

ÖZET

5G VE SONRASI HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE DALGA ŞEKLİNİ VE DALGA ŞEKLİ PARAMETRELERİNİ SEÇTİRME SİSTEMİ

5

Buluş, beşinci nesil (5G) ve sonrası hücreli haberleşme sistemlerinde çoklu dalga şekli ve/veya çoklu numeroloji yapılarının kullanımı sırasında dalga şekli ile ilgili olarak kullanıcı parametrelerinin seçimi ve bu yöndeki genel sistem optimizasyonu üzerine çeşitli stratejilerden oluşmaktadır.

10



İSTEMLER

1. Buluş, 5G ve sonrası hücresel haberleşme sistemlerinde dalga şekli ile ilgili olarak kullanıcı parametrelerinin seçiminde ve bu yöndeki genel sistem optimizasyonunda kullanılan yöntem olup, özelliği;

- 5 • Baz istasyonu tarafından kapsama alanındaki kullanıcılara verilecek olan hizmette kullanılabilecek dalga şekilleri ve bu dalga şekiller ile ilişkili her tür kullanıcı parametresinin baz istasyonunda tanımlı olduğunun kabul edilmesi,
- 10 • Dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin seçimini yapan algoritma bloğu (2) (6) (9) (11) (15) (17) ve genel sistem optimizasyonunu sağlayan algoritma bloğu (5) (10) (16) için kaçar tane ve kaç yineleme olacak şekilde bir sistem tasarlanacağı kararının verilmesi,
- 15 • Kullanıcılar ve alakalı oldukları servis tipleri ile ilgili olabilecek sistem girdilerinin (1) (4) (8) (13), dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin seçimi ve genel sistem optimizasyonu bloklarının her birine gönderilmesi,
- 20 • Dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin seçimini yapan algoritma bloğundan birden fazla kullanılacaksa, yineleme sıralamasında son blok (nihai kullanıcı parametrelerinin belirlendiği) haricindeki parametrelerin yaklaşık olarak belirlenmesine yönelik kullanılması,
- 25 • Baz istasyonu tarafından farklı kullanıcılara aynı anda birden fazla dalga şekli ve birden fazla numeroloji (bir dalga şekline ait parametreler) ile hizmet verilebilmesini mümkün hale getirilerek bu kapsamda genel sistem optimizasyonunun sağlanması,
- 30 • Genel sistem optimizasyonu sayesinde kullanıcı gereksinimlerinin karşılanması sırasında ağ işletmecisinin kısıtlı kaynaklarının sebep olabileceği yüksek servis kalitesi düşüşlerinin önüne geçilmeye çalışılması,
- Dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametreleri dikgen frekans bölmeli çoklama (OFDM) dalga şekli için numeroloji tipi, alt taşıyıcı boşluğu, sembol uzunluğu, çevrimsel önek uzunluğu, slot sayıları, filtreleme tipi ve katsayıları, çerçeveleme uzunluğu parametrelerini kapsaması ve ayrıca hem OFDM hem de farklı dalga şekilleri için birçok farklı kullanıcı parametresinin de bu kapsama dahil edilmesi işlem adımlarını içermesidir.





2. İstem 1'e uygun yöntem olup, özelliği; kullanıcı parametrelerinin seçimi (2) (6) (9) (11) (15) (17) ve genel sistem optimizasyonu (5) (10) (16) algoritma blokları arasındaki iş yükü dağılımları performans ölçütleri de temel alınarak tercihe göre ayarlanması ve farklı senaryolar için farklı tasarımların geliştirilebilmesini içermesidir.
3. İstem 1'e uygun yöntem olup, özelliği; ana algoritma blokları arasındaki iş yükü dağılımının ayarlanması sırasında algoritma bloklarında kullanılacak olan alt bileşenlerin hangilerinin geleneksel hangilerinin yeni nesil yöntemlerle oluşturulacağına çeşitli performans ölçütleri temel alınarak karar verilmesini içermesidir.
4. İstem 1'e uygun yöntem olup, özelliği;
- yeni nesil yapay zeka tabanlı yöntemlerin kullanılacağı noktalarda makine öğrenmesi sistemlerinin eğitime yönelik veri kümelerinin oluşturulmasına yönelik tekniklerin geliştirilmesi için bilgisayar simülasyonlarından yararlanılması,
 - bilgisayar simülasyonuna dayalı veri kümesi oluşturma algoritması ve öncelikle rastgele sistem girdisi üretimi (20) ile farklı kullanıcı bilgilerinin elde edilmesi,
 - kullanıcı bilgileri için sırasıyla tüm sınıf etiketleri ile simülasyon yapılabilmesi (21) için uygun algoritma döngüsü oluşturulması,
 - her bir simülasyon için performans ölçütleri hesaplanarak (22) sonuçların saklanması,
 - tüm sınıf etiketleri için simülasyon yapıp yapılmadığının her seferinde kontrol edilmesi,
 - farklı sınıf etiketlerine geçiş yapılarak (24) performans ölçütü hesaplamalarının (22) tüm farklı sınıf etiketleri için elde edilmesi,
 - performans ölçütlerine göre bilgisayar simülasyonunda en iyi sonucu veren sınıf etiketinin seçilmesi (25),
 - sistem girdileri ile beraber bu girdilere karşılık gelen en uygun sınıf etiketinin veri kümesine kaydedilmesi (26) ile veri kümesi oluşturulmaya devam edilmesi,
 - yeteri kadar veri üretilip üretilmediği kontrol edilerek (27) son aşamada algoritmanın durması (28),





