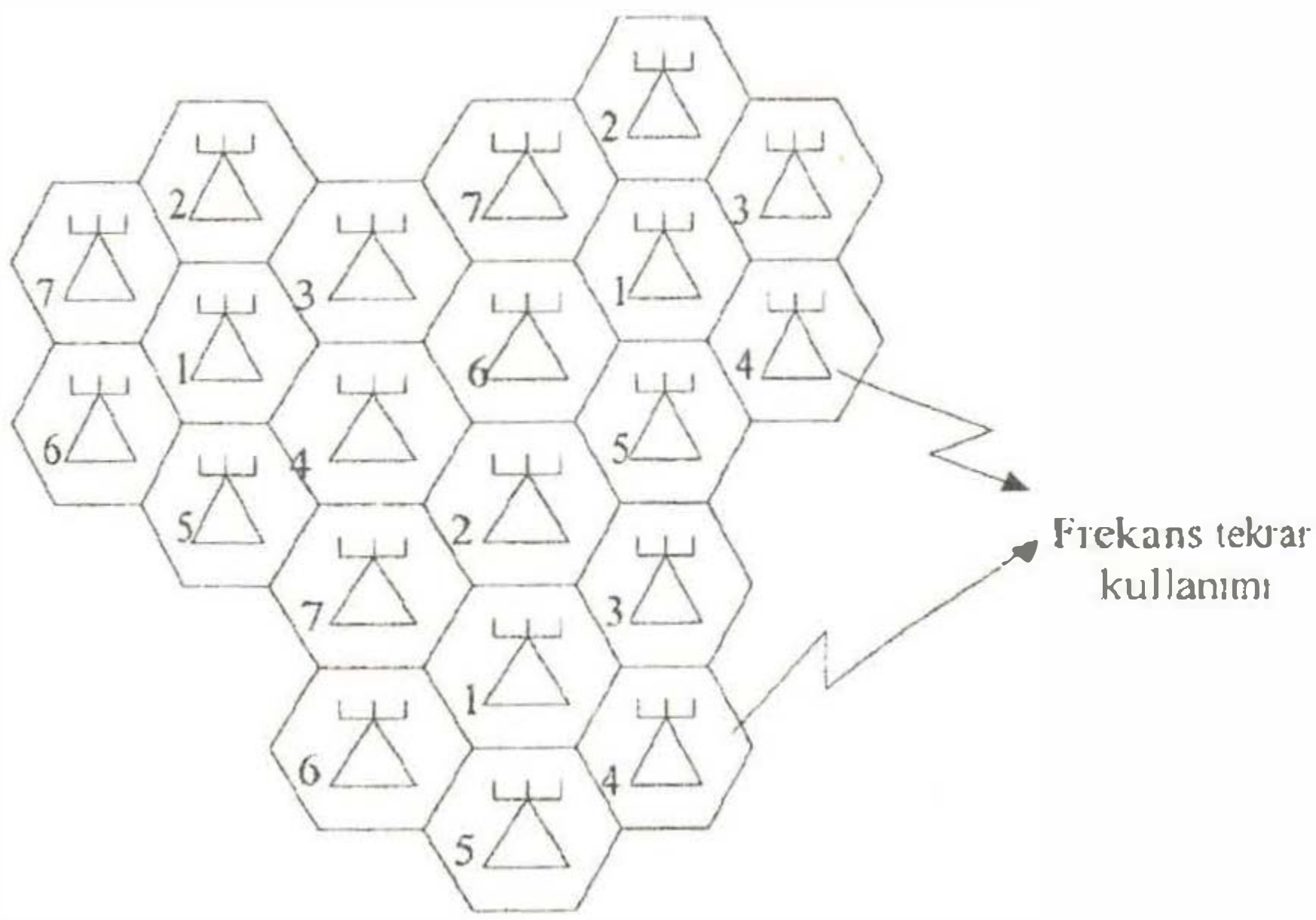
Herhangi bir mobil telefondan gelen çağrı isteğinin ilgili kullanıcıya ulaştırılması bu ağ yapısı tarafından gerçekleştirilir. Baz istasyonları ile Mobil Anahtarlama Merkezleri (MAM) ve Mobil Anahtarlama Merkezleri kendi aralarında birbirleri ile ya kablolar ya da yönlü radyo-linkleri ile bağlıdır. Mobil telefonlarla baz istasyonları arasındaki iletişim, elektromanyetik dalgalar yoluyla gerçekleştirilmektedir. Hücreli yapı sayesinde aynı anda daha çok kullanıcı haberleşebilir (Şekil 2).

Mobil telefon sistemleri için dar bir frekans bandı tahsis edilmiştir. Aynı andaki telefon görüşmeleri için telefon şebekesinin bazı kısımlarında aynı frekanslar tekrar tekrar kullanılmaktadır. Bu sebeple sistem, bal peteği gibi birbirine bitişik hücrelerden meydana gelmektedir. Her hücrede düşük çıkış gücüne sahip bir baz istasyonu

vardır ve bu baz istasyonu radyo taşıyıcı frekansında veri ve alış yapar. Bu sayede aynı taşıyıcı frekanslar değişik hücrelerde tekrar tekrar kullanılabilir (Şekil 3). Ancak aynı taşıyıcı frekans çok sayıda telefon görüşmesi için kullanıldığından dolayı biri diğerini etkilemekte ve tekrar kullanım girişimi meydana gelmektedir.



