

Araştırma Makalesi

Yeni Nesil Mobil İletişim Sistemlerinin Gemi Kara Arasındaki Deniz Haberleşmesinde Kullanım Olanakları

Tayfun Acarer*

Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Meslek Yüksek Okulu, İstanbul Bilgi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

*Correspondence: tacarar@hotmail.com

DOI: 10.51513/jitsa.1179112

Özet: Deniz araçlarının birbirleri ve karadaki ilgili kuruluşlar ile kolay, güvenilir ve her zaman iletişim temin etmesi deniz seyrüseferi için son derece önemlidir. Bu arada deniz araçlarında bulunan gemi adamlarının özel görüşmelerinin de sağlıklı bir şekilde yapılması, yine deniz aracının sevk ve idaresi açısından büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda haberleşme teknolojilerinde ve bilişim sektöründe temin edilen olumlu gelişmeler, bu konuda pek çok alternatif haberleşme şeklini gemi yönetimlerinin ve gemi adamlarının kullanımına sunmuştur. Yeni nesil mobil iletişim teknolojileri olarak da tanımlanan söz konusu haberleşme sistemlerinin teknik yapısı, gemilerdeki zorunlu haberleşme sistemleri gibi kablosuz teknolojilere dayanmaktadır. Nesiller olarak da tanımlanan bu sistemler halen güncel yaşantımızda bireysel ve kurumsal olarak pek çok iletişim kolaylığı temin etmektedir. Bu sistemlerin gemilerdeki zorunlu telsiz sistemlerine ilave olarak, gemi - kara arasındaki haberleşmede hangi koşullarda kullanılacağıın bilinmesi gemi yönetimleri ve gemiadamları için önemli bir haberleşme aracı olacaktır. Bu nedenle başta beşinci nesil mobil iletişim teknolojileri olmak üzere söz konusu yeni mobil iletişim sistemlerinin imkan ve kabiliyetlerinin bilinmesi, bu sistemlerin gemilerde farklı amaçlarda ve etkin olarak kullanımı açısından büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deniz haberleşmesi, beşinci nesil mobil sistemler, yeni nesil bilişim teknolojileri

The Possibility of Using New Generation Mobile Communication Systems in Marine Communication Between Ship and Land

Abstract: It is extremely important for maritime navigation that sea vehicles provide easy, reliable and always communication with each other and with the relevant institutions on land. In the meantime, it is of great importance that the private meetings of the seafarers in the sea vessels are carried out in a healthy manner in terms of the management and administration of the sea vessel. Positive developments in communication technologies and information sector in recent years have offered many alternative communication methods to the use of ship management and seafarers. The technical structure of these communication systems, which are also defined as new generation mobile communication technologies, is based on wireless technologies such as compulsory communication systems on ships. These systems, which are also defined as generations, still provide a lot of communication convenience in our current life, individually and institutionally. In addition to the mandatory radio systems on ships, knowing the conditions under which these systems will be used in communication between the ship and the land will be an important communication tool for ship management and seafarers. For this reason, knowing the possibilities and capabilities of these new mobile communication systems, especially the fifth generation mobile communication technologies, is of great importance in terms of using these systems effectively and for different purposes on ships.

Keywords: Marine communication, fifth generation mobile systems, new generation communication technologies

* Corresponding author.

E-mail address: tacarar@hotmail.com

ORCID: 0000-0003-2407-5552

Received 23.09.2022; accepted 13.03.2023

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylül University.

1. Giriş

Günümüzün en hızlı gelişen sektörlerinin başında gelen Bilişim'deki gelişim halen büyük bir hızla devam etmektedir. Özellikle bu sektörün en önemli unsurlarından biri olan iletişim alanında yaşanan gelişmelerin çevresel etkileri ve sosyal yaşantımızdaki değişimleri hızla devam etmektedir. Bu sektörün kablosuz teknolojilerine ait altyapı unsurlarının boyutlarında, güç değerlerinde ve sayılarında son yıllarda büyük bir değişim yaşanmaktadır.

Bilişim altyapılarında kablosuz geniş alan ağları olarak isimlendirilen bu sistemler günümüzde Nesiller olarak tanımlanmaktadır. Bunların iletişim alt yapılarına ilişkin telsiz şebeke ekipmanlarının boyutları, elektromanyetik alan değerleri ve görüşme mesafeleri hızla değişmektedir. Bu değişimin nedeni, telsiz şebeke ekipmanlarının uç terminalleri olan Baz istasyonlarında kullanılan frekans bantlarının ve bunlara ilişkin teknolojilerde yakın süreçte büyük değişikliklerin yaşanmasıdır. Özellikle Beşinci Nesil Mobil İletişim sistemleri olarak tanımlanan ve halen bir çok ülkede kuruluş aşamasında olan sistemlerin altyapılarında kullanılacak frekans bantları bu değişimi daha da hızlandıracaktır. Çünkü 5G olarak da isimlendirilen bu sistemlerde kullanılması kararlaştırılan ve diğer nesillere oranla çok yüksek değerlerde olan frekans bantları baz istasyonlarının gerek elektromanyetik alanlarında, gerekse sayıları ve boyutlarında mevcut sistemlere oranla büyük farklılıklara yol açması kaçınılmazdır. Söz konusu değişimler hem yeni iletişim olanakları nedeniyle sosyal yaşantımızı, hem de boyutları itibarıyla içinde bulunduğumuz çevresel koşulları çok yakından ilgilendirmektedir. Tüm bu gelişmeler yakın süreçte çok daha farklı teknik ve çevresel unsurlar ile karşılaşabileceğimizi göstermektedir.

2. Deniz Haberleşmesinin Tarihsel Gelişimi

Günümüzde gemilerin emniyetli seyirleri ve yönetiminde deniz haberleşmesi çok önemli bir rol oynamaktadır. Önceleri gemilerin kaptanları aynı zamanda gemilerin de sahipleri iken, deniz haberleşmesinin gelişimi ile birlikte gemilerin sahipleri bulunmadan karadan sevk ve idaresi mümkün hale gelmiştir. Bu şekilde deniz ticaretinin ve uluslararası taşımacılık hizmetlerinin gelişimi, ancak gemiler ile uzaktan irtibatın kurulduğu deniz haberleşme sistemlerinin yaygın kullanımı sonucu gerçekleşmeye başlamıştır.

Modern anlamda deniz haberleşmesinin kullanımı ile ilgili gelişmelerin yüz yılı aşkın bir tarihi süreci bulunmaktadır. Bu süreç içinde özellikle bir çok dramatik deniz kazası yaşanmış ve bu kazalarda çok sayıda can ve mal kaybı meydana gelmiştir. Bu kazalar zaman içinde uluslararası örgütleri harekete geçirmiş ve bu konuda birçok yeni uluslararası regülasyonu ortaya çıkarmıştır. Özellikle haberleşmenin deniz ticaretinde can ve mal emniyeti ile ilgili işlevlerde taşıdığı önemin giderek artması, bu konudaki çalışmaları daha da hızlandırarak bir dizi düzenlemenin yapılmasına yol açmıştır.

Uluslararası düzeydeki ilk denizcilik konferanslarından biri 1904 yılında yapılmıştır. Bu konferansta telsiz haberleşmesinde kullanılacak standart bir tehlike/çağrı sinyali olarak "CQD" kodu olarak belirlenmiştir. Tehlike/Emniyet çağrıları açısından yıllarca kullanılan olan "SOS" kodu ise ilk kez 1908 yılında yapılan diğer bir uluslararası toplantıda belirlenmiştir. Daha sonra bu kod kullanılarak yapılacak çağrılar için, o tarihlerde en etkin telsiz sistemlerinden biri olan MF (Medium frequency-orta dalga) deniz telsiz telgraf haberleşmesinin "500 kHz" frekansı tahsis edilmiştir.

1959 yılında Birleşmiş Milletlere bağlı olarak yapılan ve önceki adı "Uluslararası Denizcilik İstişari Teşkilatı" (IMCO-International Maritime Consultative Organization) olan kuruluş, "Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO-International Maritime Organization) haline dönüştürülmüştür. Deniz ticaretinin hem işlevinin, hem de öneminin giderek artması zaman içinde bu kuruluşun denizde can ve mal güvenliği ile ilgili düzenlemelerin yapıldığı en önemli organizasyonlardan biri haline gelmesine yol açmıştır. Uluslararası Denizcilik Örgütü başta tehlike/emniyet haberleşmesi olmak üzere birçok uluslararası sözleşmenin dünya ülkeleri tarafından kabul edilmesinde önemli rol oynayarak uluslararası denizcilik faaliyetlerinde çok önemli rol oynamaya başlamış ve Birleşmiş Milletlerin en önemli kuruluşlarından biri haline gelmiştir.