- derin öğrenme benzeri yeni nesil yöntemler için veri kümesi oluşturulması sırasında çok fazla sayıda veriye ihtiyaç olabildiğinden farklı durumlarda ne kadar veri üretilmesi gerektiğine karar verilmesi işlem adımlarını içermesidir.

5

5. İstem 1 ve 4'e uygun yöntem olup, özelliği; geleneksel yöntemlerin ve yeni nesil yöntemlerin bir arada kullanılması mümkün kılınırken, kullanıcı parametrelerinin çeşitli optimizasyon teknikleri ile beraber otomatik seçtirilmesi ve ana algoritma blokları arasındaki iş dağılımına karar verilmesinin de hesaba katılmasını içermesidir.

10

6. İstem 1 ve 4'e uygun yöntem olup, özelliği; son aşamada dalga şekli ile ilişkili nihai kullanıcı parametrelerinin belirlenmesini içermesidir.

15

20

25

30



TARİFNAME

5G VE SONRASI HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE DALGA ŞEKLİNİ VE DALGA ŞEKLİ PARAMETRELERİNİ SEÇTİRME SİSTEMİ

5

Teknik Alan

Buluş, beşinci nesil (5G) ve sonrası hücrel haberleşme sistemlerinde çoklu dalga şekli ve/veya çoklu numeroloji yapılarının kullanımı sırasında dalga şekli ile ilgili olarak kullanıcı parametrelerinin seçimi ve bu yöndeki genel sistem optimizasyonu üzerine çeşitli stratejilerden oluşmaktadır.

Buluşun Altyapısı

İlk standartları oluşturulan ve iyileştirilmeye de devam etmekte olan beşinci nesil (5G) haberleşme sistemleri, teknoloji geliştirilme aşamasında önceki hücrel haberleşme sistemlerine kıyasla daha yüksek seviyede bir esneklik ihtiyacı ile şekillenmiştir. Kullanıcı ve servis ihtiyaçları açısından farklılıkların artmış olması bu esneklik ihtiyacını gerektirmiştir. 5G haberleşme sistemlerinin arttırdığı esneklik seviyesi ile birlikte baz istasyonları ve kullanıcı ekipmanları arasındaki iletişime konu olun parametrelerin sayısı da oldukça artmıştır. Bu parametrelerin bir kısmı da dalga şekli ile ilgilidir.

Kablosuz haberleşmede gönderici ve alıcı arasındaki iletişimin temelini dalga şekli tasarımı oluşturmaktadır. 5G haberleşme sistemlerinde dalga şekli ve ilgili teknikler kapsamındaki birçok parametre opsiyonel olarak ağ işletmecisinin kontrolüne bırakılmıştır. 5G haberleşme sistemlerinde bir dalga şekline ait çoklu numeroloji yapılarının kullanılması mümkündür. 5G sonrası hücrel haberleşme sistemlerinde ise çoklu dalga şekilleri ve çoklu numeroloji yapılarının beraber kullanılabileceği değerlendirilmektedir. Bu ise parametre sayısında daha fazla artış getirebilecektir.

30

Tekniğin bilinen durumunda, 5G ve sonrası kablosuz haberleşme sistemleri için dalga şekli ile ilgili kullanıcı parametrelerinin baz istasyonu tarafından otomatik seçtirildiği ve bu yönde genel sistem optimizasyonunun yapıldığı çalışmalar literatürde oldukça sınırlıdır ve bu çalışmalar için genel bir strateji literatürde henüz geliştirilmemiştir.

Buluş konusu, 5G ve sonrası hücresel haberleşme sistemlerinde çoklu dalga şekli ve/veya çoklu numeroloji yapılarının kullanımı sırasında dalga şekli ile ilgili olarak kullanıcı parametrelerinin seçimi ve bu yöndeki genel sistem optimizasyonu üzerine geleneksel ve yeni nesil yöntemlerle çeşitli stratejilerin oluşturulması ile ilgilidir.

5

Buluşun Çözümünü Amaçladığı Teknik Problemler

Söz konusu buluş, 5G ve sonrası hücresel haberleşme sistemlerindeki dalga şekli ile ilişkili birçok kullanıcı parametresinin genel sistem optimizasyonu ile beraber seçilmesi üzerine çeşitli stratejilerden oluşmaktadır. Dalga şekilleri ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin seçiminin ve bu yöndeki optimizasyonların baz istasyonlarında gerçekleştirilmesi aşamasında hangi aşamalardan oluşabileceği ve bu aşamaların detayları buluş kapsamında çeşitli stratejilere dönüştürülmüştür.