Şekil 2. Hücrel Yapı

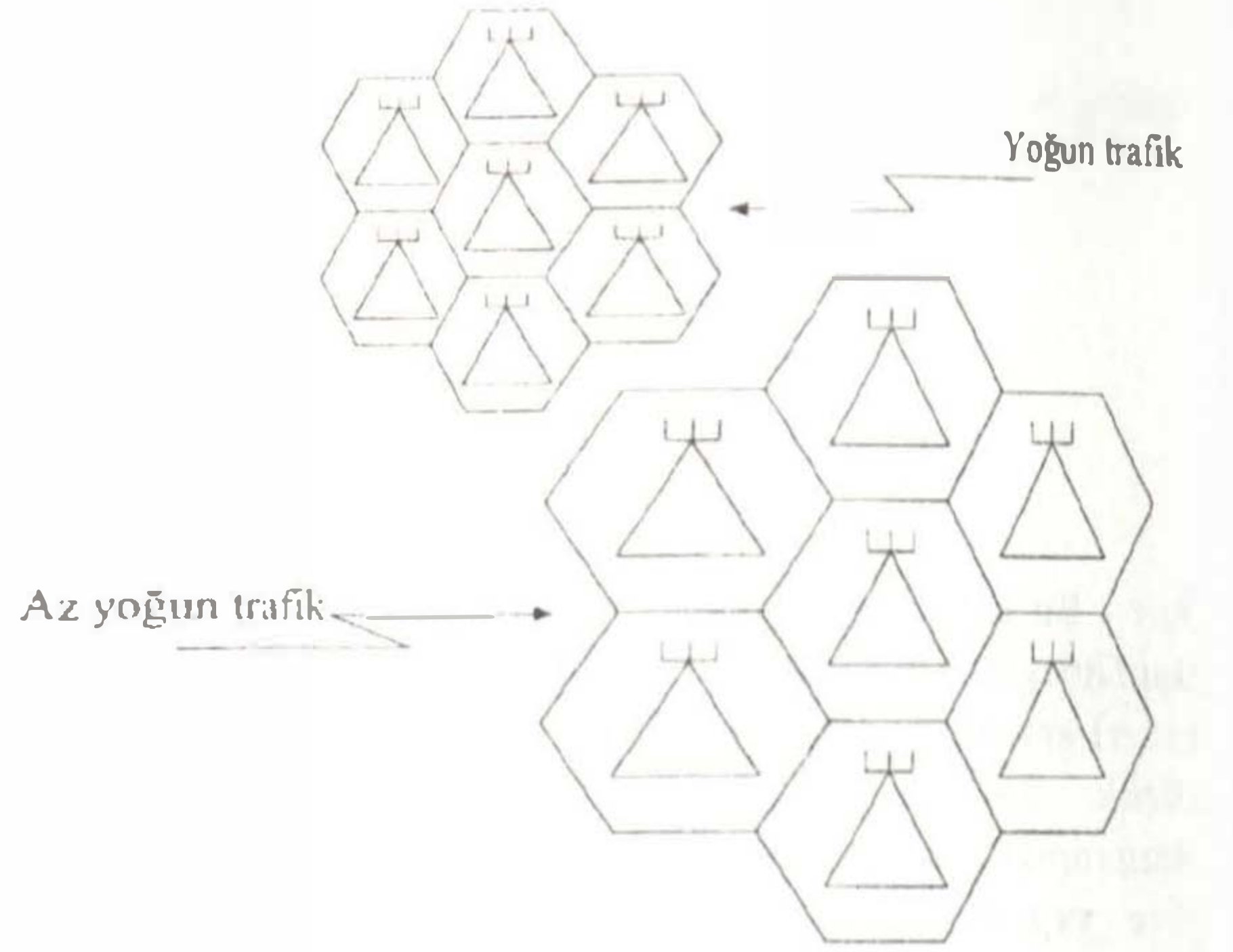


Şekil 3. 1 ile 7 frekans grupları

Diğer taraftan büyük yerleşim sahalarındaki aynı anda yoğun görüşme olan bölgelerde hücreler daha sık ve daha küçüktür (Şekil 4).

Küçük hücreler kullanılarak sistemin kapasitesini artırmak mümkündür. Hücre sayısı artırılarak ve birbirine komşu hücrelerde farklı taşıyıcı frekanslar kullanılarak konuşma sırasında aynı verim sağlanabilmektedir. Yine daha küçük hücreler kullanılarak hücrelerin güç seviyeleri düşük tutulmakta, dolayısıyla mobil terminaller için gerekli besleme kaynağı azaltılmaktadır. Böylece mobil terminallerin

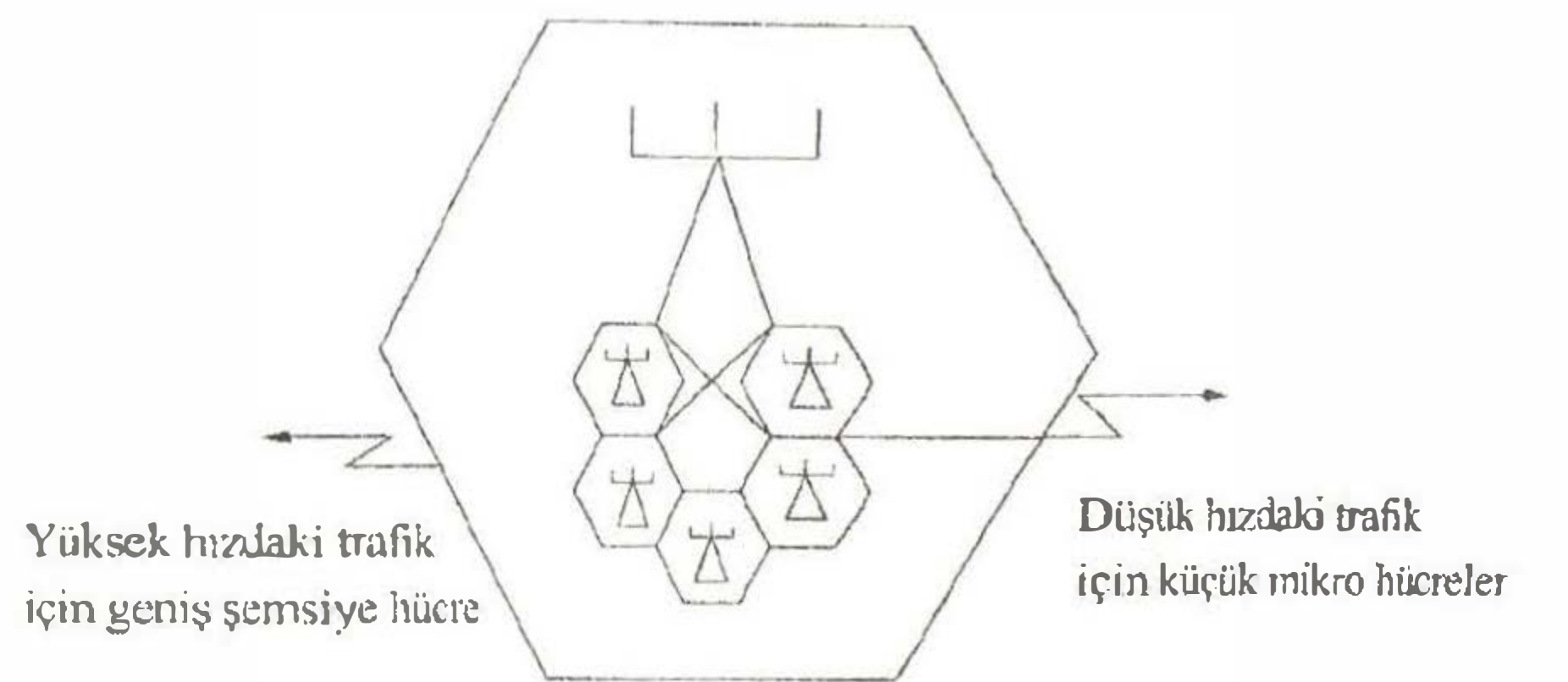
boyutları küçültülmüş ve ağırlıkları azaltılmış olmaktadır.



