



Doç. Dr. Mustafa ERGEN  
mergen@ku.edu.tr

**5**G programı çerçevesinde yapılan çalışmaların en önemlisi frekans tahsisinin ne olacağı ve nasıl yapılacağıdır. Bir anlamda devletlerin, regülasyonların ve endüstrinin ortaklaşa yaratacağı bir konsensüs ile ilerlenecektir. Bu noktada GSMA, NGMN, 5GPPP ve 5G Americas gibi kuruluşlar pozisyonlarını üyelerinden aldıkları verilerle açıklayarak bir fikir birliği ile teknolojiyi kullanıma sokmak istemektedirler.

Genel olarak ortaya konan ve uzlaşılan karar 5G frekanslarının tahsisiyle yeni iş planlarının gerçekleştirilmesi, dikey endüstrilerin önünün açılması ve frekans paylaşma metodlarının inovatif olarak uygulanması yönündedir.

Yapılan değerlendirmeler ile ihtiyaç olan frekanslar günümüzde harmonize edilen frekanslarla beraber düşünülerek ortaya çıkmaktadır. İstenilen frekans aralığı ve bu tahsisin neticesinde ortaya çıkacak yayın kalitesi her yönüyle ilk baştaki kararı destekler nitelikte olmalı. Bir uçta düşük hız ama kapsama isteyen nesnelerin interneti (Massive Machine Type Communications) desteklenmeli, diğer uçta yüksek hız isteyen geniş bant (enhanced Mobile Broadband) servislerine imkan verecek bir frekans aralığı düşünülmelidir. Ve uzaktan ameliyat veya uzaktan yönetilen araç gibi güvenilirlik ve gecikme istemeyen uygulamalar için (Ultra Reliable ve Low Latency Communications) yetenek sağlamalıdır.

5G çalışmaları neticesinde 2015 Dünya Radyo

Konferansında (WRC-15) konsensüs için listelenen frekanslar aşağıdaki gibidir.

700 MHz düşük hız yüksek kapsama uygulamaları için düşünülen bir frekanstır.

Düşük Frekans	Orta Frekans	Yüksek Frekans
470-698 MHz	3300-3400 MHz	24.25-27.5 GHz
698-790 MHz	3400-3600 MHz	31.8-33.4 GHz
1427-1518 MHz	3600-3800 MHz	37-40.5 GHz
	5150-5925 MHz	40.5-42.5 GHz
		42.5-43.5 GHz
		45.5-47 GHz
		47-47.2 GHz
		47.2-50.2 GHz
		50.4-52.6 GHz
		66-79 GHz
		81-86 GHz

Amerika ve Avrupa operatörleri tarafından kullanımı yoğun olarak düşünülmektedir. Genel olarak üzerinde konsensüs sağlanmış gözükmektedir. 3.6 GHz ise yüksek hız için Avrupa, Çin, Japonya ve Güney Kore operatörleri tarafından kullanımı istenen bir frekanstır. Bunun yanında 600 MHz Avrupa ve Amerika'da ses ve görüntü için kullanımı düşünülen bir frekanstır. Bunların hepsi 6 GHz altında şu anda kullanılan frekanslara ek olarak kullanıma alınacaktır. Bunlara 5.9 GHz'de araçlar için ayrılan frekansı da ekleyebiliriz.

5G diğer jenerasyonlar gibi 6GHz altında olmayacak, milimetre dalga üstüne çıkacak teknolojilerle hayatımıza girecek gibi gözükmektedir. Milimetre dalga frekanslarında ise 26 GHz etrafında Avrupa,

# 5G FREKANS TAHSİSİ

Amerika, Çin, Japonya ve Güney Kore'de bir konsensüs oluşmuştur. 26 GHz'de aşağıdaki frekanslar gündemdedir.