10

15

Kullanıcı parametre seçimi ve ilişkili optimizasyon süreçlerinin hangi alt bileşenlerden oluşacağı önemli bir teknik problemdir. Bu alt bileşenlerin hangi kısımlarının optimizasyon sürecine dahil edileceğinin belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, tüm alt bileşenlerin hangilerinin geleneksel yöntemler kullanılarak tasarlanmasına ve hangilerinin makine öğrenmesi ya da derin öğrenme gibi yeni nesil yapay zeka tabanlı yöntemler tarafından gerçekleştirileceğine karar verilmesi bir başka problem olarak ortaya çıkmaktadır. Yeni nesil yapay zeka tabanlı algoritmaların kullanıldığı noktalarda, makine öğrenmesi sistemlerinin eğitime yönelik veri kümelerinin nasıl oluşturulabileceği ise diğer önemli bir problem olarak literatürde bir boşluk oluşturmaktadır. Buluşun çözümünü amaçladığı teknik problemler sırasıyla, dalga

20

25

30

Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve yazılan ayrıntılı açıklama sayesinde daha net olarak anlaşılacaktır ve bu nedenle değerlendirmenin de bu şekiller ve ayrıntılı açıklama göz önünde bulundurularak yapılması gerekmektedir.

Buluşun Açıklanmasına Yardımcı Şekiller

Şekil-1: Optimizasyon amacıyla genel sistem yapısının belirlenmediği, dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin doğrudan belirlendiği yöntem şeması için gösterim.

5 **Şekil-2:** Optimizasyon amacıyla genel sistem yapısının belirlenmesinin ardından dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin belirlendiği yöntem şeması için gösterim.

Şekil-3: İlk adımda dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin yaklaşık olarak belirlendiği, sonrasında optimizasyon amacıyla genel sistem yapısının belirlendiği ve ardından dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin nihai olarak belirlendiği yöntem şeması için gösterim.

10 **Şekil-4:** İlk adım olarak dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin yaklaşık olarak belirlenmesi ya da optimizasyon amacıyla genel sistem yapısının belirlenmesi ile başlanarak, sonrasında diğer belirleme işlem basamağına geçilerek bu döngünün istenilen miktarda devam ettirilmesi ile son aşamada dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin nihai olarak belirlendiği yöntem şeması için gösterim.

15 **Şekil-5:** Makine öğrenmesi sistemlerinin eğitime yönelik olarak farklı performans ölçütlerinin temel alınması ve otomatik sınıf etiketlemesi yapılması yoluyla geniş veri kümelerinin oluşturulmasını amaçlayan yöntem için algoritma akışını anlatan gösterim.

Buluşun Açıklanmasına Yardımcı Referans Numaraları

1. Şekil-1'deki yöntem şeması için sistem girdilerini gösteren blok.
2. Şekil-1'deki yöntem şeması için dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin belirlendiği algoritma bloğu.
- 25 3. Şekil-1'deki yöntem şeması için sistem çıktısı olarak nihai kullanıcı parametrelerine ulaşılan blok.
4. Şekil-2'deki yöntem şeması için sistem girdilerini gösteren blok.
5. Şekil-2'deki yöntem şeması için optimizasyon amacıyla genel sistem yapısının belirlendiği algoritma bloğu.
- 30 6. Şekil-2'deki yöntem şeması için dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin belirlendiği algoritma bloğu.
7. Şekil-2'deki yöntem şeması için sistem çıktısı olarak nihai kullanıcı parametrelerine ulaşılan blok.
8. Şekil-3'deki yöntem şeması için sistem girdilerini gösteren blok.