Şekil 4. Trafik yoğunluğuna göre hücreler

Yayınlanan gücün belirli bir bölge içinde sınırlandırılması ve komşu hücrelerden gelen güçlü elektromanyetik dalgaların bu belirli bölgelerin dışında alınmaması için hücreler değişik şekilde tasarlanmıştır. Bölgeler dilimlenmiş hücreler olup, kapsam alanı 120 dereceyle sınırlandırılmıştır. Baz istasyonları, dolayısıyla antenleri vadi kenarlarına ve gökdelenlerin aralarına yerleştirilmektedir. Burada anten tasarımı da önemlidir. Diğer taraftan, çok küçük hücreler içinde bir transit geçiş oluşmaktadır. Bu transit geçişi ortadan kaldırmak için şemsiye hücreler kullanılmaktadır (Şekil 5).

Bir şemsiye hücrede, mikro hücrelerde yayınlanan güçteki elektromanyetik dalgalardan güçlü elektromanyetik dalgalar yayınlanır. Şemsiye hücrede yayınlanan dalgaların taşıyıcı frekansı, mikro hücrelerde yayınlanan elektromanyetik dalgaların taşıyıcı frekansından farklıdır. Böylece, bir mobil terminal yüksek hızla giderken, sistem tarafından şemsiye hücreye atanarak şebekenin yükü azaltılabilir[3].



Şekil 5. Mikro hücreler ve şemsiye hücre

## II. HÜCRE TASARIMI

Hücre tasarımında, mobil terminallerin trafik yoğunluğu ve bölgenin coğrafi etki alanı için gereken kalite göz önüne alınmalıdır. Bu nominal tasarımdır. Hücre tasarımları; hücrenin şekline, antene ve baz istasyonunun gücüne bağlıdır. Eğer, yönetmesiz antenler ile baz istasyonu tasarlanıyorsa, baz istasyonlarının etki alanlarında bulunan ve baz istasyonlarından yayınlanan elektromanyetik dalgalarının alan şiddeti aynı olduğu bölgelerde bir sınıra gerek duyulmaz. Aynı işlem bir baz istasyonu çevresindeki beş baz istasyonu ile tekrarlanırsa, hücre altıgen bir şekle sahip olacaktır. Ancak, tasarımda elektromanyetik dalgaların yayımında direkt dalgalar, yansıyan dalgalar ve kırınım dalgaları olabileceğinden büyük ölçüde arazi ve düzensiz yapılaşma göz önüne alınmalıdır.

Frekansın tekrar kullanım modeli, frekans tahsisinin ve mantıklı kanal tahsisinin sağlanması şeklinde tanımlanabilir. Bu aşamalardan sonra nominal hücre tasarımı yapılabilir. Hücrel tasarımda, başlangıçtaki ve gelecekteki trafik dağılımı ele alınmalıdır. Hücrenin etki alanı, bölgenin koordinatları, yüksekliği, anten gibi faktörler göz önüne alınarak, zorunlu sınırlamalara göre tasarım yapılmalıdır. Bunlar için sayısal tasarımlar kullanılmaktadır.

Hücre şekli ve frekans planı, trafik hesaplamalarına dayanmakta ve başlangıçta değil, daha sonra gelişme sahaları içinde oluşturulmaktadır. Başlangıçtaki şebeke, trafiğin genişlemesine uygun şekilde planlanmalıdır. Trafiğin talebindeki gelişme önemli bir faktördür.

Sayısal sistemlerde, darbelerle gönderilen sembollerin, kanallarındaki bozulma sonucu zamanla kayıp, diğer sembollerin darbe şekillerine eklenmesi neticesinde, alıcıdaki örnekleyicinin sembolü '1' yerine '0' veya '0' yerine '1' olarak algılanabilmektedir. Buna sembol girişimi denir.

Hücrel sistemlerde bir girişim problemi vardır. Elektromanyetik dalgalar kaynaktan uzaklaştıkça zayıflıyor olsalar bile, uzak mesafelere yayın yapabilmektedir. Bu yüzden, aynı taşıyıcı frekansını kullanan hücreler arasında girişimin olması kaçınılmazdır. Öyle ki, hücrel sistemler için girişim, gürültüden daha önemli bir problemdir. Kalite, sabit şebekelerde işaret-gürültü (S/N) oranı ile belirlenirken; hücrel sistemlerde taşıyıcı gücü-girişim gücü (C/I) oranı ile belirlenmektedir. Abone yoğunluğunun yüksek olduğu metropol bölgelerde verimi artırmak üzere hücre boyutları küçültülmektedir. Ancak, bu durumda komşu hücreler arasındaki mesafe azalacak, dolayısıyla güç seviyesinin düşürülmesi gerekecektir.