Organizasyon yapısı hızla geliştirilen IMO, zaman içinde ilgili konularda Uluslararası Telsiz Danışma Kurulu (CCIR-International Radio Consultative Committee, yeni adıyla ITU-R), Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU-International Telecommunication Union), Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO-World Meteorological Organization) ve Uluslararası Hidrografi Örgütü (IHO-International Hydrographic Organization) gibi uluslararası kuruluşlar ile de ortak çalışmalar yapmaya başlamıştır.

Denizde can güvenliği amacıyla çok önemli düzenlemelerin yapıldığı ve deniz haberleşmesinin yeniden şekillendiği “Küresel Denizde Can ve Mal Emniyeti” (GMDSS-Global Maritime Distress and Safety System) mevzuatı 1979 tarihinde imzalanarak, 1982 yılında bununla ilgili geçiş süreci başlatılmıştır. GMDSS sisteminin tümüyle uygulamaya geçene kadarki süreçte yapılan en önemli uluslararası düzenlemelerin başında 1960 ve 1974 yıllarında gerçekleştirilen SOLAS Konvansiyonları gelmektedir. Buna göre tüm yolcu gemileri ile 1600 GRT üzerindeki tüm yük gemilerinde bulunması gereken başlıca teçhizatlar telsiz telgraf ve telsiz telefon, 300-1600 GRT arasındaki tüm yük gemilerinde bulunması gereken cihaz ise sadece telsiz telefon olarak belirlenmiştir.

Deniz haberleşmesinde özellikle tehlike/emniyet haberleşmesinin daha iyi standartlara yükseltilmesi amacıyla Uluslararası Telsiz Danışma Kurulu'nun (CCIR) da desteği ile 1972 yılında denizde uydu haberleşmesi ile ilgili çalışma başlatılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda 1979 yılında gemiler için uydu haberleşmesi imkanı temin eden “INMARSAT” ve daha sonra da COSPAS-SARSAT organizasyonları faaliyete geçirilmiştir. Aynı yıl “Denizde Arama ve Kurtarma 1979” Sözleşmesi kabul edilerek, kurtarma/yardım faaliyetlerinde çok önemli bir düzenleme uygulamaya konulmuştur. Yine bu gelişmeler doğrultusunda 1984 yılından itibaren 18 GRT'dan büyük gemilerde mevcut teçhizatlara ilave olarak VHF telsiz telefon cihazı da zorunlu hale gelmiştir.

1 Şubat 1992'de başlayan ve 7 yıllık geçiş süreci 1 Şubat 1999 tarihinde tamamlanarak tüm kuralları ile uygulamaya konulan GMDSS hükümlerine göre Inmarsat ve Cospas Sarsat uydu sistemlerine ilave olarak VHF, MF, HF ve NAVTEX olarak farklı frekans bantlarında kullanılan yersel (terrestrial) sistemler aracılığı ile deniz haberleşmesinde otomatik kullanım süreci başlamıştır. Söz konusu deniz haberleşme cihazlarının içinde gerek kullanım kolaylığı, gerekse GMDSS mevzuatı yükümlülükleri gereği gemilerde en yoğun kullanılan cihaz VHF'dir. Bu cihaz hem boyutları, hem de kullanımındaki basitlik nedeniyle deniz haberleşmesinde en çok kullanılan cihaz özelliği taşımaktadır.

Günümüzde teknolojiye gelişmelerin de etkisiyle gemi içi, gemi - kara ve gemi - gemi arasındaki sesli iletişimde kullanılan VHF cihazlarının başta internet olmak üzere elektronik posta (e-mail) ve veri (data) haberleşme platformlarında da kullanılması için IMO ve ITU tarafından düzenlemelerin yapılmasına halen devam edilmektedir.

Günümüzde gemilerin tehlike/emniyet çağrılarında yukarıda belirtilen uydu ve karasal sistemlere ilave olarak Otomatik Tanımlama Sistemi (Automatic Identification System-AIS) ve Uzak Mesafe Gemi İzleme (Long Range Identification and Tracking System-LRIT) cihazlarının da kullanılması mümkündür. Halen AIS cihazları ile gemi/gemi arasında 25 mile, gemi/kıyı arasında 50/60 mil mesafeye kadar iletişim yapılabilmektedir. LRIT sisteminde ise 76 derece kuzey/güney enlemleri arasında sefer yapan gemiler ile mesajlaşma ve iletişim mümkündür.

3. Bilişim Sektöründeki Gelişmeler

Günümüzde bilişim sektörünün hem bireysel olarak, hem de kurumsal olarak etkisinin görülmediği bir alan kalmamıştır. Çünkü bu sektörde yaşanan tüm teknolojik gelişmeler, bilişimin etkilediği diğer sektörleri de farklı ölçüde ilgilendirmektedir (Tekin, 2000, s. 101). Bunun sonucu bilişim; elektronik makineler aracılığı ile veri işlenmesini öngören ve teknik, ekonomik ve toplumsal faaliyetler ile ilgili iletişimde kullanılan bir bilim türü olarak tanımlanmaktadır (Çelik, 2010, s. 43).

Bilişim sektörü teknolojiye bağlı olduğu için günümüzde sürekli gelişim göstermektedir. Çünkü sürekli gelişen teknolojiler doğal olarak bilişim sektörünü de büyük ölçüde etkilemektedir (Özkan Y., 2018).

Bu nedenle bu sektör teknolojik gelişmeler ile birlikte büyük bir hızla gelişmekte ve tüm sektörleri de değişik oranlarda, fakat çok ciddi ölçüde etkilemektedir.

Bilişim sektörü iletişim ve içerik olarak birbirlerini tamamlayan iki farklı unsur çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın konusu nedeniyle bilişim sektörünün iletişim kısmı olan altyapılar ve bunlara ilişkin kapsama alanı (coverage) incelenmiş, içerik unsuru bu değerlendirmeye dahil edilmemiştir.

Günümüzde bilişim Sektöründe kullanılan altyapılardan ilki Sabit Erişim (Fix Access), diğeri Kablosuz Erişimdir (Wireless Access). Son yıllarda iletişim alanında ve özellikle bunu meydana getiren sabit ve mobil altyapılarda çok ciddi gelişmeler yaşanmakta olup, bu gelişmeler önümüzdeki süreçte de artarak devam etme eğilimindedir. Sabit Erişim sistemleri genelde iki farklı malzemenin tesis edilmektedir. Bunlar Bakır ve Fiber Optik kablolardır. Bu arada farklı bir yapıda bulunan koaksiyel kablo bazı kuruluşlarca farklı bir sabit erişim sistemi olarak kabul edilse de, genel kabul koaksiyel'in de bir bakır kablo türü olduğudur.

Kablosuz Erişim sistemlerinin WPAN (Wireless Personal Area Network), WLAN (Wireless Local Area Network), WMAN (Wireless Metropolitan Area Network) ve WWAN (Wireless Wide Area Network) gibi türleri olmasına karşılık en çok kullanılan sistem WWAN'dır. WWAN sistemlerinin günümüzde en çok bilinen uygulamaları "Nesiller"dir. (Generation) Cep telefonu haberleşmesinde kullandığımız ikinci, üçüncü ve dördüncü nesil mobil iletişim sistemleri (nesiller) bugün güncel yaşantımızda en çok yer alan kablosuz iletişim altyapılarıdır. Halen ağırlıklı olarak dördüncü nesil mobil iletişim sistemlerini kullanmamıza karşılık, çok yakın bir süreçte beşinci nesil mobil iletişim sistemleri de güncel yaşantımıza girecektir.

3.1. Nesillerin Gelişimi

Bilişim sektöründe nesiller (generation) olarak bilinen gelişmeler güncel yaşantımızı, iş ve sosyal hayatımızı çok ciddi ölçüde ilgilendirmekte ve değiştirmektedir.

Çünkü 1983 yılında mobil telefon ile ilk görüşme yapıldığı tarihten sonra mobil telefonların güncel yaşantımızda kullanımları hızla artmıştır. Daha sonra 1994'de IBM'in akıllı telefon üretimiyle birlikte mobil telefonların kullanımında yeni bir dönem başlamıştır (Miller, 2012).

Geniş Alan Mobil İletişim sistemleri (WWAN) 1980'li yılların başında "Birinci Nesil" ile ilk kez yaşantımıza girmiştir. Oldukça büyük hacimli ve çok akım çeken bu sistemlerin mobil olarak kullanılması, ancak bunların otomobil, otobüs, TIR vb mobil araçlara tesis edilmesi ile mümkün olmuştur. Bu nedenle "Birinci Nesil" mobil iletişim sistemleri kullanıldığı dönemde "Araç Telefonu" olarak isimlendirilmiştir (Acarer T, 2021). Analog yapısı olan ve oldukça pahalı tesis ve kullanım bedeli bulunan bu sistemlerin söz konusu olumsuzluklarına rağmen oldukça talep görmesi, mobil haberleşmeye olan ihtiyacın açık bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

İlk dijital (sayısal) mobil nesil sistemleri 1990'lı yılların başında ortaya çıkan İkinci Nesil (2G) iletişim sistemleri olmuştur. Başlangıçta sadece "Ses" haberleşmesi yapılan bu sistemler ile daha sonra dar band (narrow band) mobil iletişim de yapılmaya başlanmıştır. İlerleyen süreçte hız ne kadar artsa da mobil genişbant iletişim (broadband) ancak "Üçüncü Nesil" mobil iletişim sistemleri (3G) ile uygulama olanağı bulmuştur.