9. Şekil-3'deki yöntem şeması için dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin yaklaşık olarak belirlendiği algoritma bloğu.
10. Şekil-3'deki yöntem şeması için optimizasyon amacıyla genel sistem yapısının belirlendiği algoritma bloğu.
- 5 11. Şekil-3'deki yöntem şeması için dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin nihai olarak belirlendiği algoritma bloğu.
12. Şekil-3'deki yöntem şeması için sistem çıktısı olarak nihai kullanıcı parametrelerine ulaşılan blok.
13. Şekil-4'deki yöntem şeması için sistem girdilerini gösteren blok.
- 10 14. Şekil-4'deki yöntem şeması için dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin yaklaşık olarak belirlendiği algoritma bloğu ve optimizasyon amacıyla genel sistem yapısının belirlendiği algoritma bloğunun istenilen sayıda yinleme ile oluşturulması.
15. Şekil-4'deki yöntem şeması için dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin yaklaşık olarak son kez belirlendiği algoritma bloğu.
- 15 16. Şekil-4'deki yöntem şeması için optimizasyon amacıyla genel sistem yapısının son kez belirlendiği algoritma bloğu.
17. Şekil-4'deki yöntem şeması için dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin nihai olarak belirlendiği algoritma bloğu.
18. Şekil-4'deki yöntem şeması için sistem çıktısı olarak nihai kullanıcı parametrelerine ulaşılan blok.
- 20 19. Veri kümesinin oluşturulması gereken durumlar için algoritma akışını başlatan blok.
20. Veri kümesi oluşturan algoritmadaki rastgele sistem girdisi üretiminin yapıldığı blok.
21. Veri kümesi oluşturan algoritmada belli bir sınıf etiketi ile simülasyon yapılan blok.
22. Veri kümesi oluşturan algoritmadaki simülasyon sonucunda performans ölçütlerinin hesaplandığı blok.
- 25 23. Veri kümesi oluşturan algoritmada tüm sınıf etiketleri için simülasyon yapıp yapılmadığını kontrol eden blok.
24. Veri kümesi oluşturan algoritmada farklı sınıf etiketlerine geçişi sağlayan blok.
25. Veri kümesi oluşturan algoritmada performans ölçütlerine göre en iyi sonucu veren sınıf etiketinin seçildiği blok.
- 30 26. Veri kümesi oluşturan algoritmada rastgele üretilen sistem girdileri ile beraber bu girdilere karşılık gelen en uygun sınıf etiketinin veri kümesine kaydedildiği blok.
27. Veri kümesi oluşturan algoritmada yeterli sayıda veri oluşmasını kontrol eden blok.
28. Veri kümesi oluşturan algoritma için algoritma akışını bitiren blok.

Buluşun Detaylı Açıklanması

Buluş konusu, 5G ve sonrası hücresel haberleşme sistemlerinde çoklu dalga şekli ve/veya çoklu numeroloji yapılarının kullanımı sırasında dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin seçimi ve bu yöndeki genel sistem optimizasyonu üzerine çeşitli stratejilerden oluşmaktadır. Bu amaca yönelik olarak dört temel yapı oluşturulmuştur. Sonrasında ise bu temel yapılar altında kurgulanabilecek farklı stratejiler açıklanmıştır.

Şekil-1 üzerinde gösterilen yöntem şemasında, kullanıcılardan gelen kanal durum bilgisi ya da kullanıcı servis tipi gibi farklı türde bilgilerden oluşturulan sistem girdileri (1) ile kullanıcı parametreleri doğrudan belirlenmekte (2), optimizasyon amacıyla genel sistem yapısı üzerinde durulmamaktadır. Dalga şekli ile ilişkili nihai kullanıcı parametreleri (3) tek aşamada elde edilmektedir. Bu yöntemin en önemli avantajı olarak, hesaplama karmaşıklığının yüksek seviyede olmaması gösterilebilir. Bu yöntem şemasında her kullanıcıya diğer kullanıcılardan bağımsız bir şekilde dalga şekli ile ilişkili parametre ataması gerçekleştirilmektedir.

Şekil-2 üzerinde gösterilen yöntem şemasında, kullanıcılardan gelen kanal durum bilgisi ya da kullanıcı servis tipi gibi farklı türde bilgilerden oluşturulan sistem girdileri (4) öncelikle optimizasyon amacıyla genel sistem yapısının belirlenmesinde (5) kullanılmaktadır. Bu aşamada genel sistem yapısı ile ilgili kararlar alınarak dalga şekli ile ilişkili nihai kullanıcı parametrelerinin belirlenmesi (6) sırasında bazı kısıtlamalar uygulanabilmektedir. Bu kısıtlamalar sayesinde, ağ işletmecisinde her kullanıcının isteğine tam cevap verebilecek miktarda kaynak olmadığı durumlarda genel sistem kalitesi daha fazla korunabilmektedir. Bu yöntem şemasında dalga şekli ile ilişkili nihai kullanıcı parametreleri (7) iki aşamada elde edilmektedir.

Şekil-3 üzerinde gösterilen yöntem şemasında, kullanıcılardan gelen kanal durum bilgisi ya da kullanıcı servis tipi gibi farklı türde bilgilerden oluşturulan sistem girdileri (8) ilk aşamada dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin yaklaşık olarak belirlenmesi (9) amacıyla kullanılmaktadır. Bu aşamada belirlenen dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin daha sonraki aşamalarda genel sistem kalitesini arttırmak için değiştirilebilmesinin sağlanması hedeflenmiştir. İlk aşamada elde edilen sonuçların kullanılmasıyla ikinci aşamada verilen genel sistem yapısı ile ilgili kararların (10) daha

doğru olması sağlanmaktadır. İkinci aşamada optimizasyon amacıyla genel sistem yapısı ile ilgili kararlar alınarak (10) üçüncü aşamada gerçekleşen dalga şekli ile ilişkili nihai kullanıcı parametrelerinin belirlenmesi (11) sırasında bazı kısıtlamalar uygulanabilmektedir. Bu kısıtlamalar sayesinde, ağ işletmecisinde her kullanıcının isteğine tam cevap verebilecek miktarda kaynak olmadığı durumlarda genel sistem kalitesi daha fazla korunabilmektedir. Bu yöntem şemasında dalga şekli ile ilişkili nihai kullanıcı parametreleri (12) üç aşamada elde edilmektedir.