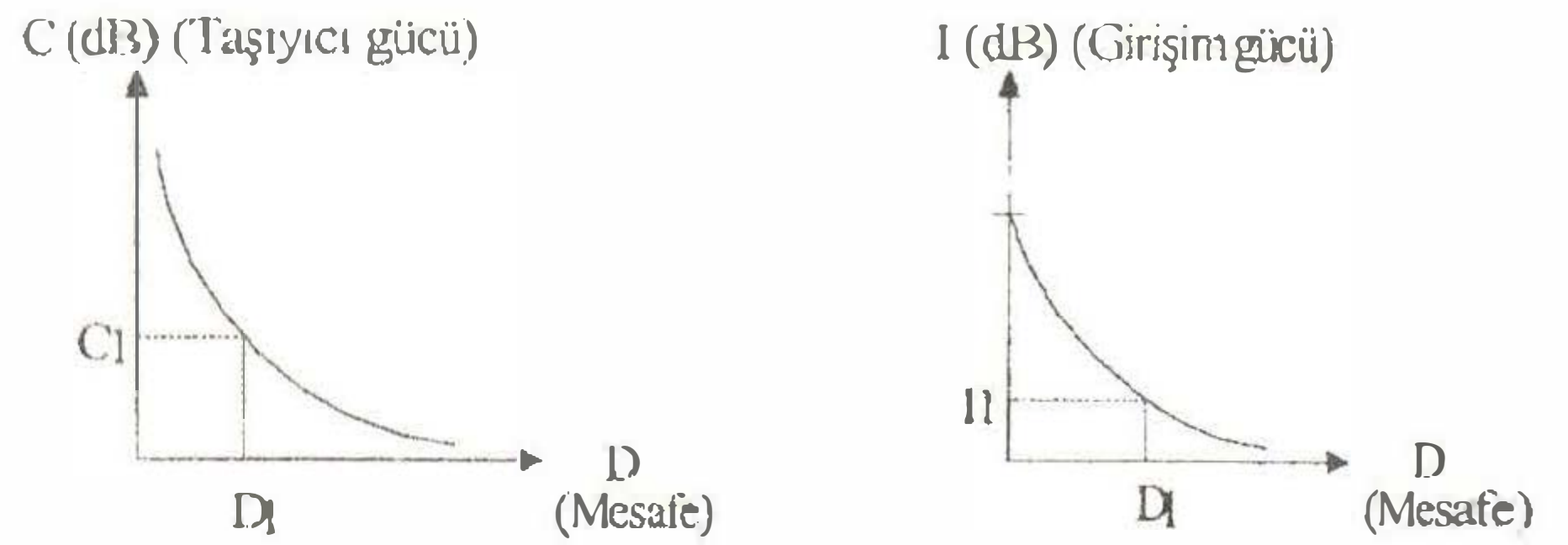
Hücrel sistemlerin bir diğer dezavantajı, abonenin sürekli hareket halinde olması durumunda bir hücreden

diğerine aktarılması zorunluluğudur. Hücre boyutlarının küçük olması durumunda, bu aktarmaların sayısı artacağından sistem üzerindeki yük de artacaktır.

Hücrel sistemlerin tasarlanmasında, temel ilke frekansın yeniden kullanım şekilleridir. Frekansın yeniden kullanımını coğrafi olarak farklı alanları kapsayan aynı taşıyıcı frekans üzerinde radyo kanallarının kullanımını olarak tanımlanmaktadır. Binlerce abonenin tek bir şehir alanında bulunduğu düşünülürse, sistem kapasitesini artırmak için frekansların yeniden kullanılması problemi ve bununla birlikte sistemin geliştirilmesinin önemi de artmaktadır.

Aynı frekansta yayın yapan iki sistemde, biri diğerini etkileyerek işaretini bozmaktadır. Bu, frekansın tekrar kullanım girişimidir. Örneğin aynı frekansını kullanan iki hücrenin birindeki baz istasyonunun yayını diğer hücredeki iletişimi etkilemektedir. Bu yüzden, bir frekansın tekrar kullanım alanları diğerlerinden yeterli bir mesafe ile ayrılmalıdır.

Taşıyıcı gücünün girişim gücüne oranı (C/I), alınması istenen işaret düzeyinin alınan istenmeyen işaret düzeyine oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu C/I oranı, mobilin anlık pozisyonuna bağlıdır; bozucu etkilerden ve yerel dağıtıcıların miktarının, tiplerinin, şekillerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Yerel girişim kaynaklarının miktarı, bölgesel yükseklikler ve durumlar, antenin tipi, yönelticiliği ve yüksekliği gibi diğer faktörler de, sistem içinde C/I oranının dağılımına etki etmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Taşıyıcı gücü - mesafe ve girişim gücü - mesafe grafikleri

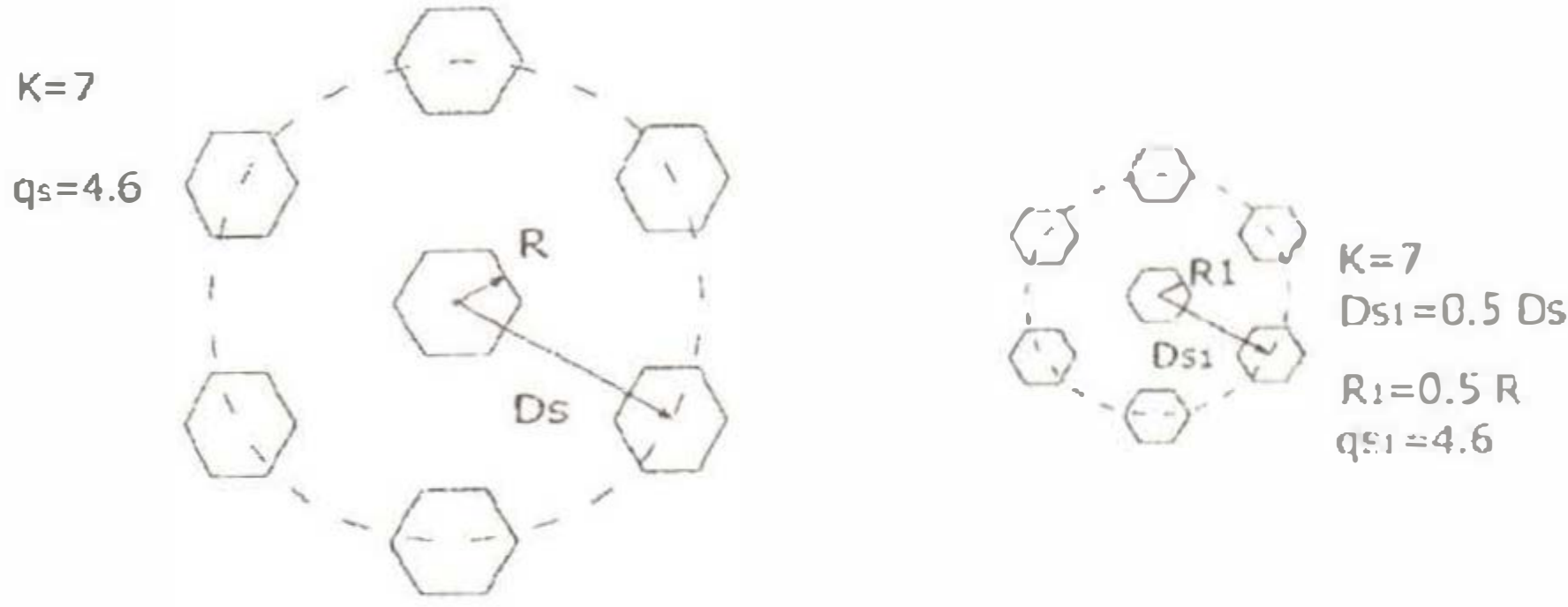
## III. KANAL GİRİŞİM AZALTMA FAKTÖRÜ (K)