2000'li yılların başında İstanbul'da yapılan WRC-2000 (World Radio Conference-2000) toplantısı ile genel esasları kabul edilen Üçüncü Nesil mobil iletişim sistemleri, farklı ülkelerde lisans bedellerinin yüksek tutulması nedeniyle 5/6 yıl uygulama olanağı bulamamıştır. Daha sonra lisans bedellerinin makul düzeye çekilmesi ile 2006 yılından sonra hızla yaygınlaşmaya başlayan Üçüncü Nesil sistemler ilk genişbant mobil sistemler olarak güncel yaşantımızda yerini almıştır. Mobil geniş bandın kullanımı ilk kez 3G sistemleri ile başlamış ve bundan sonra her yıl artarak gelişmiştir.

Özellikle 4G'nin kullanılmaya başladığı 2011 yılı sonrasında veri hızı ve miktarı çok önemli oranda artmış ve uluslararası data kullanımında önceki nesillere göre her yıl yaklaşık iki kat fazlalaşma olmuştur. Bu sistemlerin yaygınlaşması ile birlikte o zamana kadar band genişliği yetersizliği nedeniyle fazla kullanım olanağı bulamayan pek çok uygulama programı (application) mobil iletişimde de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Yine bu sistem aracılığı ile yıllar içinde görüntülü haberleşme ve video konferans iletişimi de gelişmiştir. Üçüncü Nesil iletişim sistemlerinin genişbant özelliğini; kullanılan taşıyıcı frekansın bant genişliği ve dolayısı ile kanal genişliğinin artması olarak açıklamak mümkündür.

2010'lu yılların başında ortaya çıkan Dördüncü Nesil mobil iletişim sistemlerinin en önemli özelliği (4G) IP altyapısının (İnternet Protokol) kullanılmaya başlamasıdır. 2011 yılında yapılan WRC-11 toplantısı ile genel prensip ve özellikleri belirlenen bu sistemler ile çok daha geniş band genişliklerine ulaşmak ve pek çok farklı uygulamayı kullanmak mümkün hale gelmiştir. Çünkü Dördüncü Nesil mobil iletişim sistemlerinin sahip olduğu bant ve dolayısı ile kanal genişliği, o zamana kadar kullanılan mobil iletişim nesillerine oranla daha büyük boyutlara ulaşmıştır. Bunun sonucu 4. Nesil sistemlerdeki bant genişliği ve dolayısı ile buna bağlı olarak data hızında ve kapasitesindeki artış 2. Nesil sistemlere oranla en az 100 kat fazla olmuştur (Acarer, 2017).

Günümüzde giderek yaygınlaşmaya başlayan Beşinci Nesil mobil iletişim sisteminin (5G) gelişim süreci daha önce kullanılan 2G, 3G ve 4G'ye göre farklı bir yapıda olmaktadır (Türk Telekom A.Ş., 2018). Çünkü 5G hedef olarak ve mimari yapı açısından önceki nesillerden oldukça farklı bir yapıya sahip bir mobil iletişim sistemi olarak öngörülmektedir.

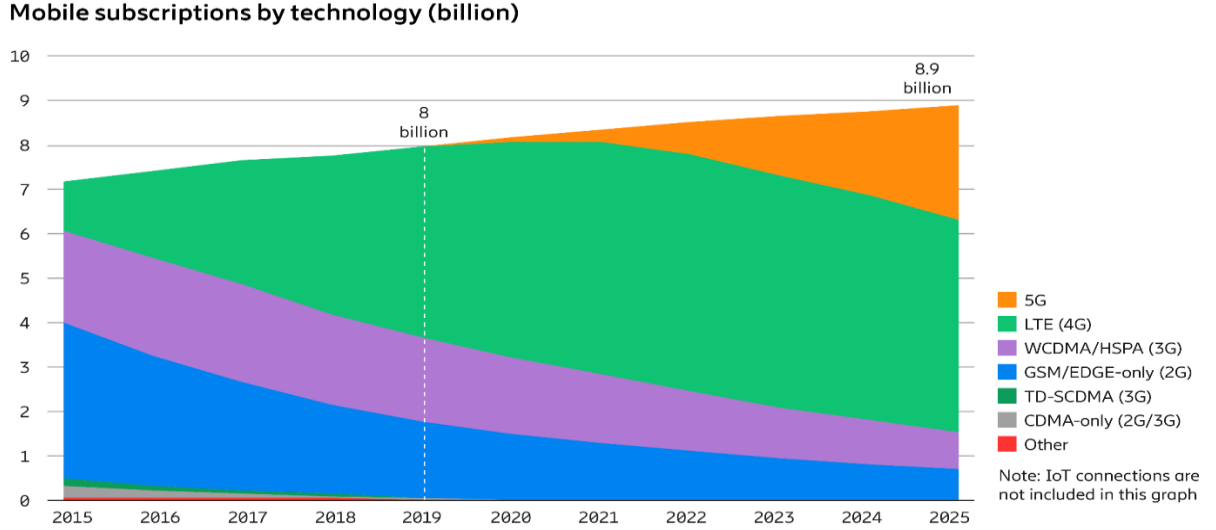
2015 yılında gerçekleştirilen WRC-2015 toplantısı ile 4G'nin ileri versiyonu olan "LTE-Advance" sisteminin prensipleri belirlenmiş ve Dördüncü Nesil mobil iletişim sistemlerinde daha ileri özelliklere geçilmiştir.

WWAN sistemlerinde yaşanan bu gelişmeler ile çok daha geniş band kullanılması ve çok daha hızlı iletişim imkanlarına kavuşulmuştur. Ayrıca "Taşıyıcı Birleştirme" (Carrier Aggregation) özelliği de kullanılmaya başlanarak bant genişliği daha da artırılarak data hızında önemli artış temin edilmiştir. Bu şekilde mobil data iletişimde daha önce kullanılan nesillerde o zamana kadar ulaşılamayan hızlar ile haberleşme yapılması ve büyük dataların gönderme (upload) ve indirme (download) yapılması mümkün hale gelmiştir.

Aşağıdaki grafikte 2015 – 2025 yılları arasında Beşinci Nesil mobil iletişim sistemleri (5G) ile ilgili öngörülen gelişim süreci gösterilmektedir (Ericson, 2019). Bu grafikten de görüldüğü üzere 2015 yılından itibaren İkinci Nesil ve Üçüncü Nesil mobil iletişim sistemlerinin abone sayılarının hızla azalacağı ve 2025 yılında bu sistemleri kullanan abone sayısının bir milyardan altına düşeceği hesaplanmaktadır.

Buna karşılık Dördüncü Nesil mobil iletişim sisteminin gelişiminin 2023 yılına kadar süreceği ve bu tarihten itibaren Beşinci Nesil mobil iletişim sisteminin gelişimi ile birlikte bu düşüş trendinin giderek hızlanacağı öngörülmektedir.

5G'deki asıl artışın ise 2023 yılından sonra olacağı ve 2025 yılı sonunda 2,5 milyar mobil abonenin beşinci nesil sistemi kullanacağı tahmin edilmektedir. Bu süreçte 5G'nin yaygınlaşmasının kademeli olarak artacağı ve üçüncü faz olarak kabul edilen 24 GHz üstü frekans bantlarının kullanılmasından sonra (ikinci aşamada 39 GHz de kullanılmaya başlayacak) 5G'de çok hızlı abone artışının yaşanacağı hesaplanmaktadır.



Şekil 1. Mobil İletişim Sistemleri Ve Beşinci Nesil (5G) İle İlgili Öngörülen Gelişim Süreci

2019 yılında gerçekleştirilen WRC-19 toplantısı Beşinci Nesil mobil iletişim sistemlerinin temel özelliklerinin belirlenmesi ile ilgili en önemli toplantı olmasına rağmen, bu nesil ile ilgili düzenleme sürecinin önümüzdeki yıllarda da devam edeceği öngörülmektedir. Çünkü Beşinci Nesil mobil iletişim sistemleri ile ilgili belirlenen hedefler ve bugüne kadar bu sistem konusundaki beklentiler 5G'nin gerek mimari yapısının (architecture), gerek frekans ve kanal/band genişliklerinin diğer nesillere göre oldukça farklılık içereceğini göstermektedir. Bu nedenle önümüzdeki süreçte Beşinci Nesil mobil iletişim sistemleri ile ilgili bir çok yeni düzenlemenin yapılması kaçınılmazdır.