Şekil-4 üzerinde gösterilen yöntem şemasında, kullanıcılardan gelen kanal durum bilgisi ya da kullanıcı servis tipi gibi farklı türde bilgilerden oluşturulan sistem girdileri (13) opsiyonel olarak dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin yaklaşık olarak belirlenmesinde ya da optimizasyon amacıyla genel sistem yapısının belirlenmesinde kullanılabilir. Eğer ilk aşama olarak dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin yaklaşık olarak belirlenmesi ile başlanırsa, sonraki aşama optimizasyon amacıyla genel sistem yapısının belirlenmesiyle devam edecektir. Ters durumda ise dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin yaklaşık olarak belirlenmesi ile devam edilecektir. Bu iki yapı arasında yinelemeli şekilde istenilen miktarda geçiş yapılarak (14) yöntem şemasının akışı sürdürülecektir. Geçiş sayısı arttırıldıkça ağ işletmecisi açısından ideal çözüme yaklaşılabilecektir. Bununla birlikte hesaplama karmaşıklığında bir miktar artış söz konusu olabilecektir. Dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin son bir kez yaklaşık olarak belirlenmesinden (15) sonra optimizasyon amacıyla genel sistem yapısı yine son kez belirlenecek (16) ve dalga şekli ile ilişkili nihai kullanıcı parametrelerinin belirlenmesi (17) sırasında son kez bazı kısıtlamalar uygulanabilecektir. Bu yöntem şemasında dalga şekli ile ilişkili nihai kullanıcı parametreleri (18) en az dört aşamada elde edilmektedir.

Detayları açıklanan yöntem şemaları kullanılarak elde edilen dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametreleri dikgen frekans bölmeli çoklama (OFDM) dalga şekli için numeroloji tipi, alt taşıyıcı boşluğu, sembol uzunluğu, çevrimsel önek uzunluğu, slot sayıları, filtreleme tipi ve katsayıları, çerçevelleme uzunluğu gibi parametreleri kapsamaktadır. Ayrıca, hem OFDM hem de farklı dalga şekilleri için birçok farklı kullanıcı parametresi de bu kapsamaya dahil edilmiştir.

Detayları açıklanan yöntem şemalarında temel olarak iki ana algoritma bloğu bulunmaktadır. Bunlardan ilki dalga şekli ile ilgili olarak kullanıcı parametrelerinin

seçimi, diğeri ise genel sistem optimizasyonudur. Bu buluşa konu stratejilerden biri olarak, iş yükünün dağılımı bu iki ana algoritma bloğu arasında farklı ağırlıklarda dağıtılabilecektir. Örneğin Şekil-2 üzerinde gösterilen yöntem şeması için, genel sistem yapısının belirlenmesi (5) aşamasında o anda baz istasyonu tarafından kaç farklı numerolojinin kullanılacağı belirlenip, kullanıcı parametrelerinin seçimi (6) aşamasında ise ilk aşamada ulaşılan kısıtlama dikkate alınarak her kullanıcıya hangi numerolojinin atanacağı belirlenebilecektir. Bu örnekte alternatif olarak, genel sistem yapısının belirlenmesi (5) aşamasında o anda baz istasyonu tarafından hangi numerolojilerin kullanılmasına karar da verilebilirdi. Bu durumda daha spesifik bir kısıtlama getirilmiş olunurdu ve ilk aşamaya düşen iş yükü artardı. İkinci aşamada ise kısıtlanmış olan numeroloji kümesi içerisinde her kullanıcıya en uygun numerolojinin seçimi yapılırdı. Bu örneklerde görüldüğü üzere kullanıcı parametrelerinin seçimi (6) ve genel sistem optimizasyonu (5) algoritma blokları arasındaki iş yükü dağılımları tercihe göre ayarlanabilmektedir. Farklı senaryolar için farklı tasarımların geliştirilmesi mümkündür.