İki hücre arası minimum uzaklık ( $D_s$ ), paralel kanal hücre girişimine göre belirlenmektedir. Mobil telefon servis sisteminde (C/I) oranı 18 dB için  $D_s = 4,6R$ 'dir. Burada R, hücrenin yarı çapıdır. Hücrel sistemlerde hücre sayısı (K),  $D_s$ 'nin fonksiyonudur. K'ya hücre yeniden kullanım katsayısı da denilmektedir.  $D_s = 4,6R$  için,  $K=7$  bulunur. Yani, 7 hücreli bir grup aynı frekans spektrumunu paylaşabilir (Şekil 7). Hücrelere ayrılan her iki bantta 395 ses kanalı vardır ve her hücre 57 kanallı

olabilir. Sistemin verimliliğini artırmak için paralel kanal girişim azaltma faktörü;

$$q_s = D_s / R = \sqrt{3K}$$

olarak tanımlanmaktadır.

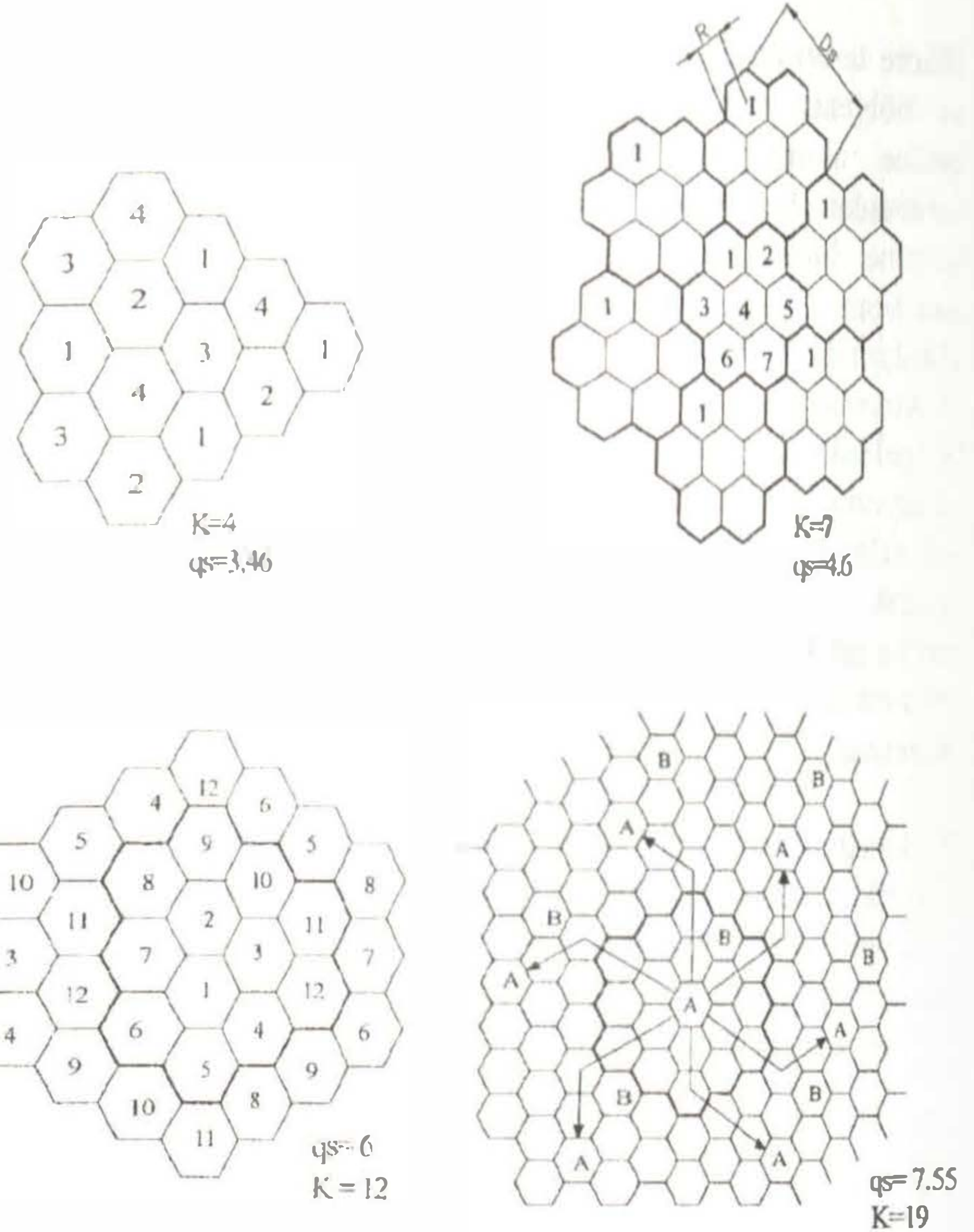


Şekil 7. Paralel kanal girişim azaltma faktörü

Bir hücresel mobil haberleşme sisteminin verimliliğini artırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Birincisi, geleneksel yöntemdir.  $q_s = D_s / R = \sqrt{3K}$  denklemi altı köşeli hücre için yazılmıştır. Diğer yonteme göre sistemin verimliliğini artırmak için  $q_s$  denkleminde hücrenin yarı çapını (R) küçültmek gerekmektedir. R, 1 km'den daha küçük alınır, bu tür hücrelere mikro hücre adı verilmektedir. Birinci derece yaklaşıkla, R yarı çapı yarıya düşürülürse, sistemin verimliliği 4 kat artırılmış olmaktadır. Bu yonteme göre verimlilik, kilometre-karede kanal sayısı ile ölçülmektedir. Bu yöntem analog veya sayısal sistemde kullanılabilir.

Şekil 8'de değişik hücre yeniden kullanım modelleri verilmiştir.  $D_s = 3,46R$  için  $K = 4$ ,  $D_s = 4,6R$  için  $K = 7$ ,  $D_s = 6R$  için  $K = 12$  ve  $D_s = 7,55R$  için  $K = 19$ 'dur[4].