3.2 Nesnelerin İnterneti ve Veri Kullanımında Son Yıllardaki Büyük Artış

Günümüzde veri, “çağımızın ham maddesi” olarak tanımlanmaktadır. Bu husus Twitter, Google, Amazon ve Facebook gibi bilişim şirketlerince çok önceden beri bilinmekte ve adı geçen şirketlerin kuruluş felsefelerini meydana getirmektedir (Ege, 2013).

Son yıllarda cihazların kendi arasındaki haberleşmesi olarak bilinen “Nesnelerin İnterneti” (IoT - Internet of Things) ile ilgili gelişmeler giderek yaygınlaşmaktadır. IoT olarak da isimlendirilen bu sistemlerin çalışma prensibi tamamen kablosuz ağ teknolojileri (wireless) yapısına dayanmaktadır (S. Li, 2015).

Nesnelerin internetine ilişkin altyapı, bir birleri ile farklı haberleşme protokolleri üzerinden iletişim kuran nesnelere ait dataların toplanarak analizinin yapıldığı ve bu şekilde farklı nesnelerin kontrol edildiği bir ağdır (Ariş, 2015). IoT ağında bulunan algılayıcılar ve cihazlar insan makina ve makina makine (M2M) arasında irtibat kurabilen yapılarıdır (Görkem, 2016).

Son yıllarda kablosuz iletişim sisteminin gelişmesi en çok nesnelere gelen verinin artmasına yol açmıştır. Bu artış halen de giderek artan bir oranda devam etmektedir. Çünkü kablosuz teknolojiler geliştikçe nesnelerin interneti de gelişmekte, bu durum ise veri artışını daha da fazlalaştırmaktadır. Bu arada gerek yazılım sektöründe, gerekse elektronik teknolojisindeki gelişmelerin giderek artmasıyla adreslenebilir nesne ve cihaz miktarında büyük artışlar meydana gelmiştir. Bu artışlar halen de artan bir hızla sürmektedir (Çavdar, 2017).

Günümüzde internet teknolojileri ve sosyal medya giderek yaşantımızın her alanına girmektedir. Bunların kullanımında en yoğun araç olan cep telefonları da artan oranda insanlara ait faaliyetleri üretir duruma gelmiştir (Aktan E. , 2018). Ayrıca sensörlerden ve nesnelere gelen datalar sonucu “büyük veri” kavramı ortaya çıkmıştır. Bu arada mobil platformlarda, web sitelerinde ve sosyal medyada üretilen veriler işletmeler bünyesinde yer alan datalar ile birlikte büyük veri yığınlarını ortaya çıkarmıştır (Goes, 2014).

Bunun yanında bant genişliği de, gelişen Nesiller ile birlikte hızla artmaktadır. Bu arada sosyal ağlar üzerinden yapılan mesajlaşma, yüksek çözünürlüklü video ve fotoğraf paylaşımı, mobil cihazlar aracılığı ile yapılan eğitim ve bu şekilde yüksek boyutlu öğrenim materyallerine ulaşması (Tarimer, 2010, Sayı: 3), yazılı ve sesli haberleşmede kullanılan mobil uygulamalar ve bunlar aracılığı ile oynanan çevrim içi oyunlar sonucu birçok alanda internet kullanımı giderek yoğunlaşmaktadır (Berk, (2020).

Bunun yanında mobil iletişimde kullanılan bant genişliği de, gelişen Nesiller ile birlikte hızla artmaktadır. Günümüzde veri kullanımındaki asıl artışın ise beşinci nesil sistemlerin yaygın olarak kullanımı sonucu olacağı ve bundan sonra çok daha hızlı bir artış trendi yaşanacağı hesaplanmaktadır (DataSpere, November 2018). Çünkü 5G ile birlikte bant genişliği çok büyük oranda artacağı için, bu sistemin kullanımı ile birlikte veri hem daha çok hızlanacak, hem de çok büyük oranda çoğalacaktır.

3.3. Yeni Nesil Mobil İletişim Sistemleri

3.3.1 Beşinci Nesil Mobil İletişim Sisteminin Özellikleri

Yeni nesil mobil iletişim sistemleri ve yeni nesil şebeke olarak Beşinci Nesil (5G) mobil altyapısı kabul edilmektedir. Çünkü bu altyapının gerek tamamen İnternet Protokolü (IP) özellikli olması, gerekse içerdiği büyük bant genişliği ve buna bağlı olarak büyük data transferlerini yapabilmesi 5G'nin diğer mobil iletişim nesillerinden ayıran en önemli özelliğidir.

Beşinci Nesil mobil iletişim sistemleri ile, mobil ağların ürettiği servis ve uygulamaların artan ihtiyaçlarının karşılanması ve haberleşme teknolojilerini hayatın her alanına genişleterek “her nesneye” haberleşme yeteneğinin kazandırılması hedeflenmektedir. Bunun en önemli nedeni, son yıllarda internete bağlı cihazların sayısının artmasına ve buna bağlı olarak indirilen ve gönderilen veri ihtiyacının yükselmesidir. Bugün mobil haberleşmenin kitlelere yayılması ve buna bağlı eko sistemin hızla büyümesi kullanıcı ihtiyaçlarının da giderek artmasına yol açmaktadır. Önümüzdeki süreçte mevcut veri trafiğinin çok daha fazla artacağı ve bunun yaklaşık %80'inin video olacağı hesaplanmaktadır. Bu durum, Beşinci Nesil mobil iletişim sistemine duyulan ihtiyacın en önemli gerekçesi olarak kabul edilmektedir.

Bu nedenle 5G sistemindeki hız ve gecikme süresinin beklentileri sağlaması gerekmektedir. Bu hızın ortalama 10 Gbps seviyesinde ve gecikme süresinin de 1 ms'den daha düşük değerde olması istenmektedir. Ayrıca, bu sistemin 50 milyardan fazla IoT (Internet of Things) nesnesi ile bağlantıyı da karşılayacak kapasitede olması ve düşük hızda bağlantıyı desteklemesi de gerekmektedir. 5G sistemlerine yapılacak yatırımın uzun yıllar süreceği ve aşamalı olarak gerçekleşeceği öngörülmektedir. Çünkü Beşinci Nesil sistemlerin tesis sürecinin üç aşamada olacağı ve son aşama olan 24 GHz üzeri frekans bantlarının kullanımına kadar diğer aşamaların da zaman alacağı tahmin edilmektedir.

5G'ye dünya çapında yapılacak yatırımın toplamda trilyon doları aşacağı hesaplanmaktadır. Çünkü bu teknoloji sadece kablosuz internetle sınırlı olmayıp, temin edeceği yüksek hızlı data iletişimi nedeniyle pek çok hizmet için de kullanılacaktır. Bunların başında sosyal medya gelmekte olup, örneğin YouTube, Netflix gibi bulut sistemleri üzerinden video izlenirken, aynı anda bulut üzerinden oyun oynanabilmesi de mümkün olacaktır. Bu durum sadece sabit mekanlarda temin edilmeyecek, aynı zamanda farklı ulaşım araçlarındaki seyahatlerde de mümkün olacaktır.

Beşinci Nesil mobil iletişim sistemlerinin son aşaması olarak tanımlanan 24 GHz üstü frekans bantlarının kullanımına başlanıldığında, halen kullanılan LTE Advance sistemlerine oranla 1000 kat daha fazla mobil verinin işlenebileceği hesaplanmaktadır. Bunun yanında söz konusu altyapının farklı araçlar, ev eşyaları, makineler gibi hem sabit, hem de hareketli sistemlerin birbirlerine bağlanmasında dev bir omurga görevi göreceği düşünülmektedir. Genel olarak ekonomistler ve mühendisler tarafından bu gelişmelerin ekonomik devrimlere yol açacağını öne sürülürken, bunun Beşinci Nesil mobil iletişim sistemlerinde kullanılacak yeni teknolojiler, yeni mimariler ve yeni donanımlar ile temin edileceği savunulmaktadır.

Bu yenilikler güncel yaşantımızın her alanında Beşinci Nesil mobil iletişim sistemlerine ulaşılabilir olacağını ve bu sistemin başta enerji sektörü, yeni nesil sağlık sistemleri, akıllı ulaşım ve akıllı şehir sistemleri, eğitim ve eğlence gibi pek çok alanda kullanılabileceğini göstermektedir. Bu nedenle Beşinci Nesil mobil iletişim sistemlerindeki en önemli gelişmeleri;

- veri iletim hızında büyük bir artış,
- uçtan uca bağlantıda yaşanan gecikmenin azalması ve
- kapsamanın iyileştirilmesi

olarak özetlemek mümkündür (Çelik, 2010).