Ana algoritma blokları arasındaki iş yükü dağılımının ayarlanması sırasında önemli bir etken de algoritma bloklarında kullanılacak olan alt bileşenlerin hangilerinin geleneksel hangilerinin yeni nesil yöntemlerle oluşturulacağına karar verilmesidir. Makine öğrenmesi gibi yeni nesil yöntemler bazı durumlarda geleneksel yöntemlere üstünlük sağlayabileceği gibi, tersi durumların olması da söz konusudur. Bazen de başarı oranları aynı olabilmektedir. Bu gibi durumlarda hesaplama karmaşıklığı ölçütünün temel alınarak da karar verilmesi gerekmektedir. Örneğin, Şekil-3 üzerinde gösterilen yöntem şeması için, ilk aşamada dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin yaklaşık olarak belirlenmesi (9) sırasında geleneksel yöntemler tercih edilirken, sonraki aşamada genel sistem optimizasyonu (10) yapılırken makine öğrenmesi gibi yeni nesil yöntemler tercih edilebilir. Son aşamada ise yeniden geleneksel yöntemler kullanılarak nihai kullanıcı parametrelerinin belirlenmesi (11) sağlanabilecektir. Bu örnekte görüldüğü üzere geleneksel yöntemlerin ve yeni nesil yöntemlerin bir arada kullanılması da mümkündür. Bu noktada kullanıcı parametrelerinin çeşitli optimizasyon teknikleri ile beraber otomatik seçtirilmesi ve ana algoritma blokları arasındaki iş dağılımına karar verilmesi de hesaba katılarak sonuca gidilmelidir. Farklı senaryolar için performans ölçütlerine dayalı farklı tasarımların geliştirilmesi gerekmektedir.

Yeni nesil yapay zeka tabanlı yöntemlerin kullanılacağı noktalarda makine öğrenmesi sistemlerinin eğitime yönelik veri kümelerinin oluşturulmasına yönelik tekniklerin

geliştirilmesi gerekmektedir. Dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin seçimi konusunda literatürde halihazırda kullanılabilecek veri kümeleri yoktur. Bu buluşa konu stratejilerin bir parçası olarak bilgisayar simülasyonuna dayalı ve makine öğrenmesi sistemlerinin eğitime yönelik veri kümesi oluşturulabilecektir.

5

Şekil 5 üzerinde gösterilen bilgisayar simülasyonuna dayalı veri kümesi oluşturma algoritması başladıktan (19) sonra rastgele sistem girdisi üretimi (20) ile farklı kullanıcı bilgileri elde edilmektedir. Bu bilgiler için sırasıyla tüm sınıf etiketleri ile simülasyon yapılabilmesi (21) için uygun algoritma döngüsü oluşturulur. Her bir simülasyon için performans ölçütleri hesaplanarak (22) sonuçlar saklanır. Tüm sınıf etiketleri için simülasyon yapıp yapılmadığı her seferinde kontrol edilir (23). Farklı sınıf etiketlerine geçiş yapılarak (24) performans ölçütü hesaplamalarının (22) tüm farklı sınıf etiketleri için elde edilmesi sağlanır. Performans ölçütlerine göre bilgisayar simülasyonunda en iyi sonucu veren sınıf etiketi seçilir (25). Sistem girdileri ile beraber bu girdilere karşılık gelen en uygun sınıf etiketinin veri kümesine kaydedilmesi (26) ile veri kümesi oluşturulmaya devam edilir. Yeteri kadar veri üretilip üretilmediği kontrol edilerek (27) son aşamada algoritmanın durması (28) sağlanır. Derin öğrenme benzeri yeni nesil yöntemler için veri kümesi oluşturulması sırasında çok fazla sayıda veriye ihtiyaç olabilmektedir. Farklı durumlarda ne kadar veri üretilmesi gerektiğine karar verilmelidir.

20

Söz konusu yöntem şemaları ve stratejilerine ait işlem basamakları aşağıdaki gibidir:

- Baz istasyonu tarafından kapsama alanındaki kullanıcılara verilecek olan hizmette kullanılabilecek dalga şekilleri ve bu dalga şekilleri ile ilişkili her tür kullanıcı parametresinin baz istasyonunda tanımlı olduğu kabul edilir,
- Dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin seçimini yapan algoritma bloğu (2) (6) (9) (11) (15) (17) ve genel sistem optimizasyonunu sağlayan algoritma bloğu (5) (10) (16) için kaçar tane ve kaç yineleme olacak şekilde bir sistem tasarlanacağına kararı verilir,
- Kullanıcılar ve alakalı oldukları servis tipleri ile ilgili olabilecek sistem girdilerinin (1) (4) (8) (13), dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin seçimi ve genel sistem optimizasyonu bloklarının her birine gönderilir,
- Dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametrelerinin seçimini yapan algoritma bloğundan birden fazla kullanılacaksa, yineleme sıralamasında son blok (nihai

25

30

kullanıcı parametrelerinin belirlendiği) haricindekiler parametrelerin yaklaşık olarak belirlenmesine yönelik kullanılır,