$D_s/R$  oranı düşürülerek hücre tekrar-kullanım faktörü küçültülmektedir. Bu yonteme göre verimliliği artırmak için  $D_s$  azaltılmaktadır. Ancak, R değişmemektedir. Böylece,  $q_s = D_s / R = \sqrt{3K}$  oranı küçülecek ve hücre tekrar-kullanım faktörü azalacaktır. Ancak  $q_s$ , istenilen  $(C/I)_s$  oranının bir fonksiyonudur. Örneğin, 7 hücreli bir sistemin frekans tekrar-kullanım faktörü  $K=3$  yapılırsa, bu sistemin verimliliği  $K=7$  olan bir sistemin verimliliği ile karşılaştırılarak bulunur. Frekans tekrar-kullanım faktörü 7'den 3'e düşürüldüğü için, verimlilik  $7/3 = 2.33$  katı artmaktadır.



Şekil 8. Değişik hücre yeniden kullanım modelleri

Bu yonteme göre radyo verimliliği, hücre içindeki kanal sayısının tekrar kullanım faktörüne oranı;

$$m = \frac{\text{Toplam ses kanal sayısı}}{K}$$

şeklinde ifade edilmektedir. Denklemden görüldüğü gibi, K azaltılarak, radyo verimliliği (m) artırılabilir.

Hücre içindeki paralel kanalların girişimi arttığı için, 3 veya 6 bölge hücre şekilleri kullanılarak  $D_s$  uygun değere çekilebilir. Başka bir deyişle, verilen girişim göre çeşitli bölgeleşmeler kullanılarak  $D_s$  değerini küçültmek mümkündür.

3 bölge hücresel sistemde  $K=7$  ve toplam ses kanal sayısı 395 ise, bölge başına düşen kanal sayısı;

$$\frac{395}{7 \times 3} = 19 \text{ (kanal / bölge)}$$

$K=4$  için altı bölge hücresel sisteminde kanal sayısı;

$$\frac{395}{4 \times 6} = 16 \text{ (kanal / bölge)}$$

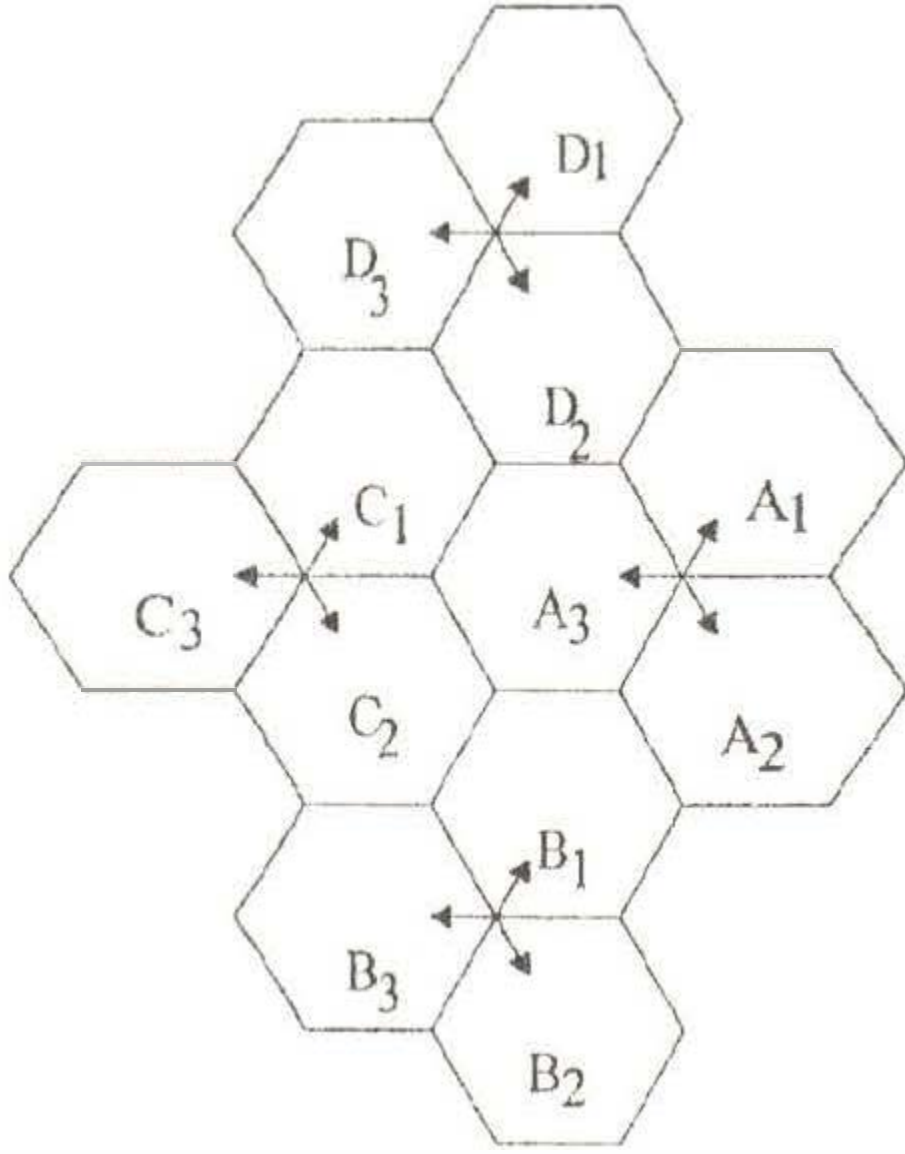
şeklinde elde edilebilir.

Yukarıdaki sonuçlara göre, iki hücrel sistemin radyo verimlilikleri arasında büyük fark bulunmayacaktır. Daha fazla verimlilik elde etmek için, hücrelerin alanları küçültülmektedir. Bölgeleşme, kanalların etkinliğini düşürmektedir. Bu şekildeki bir yöntem  $q_s$  değerini küçültmek için pek fazla kullanılmamaktadır.  $D_s/R$  oranını küçültmek için yeni mikro hücreler kullanılabilir.  $K=3$  olan sistemlerde bu yöntem kanalın verimliliğini etkilemez.