Yukarıda sayılan söz konusu iyileştirmeler, özellikle nesnelerin interneti için de büyük önem taşımaktadır. Çünkü 5G ile temin edilecek bu gelişmeler sonucunda;

- En uç noktadaki cihazların bile internete bağlanabilmesi ve bu cihazlardaki verilerin çok yüksek hızlarda alınabilmesi mümkün olabilecektir. Bu şekilde önemi giderek artan veri daha da fazlalaşacaktır.
- Yine önümüzdeki sürecin önemli konularından biri olan sürücüsüz arabalar ve akıllı ulaşım sistemlerinde (otonom sistemler) çok büyük önem taşıyan gecikme süresinin 1 milisaniyeler civarına düşürülmesi mümkün olabilecektir.
- Ayrıca etkileşimli mobil oyunlarda da büyük veri aktarımına gereksinim duyulduğu ve bu ölçüde verinin halen Dördüncü Nesil ve öncesi mobil iletişim sistemleri ile iletimi temin edilemediği için, Beşinci Nesil sistemler ile bu konuda çok ciddi çözümler temin edilebilecektir.

3.3.2. Beşinci Nesil Mobil İletişim Sistemlerinin Diğer Nesillere Göre Avantajları

Beşinci Nesil Mobil İletişim sistemlerinin en önemli özelliklerinin başında veri iletiminde ulaşılacak hız gelmektedir. Bu sistemin nihai kullanımının tamamlanması ile şebeke hızınının 10 Gigabit/sec ve üstü hızlara ulaşılması hedeflenmektedir.

Bu kadar yüksek hıza erişilmesi için bant genişliğinin mevcut nesillerdekine oranla çok daha fazla artırılması gerekmektedir. Bunun için de halen kullanılan mobil iletişim nesillerinin sahip oldukları data kapasitesinden ortalama 1000 kat fazla kapasiteye sahip olunması amaçlanmaktadır.

Bunun yanında diğer nesillere göre daha “Düşük Gecikmenin” temin edilebilmesi de diğer önemli bir hedefdir. Bu amaçla “Ağdaki gecikmelerin” 1 ms'nin altında tutulması ve “Gerçek Zamanlı Uygulamaların” gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Bu hedef otonom sistemler açısından da büyük önem taşımaktadır.

Ayrıca “Enerji Verimliliği” de Beşinci Nesil mobil iletişim sistemlerinin diğer önemli bir özelliğidir. 5G ile “Enerji Verimliliğinde” mevcut mobil iletişim sistemlerine oranla 1000 kat daha fazla iyileştirmelerin olması ve “pil sorunlarının iyileştirilmesi” de önemli bir amaç olarak yer almaktadır.

Yine Beşinci Nesil Mobil İletişim sistemler ile aşağıda maddelenen konularda diğer mobil iletişim sistemlerine oranla çok önemli gelişmeler temin edilebilecektir. Bu amaçla 5G şebekelerde;

- Ultra Mobil Geniş Bant (Extreme Mobile Broadband, xMBB - Büyük boyutlarda olan) dataların gönderilmesi,
- Kitle iletişim araçlarında (Massive Machine Type Communications, mMTC) – internet desteğinin sağlanması ve bu şekilde “ultra geniş bant iletişim” ortamının temin edilmesi,
- Çok güvenilir makineler arası iletişim ortamı sağlanarak (Ultra güvenilir MTC, uMTC), çok düşük gecikmelerle özel bir hizmet sınıfının temin edilmesi hedeflenmektedir.

3.3.3. Beşinci Nesil Mobil Bilişim Sistemlerinde Kullanılması Planlanan Frekans Bantları

5G'nin, mevcut 4G şebekesinden daha yüksek veri kapasitesine sahip olması planlanmaktadır. Beşinci Nesil Mobil Bilişim Sistemleri ile veri hızının saniyede 1 Gbit/sec'in çok üstüne çıkması ve kullanıcılara daha fazla kapasitede geniş bandın sağlanması hedeflenmektedir. Verilerin başlangıçta indirme hızının (download) 20 Gbit/sec'ı, yükleme hızının (upload) 10 Gbit/sec'ı aşacağı tahmin edilmektedir.

5G farklı uygulamalarla 1 GHz'den 100 GHz'e kadar olan frekans aralığında çalışacaktır. Genellikle düşük taşıyıcı frekanslarda baz istasyonu başına daha fazla kapsama alanı (makro bölgeler - macro baz istasyonları) ve daha yüksek taşıyıcı frekanslarda baz istasyonu başına sınırlı bir kapsama alanı (mikro ve pico baz istasyonları) olacaktır.

Yüksek hizmet kalitesi ve optimum güvenilirlik sağlamak için lisanslı spektrum, Beşinci Nesil Mobil Bilişim Sistemlerindeki kablosuz ağın omurgası olmaya devam edecektir. 5G'de lisanssız spektrum bantlarının iletimi daha da yüksek veri hızları sağlamak ve kapasiteyi artırmak için bir tamamlayıcı olarak kullanılacaktır.

Ayrıca 5G spektrum kullanımında;

- 1 GHz'in altındaki düşük frekans bantları,
- 1 GHz ve 6 GHz arasındaki orta frekans bantları ve
- esnek olarak mmWave olarak bilinen 24 GHz'in üzerindeki yüksek frekans

bantlarının da kullanılması hedeflenmektedir. Bu nedenle çok yüksek veri hızları ve kapasite için büyük miktarda bant genişliğine ihtiyaç duyulmaktadır.

5G ile mevcut frekans bantlarında 100 MHz, 6 GHz bandında 400 MHz, 24 GHz üstü bantlarda (24- 80 GHz ve üstü) 1000 MHz bant genişliklerinin temin edilmesi mümkün olacaktır.

Bunun için Uluslararası Haberleşme Örgütü (ITU – International Telecommunication Union) tarafından koordine edilen toplantılardan olan IMT-2020'de 6 GHz'in üzerinde bitişik genişband spektrumuna odaklanılmış ve ITU Report ITU-R M.2376'da IMT'nin 6 GHz ile 100 GHz arasındaki frekanslarda kullanılabilirliği üzerine teknik fizibilitesini yayımlamıştır (Geylani, 2016).

Ayrıca 5G'de kullanılacak frekans ihtiyacını çözmek için birden çok teknolojinin birlikte kullanılması da gerekmektedir. Bu amaçla birinci yöntem, var olan taşıyıcı frekans bantlarının verimliliğini arttırmaktır.

Diğer bir yöntem ise, 60 GHz veya 90 GHz gibi frekans bantlarının bant genişlikleri daha fazla olduğundan 5G'de mobil iletişim için bu bantları ve dolayısı ile milimetrelık dalga boyları kullanılmaktadır.

Bu arada bazı sorunların çıkması da kaçınılmazdır. Buna örnek olarak; “frekans arttıkça atmosferin zayıflatma etkisinin de artması nedeniyle bu tür yüksek frekansların uzun mesafe iletişimde kullanımının mümkün olamayacağını” söylemek mümkündür. Ayrıca yine bu tür çok yüksek frekans bantlarında gölgeleme sorunları da ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle söz konusu frekans bantlarında verici ve alıcı sistemlerin doğrudan birbirini görmesi gerekmektedir.

Yukarıda açıklanan sorunların çözümünde birden çok anten kullanılması en çok tercih edilen yöntemdir. Yani bir hattın görüşü kesilse bile, bu hat başka antenler üzerinden de desteklenebilecektir. Ayrıca kısa dalgalar nesnelerin interneti açısından oldukça umut vaat eden kullanımları ve iletişim ortamını da sunmaktadır.

ITU tarafından 5G için kullanılması planlanan Frekans Bantları aşağıda verilmiştir (Acarer T. , 2021).

- 24 - 27 GHz,
- 31 - 33 GHz,
- 37 - 40 GHz,
- 45 - 47 GHz ve
- 50 - 52 GHz ve üstü
- 66 - 76 GHz ve
- 81 - 86 GHz'dir.

3.3.4. Beşinci Nesil Sistemlerin Kullanım Takvimi

5G'nin kullanım takvimi ile ilgili farklı sistemler için aşağıdaki sürecin işleyeceği öngörülmektedir.

- Sabit kablosuz erişim için (2018 - 2019 ötesi)
- 4G ile geriye dönük çalışan geliştirilmiş mobil genişband için (2019 - 2021)
- Kitlesele M2M / IoT için (2021 - 2023)
- Ultra düşük gecikmeli IoT kritik haberleşme için (2024 - 2025)

4. Elektromanyetik Dalgalarda Frekans ve Anten Boyutu İlişkisi

Anten boyu ve dalga boyu (λ) arasında doğrudan ilişki bulunmaktadır. Anten boyu (l) genellikle dalga boyunun ya "1/4"ü veya "1/2"si olarak hesaplanmakta ve birim değeri metre (m) ile ifade edilmektedir.

Dalga Boyu ise; Işık hızı (c) ile doğru, frekans ile (f) ters orantılıdır.

Işık hızı saniye'de 300.000 km.dir.

Frekans birimi; Hertz (1/sn) dir.