- 24.25-27.5 GHz
- 31.8-33.4 GHz
- 37-43.5 GHz

Frekans seçiminde üç nokta önemlidir. Frekans aralığının vereceği kapasite, frekansın kapsama kapasitesi ve güvenilirlik. Kullanıcı deneyimlerine göre baktığımızda örneğin sanal ofis uygulamaları sadece kapasite ve güvenilirliğe bakarken, herkese geniş bant kapasite ve kapsamaya bakmaktadır. Nesnelerin interneti ise sadece kapsamaya. Buna karşın internete bağlı araçlarda kapsama ve güvenilirlik öne çıkarken uzaktan sürülen araçlarda her üçünü de sağlayan bir frekans aralığı gerekmektedir.

İşin özü hangi frekansın hangi zamanda öne çıkacağı bir anlamda hangi uygulamanın ne zaman kullanıcıyla buluşacağı ile ilgilidir.

Bu kapsamda Amerika'nın iki büyük operatörü Verizon ve AT&T'nin 5G frekans savaşında ne yaptığını bakabiliriz. AT&T 10 Nisan'da 1.6 milyar USD'ye Straight Path şirketini aldığını duyurdu. Şirketin elinde bir çok milimetre dalga frekansları (mmWave) mevcut.

AT&T şirketin elinde olan 39GHz'de 735 lisans, 28 GHz'de ise 133 lisans ile bütün Amerika'yı kapsama altına alabiliyor. Yalnız bu teklifin mürekkebi kurmadan Verizon karşı teklif yaparak 3.1 milyar USD'ye şirketi

satın aldı. Verizon daha önce XO Haberleşme şirketini de 1.8 Milyar USD'ye alarak 180 milyar MHz genişliğinde milimetre dalga frekansını bünyesine katmıştı.

Straight Path şirketinin sadece 9 çalışanı var ve bu frekansları 15 yıl önceden lisanslamaya başlamış. Ve regülasyon tarafından üzerine bir şebeke kurmadığı için ceza yemek üzereymiş.

Aynı şekilde 600 MHz için yapılan açık artırmayı ise Amerika'nın üçünü büyük operatörü T-Mobile 8 milyar USD'ye kazandı. T-Mobile, AT&T ve Verizon'a karşı 5G servislerini daha düşük bantta kurmak istiyor. Burada bir farklı stratejiyi görüyoruz. T-Mobile kapsamaya önem veriyor, AT&T ve Verizon ise kapasiteye. Bu noktada 600 MHz frekansa Dish Network 6.2 milyar USD, Comcast 1.7 milyar USD vererek ikinci ve üçüncü oldu. Bu iki şirkette aslında mobil şirketi değil. Biri uydu diğeri ise kablo ile evlere giren sabit şebekelere sahip geniş bant internet ve TV sağlayıcıları. İki şirkette nesnelerin internetine yönelmesini not edebiliriz. Bunun yanında da AT&T ve Verizon ise evin içine girmek için milimetre dalga ile yüksek hız yakalayarak muhtemelen WiFi hotspotlarla evin içine girmek istemektedirler.

Bu stratejilerin irdelenmesi önemlidir. Kapasite ve kapsama yarışında güvenilirlik şu anda geride kalmıştır. 5G kapsamında güvenli haberleşme için ihtiyacın olabildiği bu noktada ürün ve servislerin ortaya çıkmasıyla karşılaşacağımız bir durumdur. Bu ürün ve servisler için ise şebekeyi yeniden düzenleyecek teknolojilerin hazır olması gerekir.

Son düzenlemelere göre ITU tarafından açıklanan 5G tanımı ile mobil cihaz 20Gbps hızı ile data indirebilmeli ve 1 milyon cihaz 1 km2 içinde servis görebilmeli şekilde tanımlanmaktadır. Bu şartlar daha çok kapasite ve kapsamı öne çıkarmaktadır.