#### IV. FREKANS YENİDEN KULLANIM MODELİ

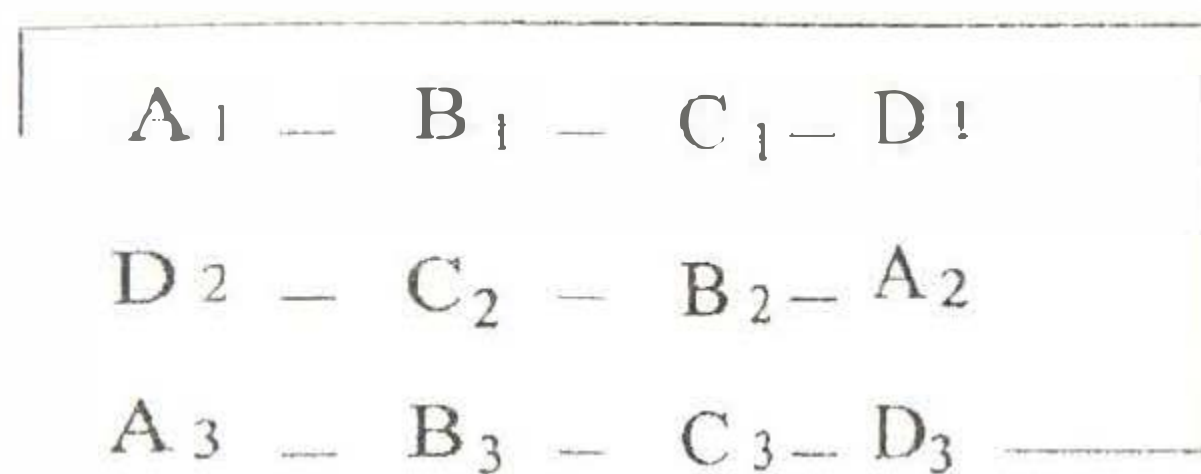
Kullanılan bütün kanalların sayısı ( $m$ ) ve frekans gruplarının sayısı ( $n$ ) olmak üzere ( $m/n$ ) oranı her grup için kanal sayısını vermektedir. Toplam kanal sayısı ( $m$ ) sabit olduğundan grup sayısının azalması, grup başına kanal sayısını artırmaktadır. Frekans gruplarını azaltmak, her bölgede daha fazla trafiğe imkan vermektedir. Frekans gruplarındaki artış ve ikinci kanalın yeniden kullanım mesafesindeki azalma sistem içindeki  $C/I$  oranını küçültmektedir.

Örneğin, 4 bölgede 12 frekans grubu kullanan yeniden kullanma modelinde yeniden kullanım uzaklığı  $D = 6K$  olup,  $C/I$  oranı uygun olarak kabul edilir.



Şekil 9. 4/12 hücre modeli

Şekil 9'da 4/12 hücre modeli verilmiştir. 4/12 hücre modelinde 48 kanal vardır (Tablo 1). Şekil 10'da 4/12 hücre modeli için yeniden kullanılan frekans grupları verilmiştir. 4/12 hücre modeli, 4 bölge içinde 12 frekans grubu kullanan bir yeniden kullanım modelidir.



Şekil 10. 4/12 hücre modeli için yeniden kullanım frekans grupları

Her bölgede 3 hücre bulunmaktadır. Antenin hücrelere bakan yüzü dikey olarak birbirinden bağımsız 120'şer derecelik bölümlere ayrılabilir ve hücreler en yakın bölgelerden birini alacak şekilde antenlerle düzenlenirler; bu sisteme 'yonca yaprağı biçimi hücre formu' adı verilmektedir.

Tablo 1. 4/12 hücre modelinde kanallar

Frekans Grupları	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>
Kanallar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48

Tüm hücreler yaklaşık olarak altıgen şeklindedir. Trafik hücresel homojen bir şekilde dağıtıldığı varsayılmaktadır.

Hücre boyutu, genellikle komşu iki bölge arasındaki mesafe olarak verilmektedir. Hücre yarı çapı  $R$  (altıgenin bir kenarına eşittir), sektör hücreler kullanıldığında bölgeden bölgeye uzaklığın üçte biridir.

Altıgen hücreli sistemde yönlü antenler kullanılarak sistem üç sektöre ayrılır. Dolayısıyla bir sektöre ait anten, diğer sektörlerin gördüğü aynı frekansı kullanan ve tekrar kullanım kanalından gelen girişimi engellemektedir. Ancak, bu iyileştirmeye karşılık sistemin kaldıracağı abone sayısı kapasitesi azalmakta, yani ortalama bekleme süresi artmaktadır. Ortalama bekleme süresi, bir abone bir baz istasyonunu kullanmak istediğinde o sistemin meşgul olma olasılığıdır.

#### V. YENİ BİR HÜCRE SİSTEMİ

Genelde bu yeni mikro-hücre sistemi 3 bölgede oluşmaktadır. Bölgeler gerektiğinde 3'ten fazla olabilir. Yerleri belli olan bu 3 bölge bir alan içinde sınırlıdır.

Mikro-hücre servisini yapan tüm radyo alıcı ve vericiler, ana bölgede bulunmaktadır. Herhangi bir bölgede bulunan bir araca servis edebilmek için, önce 800 MHz frekanslı hücre işareti ana bölgede mikro dalga veya optik işarete dönüştürülmekte ve sonra aracın bulunduğu bölgede tekrar bu işaret 800 MHz frekanslı işarete düşürülmektedir. Böylece, bu bölgede bulunan mobile ana bölgedeymiş gibi servis verilmiş olmaktadır.