Buna göre Dalga Boyu $\rightarrow \lambda = c / f$ dir.

Anten Boyu ise $\rightarrow l = \lambda / 4$ veya $l = \lambda / 2$ dir.

Örnek vermek gerekirse; bir sinyal vericisinin frekansı (örneğin bir FM Radyo vericisi) 100 MHz ise bu sinyal için kullanılması gereken Anten boyu nedir?

Bu sorunun çözümü; $\lambda = c / f$, $\lambda = 300.000.000 / 100.000.000 = 3$ m

Buna göre Anten Boyu $\rightarrow l = \lambda / 4$ veya $l = \lambda / 2$ dir.

$$l = 3 / 4 = 0,75 \text{ m} = 75 \text{ cm. veya}$$

$$l = 3 / 2 = 1,5 \text{ m} = 150 \text{ cm dir.}$$

4.1. Yeni Nesil Mobil İletişim Sistemlerinde Kullanılacak Şebeke Cihaz ve Antenlerinin Boyutları

Yukarıda yapılan değerlendirmeler dikkate alınarak Beşinci Nesil mobil iletişim sisteminde kullanılacak anten boyutları bir birlerinden farklı olacaktır. 5G öncesi nesillerde kullanılan frekans bantları değer olarak bir birlerine yakın olmakla birlikte, 24 GHz ve üstü frekans bantlarının kullanılması halinde bunlara ilişkin cihaz ve anten boyutları konvensiyonel frekans bantlarına göre oldukça farklılık içerecektir. Çünkü 4'üncü madde de açıklanan frekans ve dalga boyu, dolayısı ile anten boyu ilişkisi nedeniyle, bunlara ilişkin anten boyutlarında mevcut mobil iletişim sistemlerindekiyle oranla büyük farklılıklar olması kaçınılmazdır.

Beşinci Nesil bilişim sistemlerinde kullanılacak frekanslar temelde 3 farklı bantta planlanmıştır.

Bunlar;

1 GHz bandı,

1- 6 GHz bandı,

24 GHz üstü bantlardır.

Bu frekans değerleri dikkate alınarak bunlara göre anten boyu hesabı ayrı ayrı yapılırsa;

Taşıyıcı frekans 1 GHz ise, buna ilişkin anten boyu;

$$\lambda = c / f, \quad \lambda = 300.000.000 / 1.000.000.000 = 0.3 \text{ m.} = 30 \text{ cm. dir.}$$

Buna göre 1 GHz'lik sinyale ilişkin anten boyu;

$$l = \lambda / 4 \text{ e göre: } l = 30 / 4 = 7,5 \text{ cm. dir.}$$

Anten boyu; $l = \lambda / 2$ 'e göre $\rightarrow l = 30 / 2 = 15$ cm. dir.

Beşinci Nesil Mobil iletişim sisteminde kullanılacak taşıyıcı frekans 6 GHz ise, buna ilişkin anten boyu; (Dalga Boyu) $\lambda = c / f$, $\lambda = 300.000.000 / 6.000.000.000$ $\lambda = 0.05$ m. = 5 cm. dir.

Buna göre 6 GHz'lik sinyale ilişkin anten boyu; $l = \lambda / 4$ 'e göre $\rightarrow l = 5 / 4 = 1,25$ cm. dir.
anten boyu; $l = \lambda / 2$ 'e göre $\rightarrow l = 5 / 2 = 2,5$ cm. dir.

Beşinci Nesil Mobil İletişim Sisteminde kullanılacak taşıyıcı frekans 30 GHz ise bunun anten boyu; (Dalga Boyu) $\lambda = c / f$, $\lambda = 300.000.000 / 30.000.000.000$, $\lambda = 0.01$ m. = 1 cm. dir.

Buna göre 30 GHz'lik sinyale ilişkin Anten Boyu; $l = \lambda / 4$ 'e göre $\rightarrow l = 1 / 4 = 0,25$ cm. dir.
Anten Boyu; $l = \lambda / 2$ 'e göre $\rightarrow l = 1 / 2 = 0,5$ cm. dir.

Bu hesaplamalar doğrultusunda farklı frekans bantlarına göre Beşinci Nesil Bilişim Sistemlerinde kullanılacak anten boyutları;

- 1 GHz ve altı freans bantlarında; 7,5 ile 15 cm,
- 1- 6 GHz bandı freans bantlarında; 1,25 ile 2,5 cm,
- 24 GHz üstü frekans bandında (30 GHz için) 0,25 ile 0,5 cm olacaktır.

Yukarıdaki hesaplamaları dikkate alarak Beşinci Nesil sistemlerde kullanılacak frekans bantları ilerleyen süreçlerde yaklaşık 30 GHz veya bu değerden fazla olduğu takdirde, bu hesaplama kriterlerine göre kullanılacak antenlerin boyutları da aynı oranda küçülecek ve bu değişim kullanılacak baz istasyonlarının ölçülerine de yansımacaktır. Verici sinyallerin tesis ettiği kapsama alanı (coverage) bir çok farklı etkene bağlı olmakla birlikte, kapsama alanının çapını belirleyen en önemli unsurların başında kullanılan frekans bandı gelmektedir.

Elektromanyetik dalgaların yayılma özelliği, dalga boyu ve diğer etkenler göz önüne alındığında verici sistemin gücü artıkça kapsama alanının da artması, taşıyıcı frekans bandının değeri artıkça kapsama alanının ters orantılı olarak azalması bilimsel bir kuraldır.

Bunun sonucu kablosuz sistemlerde kullanılan frekans bandının değeri yükseldikçe kapsama alanının azaldığını, tersi olarak da kullanılan frekansın azalması halinde kapsama alanının artacağını söylemek mümkündür.

Bu değerlendirmeler Beşinci Nesil bilişim sistemlerinde kullanılacak frekans değerleri dikkate alındığında 1 GHz ve 1- 6 GHz frekans bantlarında alıcı ve verici sistemlerde kullanılacak cihazların antenleri ve bunlara ilişkin kapsama alanlarında mevcut sisteme göre fazla bir değişiklik olmayacağını, buna karşılık 24 GHz üstü frekans bantları kullanıldığı takdirde bu sistemlerin antenlerinde ve bunlara ilişkin cihazların boyutlarında önemli oranda küçülme olacağını söylemek mümkündür. Bunun sonucu, 24 GHz üzeri baz istasyonlarının genelde antenleri ile bitişik olarak üretileceklerini (merge) ve antenlerin mevcut şebeke sistemindeki gibi bina çatılarına, direklerle ve minarelere ayrı olarak tesis edilmeyeceği açıktır. Bu nedenle bu frekanslardaki şebeke ekipmanlarında harici antenlerin olmayacağını söylemek mümkündür.

Anten boyutlarındaki söz konusu küçülmenin benzeri şebeke ekipmanlarında ve buna ilişkin baz istasyonlarında da yaşanacaktır. Anten boyutlarına bağlı olarak benzeri oranlarda baz istasyonlarının da boyutları ve güçleri azalacaktır. Özellikle 24 GHz üstü frekans bantlarının kullanıldığı sistemlerde baz istasyonlarının boyutları taşıyıcı frekansın büyümesi ile ters orantılı olarak azalacak ve halen kullanılan WiFi cihazlarının boyutlarından bile küçük hale gelecektir.

5G şebeke ekipmanlarında ve baz istasyonlarında yukarıda açıklanan gelişmelerin benzerleri el terminali (handset) olarak tanımlanan cep telefonu makinalarında da yaşanması kaçınılmazdır. Ancak bu

cihazların içindeki kontrol kartlarında ve elektronik devrelerinde temin edilecek bu küçülmenin cep telefonlarının kullanılan boyutlarına bire bir yansımaları olanaksızdır. Çünkü halen cep telefonlarındaki boyutu belirleyen esas unsur içindeki elektronik devrenin boyutu değil, ekranın istenilen büyüklüğüdür.

Yine yukarıda açıklandığı üzere günümüzde cep telefonları sadece ses iletişiminin yapılması amacıyla kullanılmamakta, bu cihazlar bilgisayar gibi, hatta bunda yapılamayan pek çok işlem için de kullanılmaktadır. Bunun sonucu cep telefonlarında özellikle okuma ve yazma işlevlerinin daha kolay yapılabilmesi için cihaz ekranlarının azami ölçüde büyük tutulması tercih edilmektedir.

Bu nedenle günümüzde cep telefonlarının boyutunu belirleyen etken içindeki elektronik komponentlerin ve elektronik devrenin boyutları değil, işlevsel kolaylık için ekranının büyük yapılma isteğidir.