Bunun yanında frekanslar üzerinde oluşacak olan konsensüs ile ölçek ekonomisinin yakalanması en büyük arzudur. Bu noktada ülkeler arası harmonizasyon aşağı yukarı belirtilen aralıklarda olması bir anlamda (radyo tuning) frekans ayarlayıcılarla üstesinden gelinecek bir durumdur. Maliyet, performans ve kompleks yapı ise frekans ayarlayıcıların özelliklerini belirler. Frekans ayarlayıcılarda

örneğin teknolojik bariyer olmasa idi bu frekans harmonizasyon çalışmalarına da gerek kalmazdı. Amerika 27.5-28.35 GHz'i kullanırken, diğer ülkeler 26.5-29.5 GHz'i kullanmaktadırlar. Buna karşın Avrupa 24.5-27.5GHz'i ilk 5G frekansı olarak tahsis etmiştir. Bu durum farklı radyo çipi yerine aynı çipin farklı frekanslara ayarlanmasıyla aşılabilir bir durumdur. Bu zamana kadar 6GHz altında bu teknoloji yeterli olmuş olsa da milimetre dalga gibi yüksek frekanslarda aşılması gereken bir durum olarak ortaya çıkmaktadır.

Bunlara ek olarak da lisanslamanın daha esnek olması 5G'de istenen bir durumdur. Herhangi bir frekans bir teknolojiye veya bir servise bağlı olmamalı, ikincisi frekans tahsisi anlık olabilmeli veya bir operatör bir başka operatöre anlık kullanılabilmeli. Bunlar 5G ile gelmesi beklenen ürün ve servis çeşitliliğinin önünü açacaktır.

Amerika'da CTIA tarafından bir yapılan çalışmada son dört yıl içinde her 10 MHz frekans tahsisi Amerika'nın GSMH'sini 24 milyar USD artırmış, 1.6 milyon kişiye iş sağlamış, 7.2 milyar devlete gelir getirmiş, 11.7 milyar USD operatörlerin gelirlerini artırmış, 19.3 milyar USD cihaz üreticilerinin gelirlerini artırmış ve 22.3 milyar USD ise uygulama ve içerik sağlayıcılarının gelirlerini artırmış gözükmektedir. 2004 ve 2014 arası on yıl incelendiğinde ise sırasıyla GSMH'si 3.1 milyar USD artırmış, 104 bin iş sağlamış, 0.5 milyar



**Herhangi bir frekans bir teknolojiye veya bir servise bağlı olmamalı, ikincisi frekans tahsisi anlık olabilmeli veya bir operatör bir başka operatöre anlık kullanılabilmeli. Bunlar 5G ile gelmesi beklenen ürün ve servis çeşitliliğinin önünü açacaktır.**



USD devlet geliri artışı sağlamış, 2.6 milyar USD operatör gelirini artırmış ve 1.6 milyar USD uygulama ve içerik artışı sağlamış.

Eğer gelecekte 100 MHz daha olsaydı 10 yıl içinde Amerika'nın GSMH'si 31 milyar USD daha da artacak, 1 milyon daha fazla iş yaratılacak, devlet gelirleri 5 milyar USD daha da artacak ve 16 milyar USD uygulama ve içerik sağlayıcılarına gidecek gözükmektedir. Bu arada Amerika'da 2004 yılında 196.5 MHz toplam lisanslanmış frekans varken, bu rakam 2014 yılında 688 MHz'e çıkmış.

Frequency band	Bandwidth	For eMBB	Device availability	Spectrum availability				
				Europe	USA	JPN	KOR	CHN
700 MHz	2x45 MHz	☹️	😊	partially	Band plan	partially	😊	Band plan
3.3-3.4GHz	100MHz	😊	😊	☹️	☹️	☹️	☹️	☹️
3.4-3.6GHz	200MHz	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
3.6-3.8GHz	200MHz	😊	😊	😊	Not > 3.7GHz	😊	😊	☹️
3.8-4.2GHz	400MHz	😊	😊	☹️	☹️	😊	😊	☹️
4.4-4.9GHz	500MHz	😊	😊	☹️	☹️	4.4-4.9GHz only	☹️	4.4-4.5, 4.8-4.9GHz only
5.725-5.85GHz	125MHz	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
24.25-27.5GHz	3,250MHz	😊	?	😊	Small portions	😊	😊	😊
27.5-29.5GHz	2,000MHz	😊	?	☹️	Only 850 MHz	in question	😊	☹️
31.8-33.4GHz	1,600MHz	😊	?	😊	31-31.3GHz	😊	😊?	😊?
40.5-43.5GHz	3,000MHz	😊	?	😊	37-40 GHz OK	Partially	😊?	37-42.5GHz ?