## VI. SONUÇ

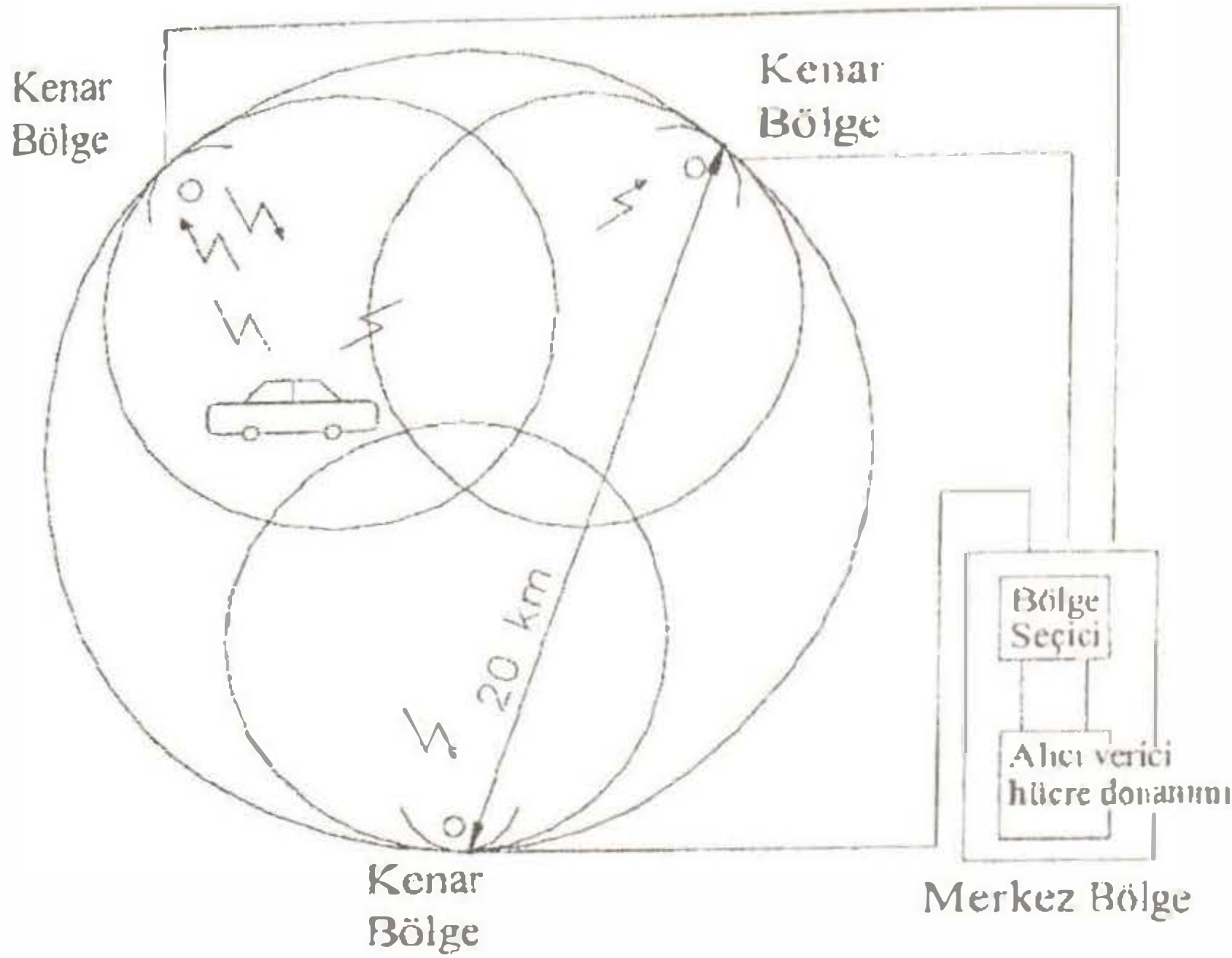
Hücre tasarımı, mobil terminallerin trafik yoğunluğu ve bölgenin coğrafi etki alanı ile gerekli kalite göz önüne alınmalıdır. Özellikle başlangıçtaki şebeke, trafiğin genişlemesine uygun şekilde planlanmalıdır.

Hücreli mobil haberleşme sisteminin verimliliğini artırmak için değişik yöntemler kullanılır. R (hücre yarıçapı), yarıya düşürüldüğünde sistemin verimliliğinin 4 kat arttığı belirlenmiştir. R sabitken,  $D_s$  (hücreler arası uzaklık) azaltıldığında, sistem verimliliğinde büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

Frekansın yeniden kullanım modeli, hücreli sistemlerin tasarımında temel ilkedir. 4/12 hücre modeli için frekansın yeniden kullanımı gösterilmiş ve bu yöntemle bölge başına kanal sayısının artırıldığı belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] TÜBİTAK Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü (BİLTEN). Elektromanyetik Dalgalar ve İnsan Sağlığı Sıkça Sorulan Sorular ve Yanıtları, TÜBİTAK Matbaası, Ankara. 20-21(2001)
- [2] TELSİM. Basitçe GSM, TELSİM Dergisi, (Temmuz 2000).
- [3] Bayrakçı H.E. Uydu ve Hücreli Mobil Haberleşme Sistemleri, Birsan Yayınevi, İstanbul. 201-208 (2002)
- [4] Lee, W.C.Y. Mobile Cellular Telecommunications Systems, McGraw-Hill. 51-55 (1989).



Şekil 11. Mikro hücreli mobil telefon servis sistemi

Alınan hücre işareti, düşük gürültülü kuvvetlendiriciden geçirilerek istenilen seviyeye getirilebilir. Bu kuvvetlendiriciler ana bölgenin kenar kısımlarında bulunmaktadır. Bu bölgelerde, frekans dönüştürücüler, güç kuvvetlendiricileri ve düşük-gürültülü ön kuvvetlendiriciler bulunmaktadır. Alınan işaret kuvvetlendirilerek mikrodalga veya optik işaret frekansına dönüştürülür. Bu elektronik donanım hafif ve küçük olduğundan montajları kolaydır.

Mikro-hücre içinde hareket eden mobile bir işaret gönderildiğinde her kenar bölgesi bu işareti alır, frekansını mikrodalga veya optik olarak yükselterek ana bölgeye iletir. Ana bölgede işaretin frekansı düşürülmektedir ve burada 'bölge seçicisi' vasıtasıyla işaretin en kuvvetli olduğu bölge seçilmektedir (Şekil 11). Bu seçilen bölge mobilin haberleşmesini sağlamaktadır. Sonra ana bölge hücre işareti, seçilen bölgeye gönderilmektedir.

Seçilen uygun bölge, merkezden gelen hücre işaretini alır ve bu işaretin frekansı düşürülüp, kuvvetlendirilerek mobile gönderilir. Üç bölgenin alıcıları, aktif durumda olmasına rağmen, yalnız bir bölgenin vericisi kullanılmakta ve mobil birimi ile haberleşmeyi sağlamaktadır. Mobil, bir bölgeden başka bir bölgeye geçtiğinde, kanal frekansları değişmektedir. Mobil biriminin konumuna göre merkezde bulunan bölge seçicisi, gönderilen işareti bir bölgeden diğer bölgeye kaydırmaktadır. Hücre içinde bulunan mobile bir anda tek bir bölge vericisi servis vermekte ve mobilin bölgeden bölgeye geçişi herhangi bir sorun yaratmamaktadır.