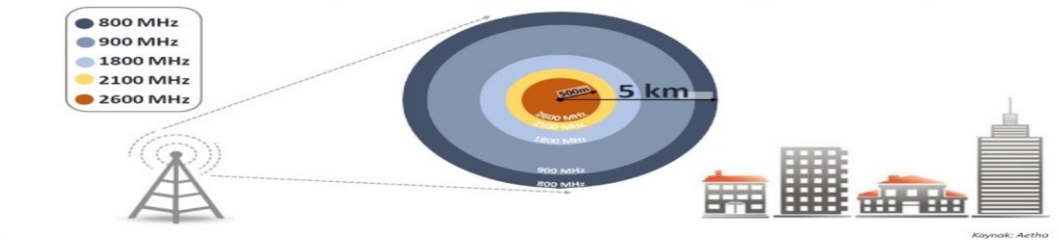
4.2. Yeni Nesil Bilişim Sistemlerinde Planlanan Baz İstasyonlarının Kapsama Alanları ve Boyutları

Bir verici sisteminin kapsama alanının başta bu sistemde kullanılan frekans bandı ile ters orantılı ve bu sistemin vericisinin gücü ile doğru orantılı olduğu yukarıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

Bu kapsama alanının büyüklüğünde çevre koşulları (binalar, tepeler, çukur alanlar, vb) ve meteorolojik faktörler de etken olmakla birlikte, asıl belirleyici faktörler bu sistemin vericisinin frekansı ve gücüdür.

Bu arada yukarıda yapılan hesaplamalara göre frekans büyüdükçe dalga boyu ve buna bağlı olarak anten boyu da küçülmektedir. Bu hesaplamalar dikkate alındığında 24 GHz üstü anten boyutları da bir kaç cm düzeyinde olmaktadır.

Yine bu frekans değerlerine göre özellikle kapsama alanının da çok küçülmesi nedeniyle, kullanılacak verici sisteminin gücünün de çok düşük olması doğaldır. Aksi takdirde çok yüksek frekans değerinde ve çok dar bir kapsama alanında yüksek bir verici gücü kullanmak fizik ve elektromanyetik teknoloji kurallarına aykırıdır. Bu nedenle yüksek frekans değerlerinde düşük verici gücü kullanmanın teknik bir zorunluluk olduğunu söylemek mümkündür. Aşağıdaki grafikte farklı nesillere ilişkin frekans bantlarının kapsama alanları (yarı çap olarak) gösterilmektedir (Aetha, 2019). Bu grafiğe göre çevre ve meteorolojik koşullar da uygun olduğu takdirde 800 MHz bandında 5 km. olan kapsama alanı yarıçapı, 1800 MHz bandında yaklaşık yarıya, 2600 MHz bandında 500 m.'ye kadar düşmektedir. Bu veriler frekans bandına bağlı olarak, frekansın değerinin artış oranından çok daha fazla olarak kapsama alanının ters oranda azaldığını göstermektedir.



Şekil 2. Farklı Frekans Bantlarına İlişkin Kapsama Alanı Değerleri

Her yeni nesil bilişim sisteminde önceki nesillere göre iletişim hızının daha da artırılması hedeflenmektedir. Bu amaçla kullanılan araçlardan biri, kullanılan frekansın yükseltilerek hücrelerin kapsama alanının daraltılması ve dolayısı ile kullanıcı sayısının azaltılmasıdır. Bu şekilde kullanıcı başına tahsis edilen bant genişliği daha fazla olmaktadır.

İletişim hızını artırmada kullanılan diğer yöntem, kullanılan frekans bandının genişliğini artırmaktadır. Beşinci Nesil bilişim sistemlerinde bu iki yöntemin beraberce kullanılması hedeflenmiştir.

Tüm bu fiziksel gerekçeler Beşinci Nesil bilişim sistemlerinin tesisinde üçüncü aşama olarak kabul edilen 24 GHz ve üstü frekans bantlarının kullanımında doğal olarak küçük antenli ve düşük güçlü baz istasyonlarının kullanılacağını göstermektedir.

Söz konusu frekans bandında bir alıcı / verici olarak kullanılacak baz istasyonlarının boyutları da yukarıda yapılan anten boyu ve güç hesaplamaları sonucu 1 cm'den daha az olacaktır. Kullanılan frekans değeri yükseldikçe baz istasyonlarının boyutları doğal olarak daha da küçülecektir.

Buna göre, Beşinci Nesil sistemlerde şebeke (network) ekipmanı olarak kullanılacak cihazların boyutlarının oldukça küçüleceğini, bunların antenleri ile birlikte bitişik olarak üretilecekleri ve bir kaç cm büyüklüğündeki bu ekipmanların kolaylıkla aydınlatma armatürlerinin içine, asma tavanların altına, projektör, hoparlör gibi teçhizatların içine ve yanına dikkat çekmeyecek şekilde yerleştirilmesine olanak sağlanacağını söylemek mümkündür.

5. Deniz Haberleşmesinde Kullanılan Telsiz Sistemleri

5.1. Gemilerde Bulunan Telsiz Sistemleri

Farklı tonajlarda ve değişik deniz bölgelerinde sefer yapan deniz araçlarında GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System – Küresel Denizde Tehlike ve Emniyet Sistemi) gereği farklı telsiz sistemlerinin bulundurulması zorunludur. Bunların bir kısmı “terrestrial system” olarak tanımlanan karasal haberleşme cihazları iken, bir kısmı da “satellite system” olarak çalışan uydu iletişim terminalleridir.

Çalışma şekli ve kabiliyeti açısından bir birlerinden oldukça farklılık içeren bu telsiz sistemleri ile hem gemi içi haberleşme, hem gemi / gemi ve gemi / kara arası iletişim gerçekleştirilmektedir.

Söz konusu haberleşme sistemlerini mesafelerine göre aşağıdaki başlıklar altında toplamak mümkündür.

- Kısa Mesafe Gemi Telsiz Sistemleri

En yoğun ve etkin kullanılan gemi telsiz sistemidir. Bu sistemde en çok kullanılan cihazlar ise VHF (Very High Frequency – Çok Yüksek Frekans) ve Portable VHF'dir. Ayrıca tehlike durumunda bulunan geminin çevresindeki **gemilerin radarlarına sinyal göndermede ve aktif yer tespiti amacıyla tehlike / emniyet haberleşmesinde kullanılan SART (Search and Rescue Transponder - Arama ve Kurtarma Alıcı / Vericisi)** deniz araçlarında kısa mesafe iletişim sağlayan başka bir cihazdır.

- Orta Mesafe Gemi Telsiz Sistemleri

Orta mesafede kullanılan başlıca telsiz sistemleri MF (Medium Frekans – Orta Frekans, Orta mesafe) ve Navtex'dir. (Navigational Telex – Yazılı Seyir Uyarıları mesajları) MF cihazları ile telsiz olarak hem yazılı ve sesli haberleşme yapmak, hem de data şeklinde DSC (Digital Selective Calling – Sayısal Seçmeli Çağrı) iletişim temin etmek mümkündür.

- Uzak Mesafe Gemi Telsiz Sistemleri

Bir kaç yüz mil mesafeden başlayarak okyanuslar dahil tüm dünya denizlerini kapsayan mesafeyi ifade eden uzak mesafe deniz haberleşmesinde bir çok farklı sistem kullanılmaktadır. Bunların başında yersel sistem olarak HF (High Frequency – Yüksek Frekans) cihazları ve INMARSAT uyduları üzerinden iletişim temin eden Inmarsat-C ve Inmarsat F77 gibi uydu terminalleri gelmektedir.

Ayrıca yine Inmarsat uyduları üzerinden çalışan EGC (Enhanced Group Call - Genişletilmiş Grup Çağırısı) ve Cospas-Sarsat Uyduları üzerinden çalışan EPIRB (**Emergency Position Indicating Radio Beacon - Acil Durum Lokasyon Belirten Telsiz Vericisi**) de kullanılmaktadır.

5.2. Gemi Kara Arasındaki İrtibatta Kullanılabilecek Mobil Sistemler

Yukarıda 5.1 maddesinde açıklanan gemi telsiz sistemlerinden VHF, MF, HF ve INMARSAT cihazları farklı mesafelerde bulunan gemilerin bir birleri ve kara ile irtibatlarında kullanılmaktadır.

Bu cihazlar ile telsiz olarak sesli ve telefon haberleşmesinin yanında yazılı haberleşme de yapılabilmektedir. Yine 5.1 maddesinde açıklanan cihazlardan VHF ile sadece ses ve data haberleşmesi yapılırken MF ve HF cihazları ile hem ses, hem de data ve yazılı haberleşme tesis edilebilmektedir.

Bunun yanında Inmarsat C cihazı ile Inmarsat uydu sistemi üzerinden sadece data ve yazılı haberleşme temin edilirken, Inmarsat F77 cihazı ile ses, data ve yazılı haberleşme yapılabilmektedir (Acarer T. &, 2014).

5.3. Mobil İletişim Sistemlerinin Gemi/Gemi ve Gemi/Kara Arasında Kullanılma Olanığı

GMDSS gereği deniz araçlarında bulundurulması zorunlu telsiz cihazları farklı mesafelerden gemi / gemi ve gemi / kara arası iletişim kuralabilmektedir. Bu haberleşme şeklinde kullanılan cihaza bağlı olarak telsiz telefon, data ve yazılı haberleşme yapılmaktadır.