- Baz istasyonu tarafından farklı kullanıcılara aynı anda birden fazla dalga şekli ve birden fazla numeroloji (bir dalga şekline ait parametreler) ile hizmet verilebilmesi mümkün hale getirilerek bu kapsamda genel sistem optimizasyonunun yapılması sağlanır,
- Genel sistem optimizasyonu sayesinde kullanıcı gereksinimlerinin karşılanması sırasında ağ işletmecisinin kısıtlı kaynaklarının sebep olabileceği yüksek servis kalitesi düşüşlerinin önüne geçilmeye çalışılır,
- Dalga şekli ile ilişkili kullanıcı parametreleri dikgen frekans bölmeli çoklama (OFDM) dalga şekli için numeroloji tipi, alt taşıyıcı boşluğu, sembol uzunluğu, çevrimsel önek uzunluğu, slot sayıları, filtreleme tipi ve katsayıları, çerçeveleme uzunluğu gibi parametreleri kapsar ve ayrıca hem OFDM hem de farklı dalga şekilleri için birçok farklı kullanıcı parametresi de bu kapsamaya dahil edilir,
- Kullanıcı parametrelerinin seçimi (2) (6) (9) (11) (15) (17) ve genel sistem optimizasyonu (5) (10) (16) algoritma blokları arasındaki iş yükü dağılımları performans ölçütleri de temel alınarak tercihe göre ayarlanır ve farklı senaryolar için farklı tasarımlar geliştirilebilir,
- Ana algoritma blokları arasındaki iş yükü dağılımının ayarlanması sırasında algoritma bloklarında kullanılacak olan alt bileşenlerin hangilerinin geleneksel hangilerinin yeni nesil yöntemlerle oluşturulacağına çeşitli performans ölçütleri temel alınarak karar verilir,
- Yeni nesil yapay zeka tabanlı yöntemlerin kullanılacağı noktalarda makine öğrenmesi sistemlerinin eğitime yönelik veri kümelerinin oluşturulmasına yönelik tekniklerin geliştirilmesi için bilgisayar simülasyonlarından yararlanılır,
- Bilgisayar simülasyonuna dayalı veri kümesi oluşturma algoritması ile öncelikle rastgele sistem girdisi üretimi (20) ile farklı kullanıcı bilgileri elde edilir,
- Bu kullanıcı bilgileri için sırasıyla tüm sınıf etiketleri ile simülasyon yapılabilmesi (21) için uygun algoritma döngüsü oluşturulur,
- Her bir simülasyon için performans ölçütleri hesaplanarak (22) sonuçlar saklanır,
- Tüm sınıf etiketleri için simülasyon yapıp yapılmadığı her seferinde kontrol edilir (23),

- Farklı sınıf etiketlerine geçiş yapılarak (24) performans ölçütü hesaplamalarının (22) tüm farklı sınıf etiketleri için elde edilmesi sağlanır,
- Performans ölçütlerine göre bilgisayar simülasyonunda en iyi sonucu veren sınıf etiketi seçilir (25),
- 5 • Sistem girdileri ile beraber bu girdilere karşılık gelen en uygun sınıf etiketinin veri kümesine kaydedilmesi (26) ile veri kümesi oluşturulmaya devam edilir,
- Yeteri kadar veri üretilip üretilmediği kontrol edilerek (27) son aşamada algoritmanın durması (28) sağlanır,
- 10 • Derin öğrenme benzeri yeni nesil yöntemler için veri kümesi oluşturulması sırasında çok fazla sayıda veriye ihtiyaç olabildiğinden dolayı farklı durumlarda ne kadar veri üretilmesi gerektiğine karar verilir,
- Geleneksel yöntemlerin ve yeni nesil yöntemlerin bir arada kullanılması mümkün kılınırken, kullanıcı parametrelerinin çeşitli optimizasyon teknikleri ile beraber otomatik seçtirilmesi ve ana algoritma blokları arasındaki iş dağılımına 15 karar verilmesi de hesaba katılır,
- Son aşamada dalga şekli ile ilişkili nihai kullanıcı parametreleri belirlenmiş olur.

Her istemde bahsi geçen teknik ve diğer tüm özellikleri bir referans numarası takip etmekte olup, bu referans numaraları sadece istemleri anlamayı kolaylaştırmak adına 20 kullanılmıştır, dolayısıyla bunların örneklendirme amaçlı olarak bu referans numaraları ile belirtilen elemanlardan hiçbirinin kapsamını sınırladığı düşünülmemelidir.

Bu temel kavramlar etrafında, buluş konusu ile ilgili çok çeşitli uygulamaların geliştirilmesi mümkün olup, buluş burada açıklanan örneklerle sınırlandırılmaz, esas 25 olarak istemlerde belirtildiği gibidir.

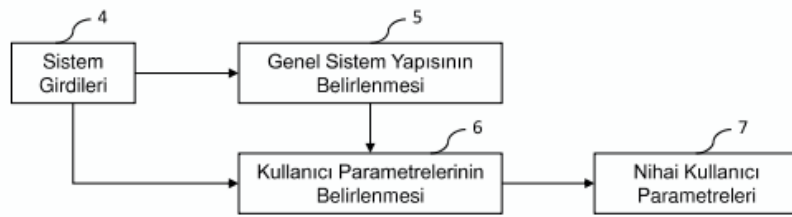
Teknikte uzman bir kişinin buluşta ortaya konan yeniliği, benzer yapılanmaları kullanarak da ortaya koyabileceği ve/veya bu yapılanmayı ilgili teknikte kullanılan benzer amaçlı diğer alanlara da uygulayabileceği açıktır. Dolayısıyla böyle 30 yapılanmaların yenilik ve özellikle tekniğin bilinen durumunun aşılması kriterinden yoksun olacağı da aşikârdır.