Deniz araçlarında söz konusu cihazların türleri ve adetleri gemilerin sefer yaptıkları deniz bölgesine ve tonajlarına bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte, genelde birden fazla cihaz tüm gemilerde bulunmaktadır.

Yukarıdaki maddelerde açıklanan tüm telsiz cihazları ile genelde gemi, yük, seyir ve gemi adamları ile ilgili resmi görüşmeler yapılmaktadır. Gemi adamlarına ilişkin özel görüşmelerin de söz konusu cihazlar ile yapılması teknik ve mevzuat olarak mümkünse de, gemi adamları tarafından genelde tercih edilen yöntem liman ve kıyıya yakın alanlarda mobil cep telefonlarının kullanılmasıdır.

Bilindiği üzere mobil telefon cihazları son yıllarda günlük yaşantımızın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Telefon görüşmelerinin yanısıra mesajlaşma, video/resim iletimi, resmi ve özel yazışmaların yapılmasında, vb. bireysel iletişim ihtiyacının karşılanması amacıyla kullanılan cep telefonları aslında günümüzde mobil bilgisayarlar gibi işlev görmektedir. Bu kabiliyetteki bir sistemin deniz araçlarında kullanımındaki en önemli sorun, bunların kapsama mesafesidir. (coverage)

Yukarıda “3.1. mad.” de açıklandığı üzere halen mobil iletişimde kullanılan ve nesiller olarak (generation) olarak ifade edilen sistemlerde kullanılan frekans bantlarına göre cep telefonlarının da görüşme mesafesi değişmektedir. Bu mesafe frekans bantlarına bağlı olmakla birlikte, arada ciddi fiziksel engeller olmadığında açık alanda en fazla 3-4 km’yi aşmamaktadır. Bu nedenle deniz araçlarında bulunan bir kişinin cep telefonu aracılığı ile yapacağı mobil iletişimi içinde bulunduğu aracın kıyıda uzaklığına bağlı olduğunu söylemek mümkündür. Yani kıyıda 3-4 km uzaklıktaki bir deniz aracında bulunan mobil telefon cihazının sinyali kıyıdaki baz istasyonuna ulaşamayacağı için, buradaki kişilerin bu cihazları kullanmaları da teknik olarak olanaksızdır.

6. Tartışma ve Sonuç

Deniz araçlarında uluslararası haberleşme mevzuatı gereği (GMDSS) bulundurulması zorunlu telsiz sistemleri çok açık olarak belirlenmiştir. Bu nedenle sefer yaptıkları bölgeye ve tonajlarına bağlı olarak farklı sayıda ve özellikte telsiz haberleşme cihazları gemilere tesis edilmektedir. Bu cihazların bir kısmı gemi / gemi ve gemi / kara arasında yazılı, sesli ve data haberleşme imkanına sahip iken, bazıları sadece tehlike ve emniyet haberleşmesi yapabilme özelliği taşımaktadır.

Yine bu cihazların bazıları ile yersel sistemler (terrestrial) üzerinden kısa, orta ve uzak mesafeden farklı haberleşme şekilleri gerçekleştirilirken, bazılarıyla ise sadece uydu sistemleri (satellite system) aracılığı ile bir birleri ve karadaki birimler arasında iletişim kurulabilmektedirler.

Teknik yapısı itibarı ile kendisi de bir telsiz cihazı hüviyetinde olan yeni nesil bilişim sistemlerinin başında Beşinci Nesil mobil iletişim ve buna ilişkin altyapılar gelmektedir. Bu sistemler genelde bireysel aboneler tarafından kullanılmakta ve bunların uç terminalleri olan el cihazları (handset) ile ses iletişiminin yanında bir bilgisayarda yapılan tüm işler de fazlasıyla gerçekleştirilebilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle günümüzde cep telefonlarını küçük bilgisayarlar olarak tanımlamak mümkündür.

Halen güncel yaşantımızın ayrılmaz bir parçası haline gelen Yeni Nesil mobil iletişim sistemlerinin şebeke tarafında da yakın süreçte bizleri önemli değişimler beklemektedir. Özellikle Beşinci Nesil bilişim sistemlerinin ticari kullanımının başlamasıyla birlikte, günlük yaşantımızda yerini alacak olan bu sistemlere ilişkin baz istasyonlarında da gerek hacimsel gerekse de bunların kapsama alanlarında çok büyük değişimlerin olması teknik olarak kaçınılmazdır.

Bu nedenle Beşinci Nesil bilişim sistemlerinin aşamalı olarak tesisinde üçüncü aşama olarak kabul edilen 24 GHz üstü sistemlerin kullanımı sonucunda diğer mobil iletişim nesillerinde bina çatılarında, direklerin ve minarelerin üzerinde gördüğümüz büyük antenler ve bunlara ilişkin baz istasyonlarının boyutlarında (genelde direk diplerinde ve üzerinde bulunmaktadır) çok ciddi oranda azalma olacaktır. Bunun sonucu bu frekanslardaki şebeke ekipmanlarında harici antenlerin olmayacağını söylemek mümkündür.

Cihazların boyutları küçüldüğünde teknik olarak çektikleri enerji değerlerinde de azalma olacaktır. Ayrıca bu sistemlerin kapsama alanları da giderek azalacaktır. Bunun sonucu deniz araçlarında bulunan gemiadamlarının özel haberleşmelerinin gerçekleştirilmesinde halen yoğun olarak kullanılan cep telefonlarının kapsama alanları daha da azalacaktır. Bu nedenle deniz araçlarında yeni nesil mobil iletişim sistemlerinin kullanımı ancak karaya yakın yerlerde mümkün olacaktır.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Çalışma herhangi bir destek almamıştır. Teşekkür edilecek bir kurum veya kişi bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Referanslar

Acarer T. (2021). *Developments In The IT Sector And New Communication Opportunities For The Management Of Businesses*. Ankara: Gece Kitaplığı.

Acarer, T. & (2014). *Küresel Deniz Tehlike ve Güvenlik Sistemi*. İstanbul: Akademi Yayıncılık.

Acarer, T. (2017). *Bilgi ve İletişim Sistemlerinde Eğilim*. İstanbul: Boyut Yayıncılık ve Tic. A.Ş.

Aetha. (2019). *Farklı Frekans Bantlarına İlişkin Kapsama Alanı Değerleri*.

Aktan, E. (2018). Büyük Veri: Uygulama Alanları, Analitiği ve Güvenlik Boyutu. *Bilgi Yönetimi*, 1-22.

Arıç, A. O. (2015). Nesnelerin İnternetinde Sahte Kimlik Saldırılarının Makine Öğrenme Yöntemleri ile Tespiti. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 530-536.

Berk, M. Ö. ((2020). Mobil Cihazlar Üzerinde Enerji Verimli Sanal Sabit Numara Sistemi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, Sayı 3, 77-86.

Çavdar, T. v. (2017). “Nesnelerin İnterneti için Yeni bir Mimari Tasarımı. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 39-48.

Çelik, A. v. (2010). *Yönetim Bilişim Sistemleri*. Ankara: Gazi Kitapevi.

DataSpere, I. G. (November 2018). *The Evolution of Data to Life-Critical*. IDC.

Ege, B. (2013). Rastlantının Bittiği Yer Big Data. *Akdeniz Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, 22-26.

Ericson. (2019). *Nesillerin Gelişim Süreci*.

Geylani, M. Ç. (2016). Geylani, M., Çibuk, M., Çınar, H., Ağgün F., (), Geçmişten Günümüze Hücrenel Haberleşme Teknolojilerinin Gelişimi, *dergipark.org.tr*, s.618.

Goes, P. B. (2014). Big Data and IS Research. *MIS Quarterly*, 38(3), ., iii-viii.

Görkem, L. v. (2016, Sayı:13). Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 47 - 68.

Miller, G. (2012). The smartphone psychology manifesto. *Perspectives on Psychological Science*, 7(3), 221-237.

Özkan Y., B. U. (2018). Türkiye’de Elektronik İstihdam Platformlarında Yayımlanan Bilişim Sektörü İş İlanlarının Nitel Analizi (2017-2018). *Anemon, Journal of Social Sciences of Mus Alparslan University*, 290 - 296.

S. Li, L. D. (2015). The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers, Vol. 17*, 243-259.

Tarimer, İ. Ş. (2010, Sayı: 3). Mobil İletişim Cihazları İle Öğrenim Materyallerine Erişim Sağlayan Bir Yazılım Tasarımı. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 1-6.

Tekin, P. G. (2000). Değişen Dünya'da Teknoloji Yönetimi. *Mikro Dizgi*, 101.

Türk Telekom A.Ş. (2018). *5 G Bilgi Notu*. Ankara.