Buluşun Sanayiye Uygulanma Biçimi

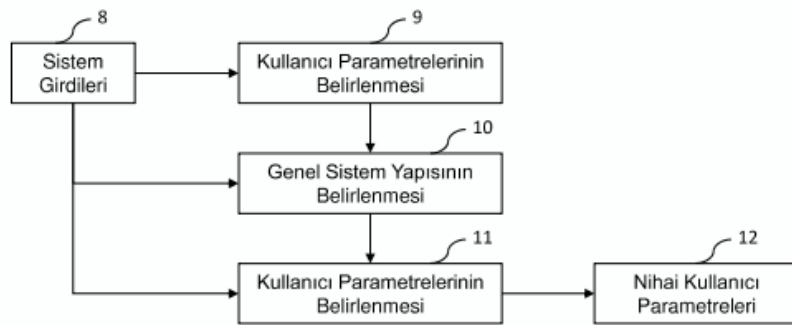
- Buluşa konu yöntem şemalarının ve stratejilerin, yeni nesil hücreli haberleşme sistemlerinin baz istasyonlarına entegre edilmesiyle çoklu dalga şekli ve/veya çoklu numeroloji yapılarının kullanımı sırasında dalga şekli ile ilgili kullanıcı parametrelerinin başarılı olarak seçimiyle radyo kaynaklarının en verimli şekilde tahsisi sağlanacaktır.



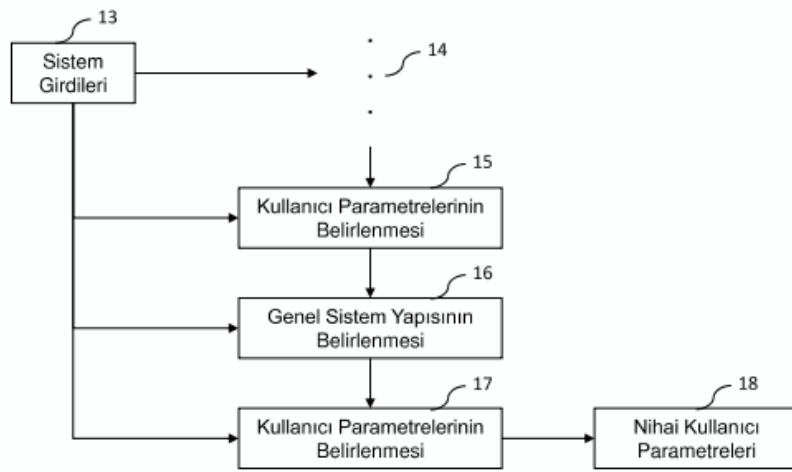
Şekil 1



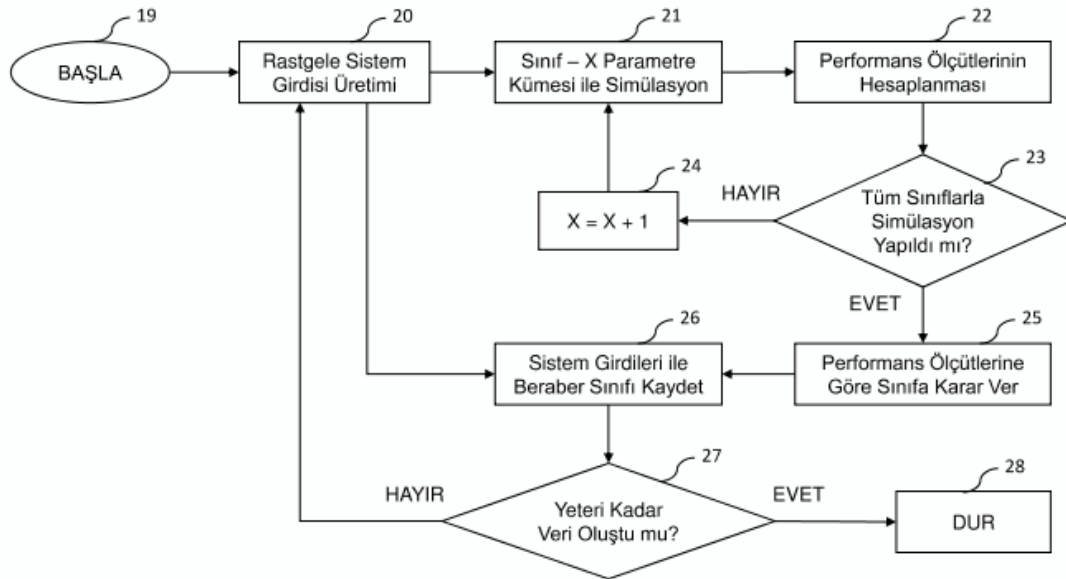
Şekil 2



Şekil 3



Şekil 4



Şekil 5