

GENETİK ALGORİTMA METODU İLE DÜZLEMSEL YAKIN ALAN ELDE ETMEK İÇİN UYGUNLUK FONKSİYONU ANALİZİ

MATCHING FUNCTION ANALYSIS TO OBTAIN THE PLANAR NEAR FIELD BY THE GENETIC ALGORITHM

Önder TÜRKÖDLÜ

Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü
Göztepe Kampusu / İstanbul

e-posta: onder@marmara.edu.tr

ABSTRACT

The array is widespread application in the antenna and elektromagnetik field problems. To solve inverse problem is not enough to obtain desired shaped elektromagnetik field in the antenna array i.e. multi source field problems. In the optimization problem which has multi-dimensional input and output parameter set, increasing of process time and decide count require to use computer in decide process. One is the genetic algorithm and this algorithm is used, widespread, in elektromagnetik problem's solving.

The harmony in the species space lightened to way for solving multi-dimensional problems. The species is defined by DNAs. The DNA are special form of the chromosomes.

The DNA represent of input parameter set in the computer algorithm. In the Genetic algorithm, usually chromosomes is defined by binary or real numbers. Each input parameter is defined one or more chromosome and the DNA must have chromosome at least input parameter number. Each DNA is represent one input parameter set.

The success of genetic algorithm is depended on well defined matching criteria. This situation is more important for function which results big dimensional output. For the matching criteria, output vector structure and desired result must well-define to computer

Key Words: Genetic Algorithm, Planar Field, Matching Criteria.

ÖZET

Anten ve elektromagnetik alan problemlerinde dizilerin kullanılması yaygın bir uygulamadır. Anten dizilerinin kullanılması ve çok kaynaklı alan problemlerinde istenilen biçime sahip elektromagnetik alanı elde etmek için ters problem çözmek yeterli değildir. Çok boyutlu giriş ve çıkış kümesi olan optimizasyon problemlerinde, işlem süresinin ve karar verme sayısının artması, karar verme işleminin de bilgisayara yaptırılması gerekli kılabilir. Bu yöntemlerden biri de genetik algoritmadır ve elektromagnetik problem çözümlerinde kullanılmaktadır.

Türler uzayýndaki bu uyumluluk algoritması problem çözümlerine de ýþýk tutmuştur. Türler kendilerini tanımlayan DNAlar ile ifade edilebilir. DNAlar kromozom kodların özel bir halidir.

DNA'lar bir bilgisayar programý için bir giriş dizisini temsil eder. Genetik algoritalarda genellikle kromozomlar ikili sistem sayýları yada reel sayýlarla ifade edilirler. Her bir kromozom bir giriş parametresi olabileceði gibi, birkaç tane kromozom da bir parametreye karþýlýk gelebilir. Bu durumda bir DNA'nýn kromozom sayýsý en az giriş parametreleri sayýsý kadar olmalıdyr. Her bir DNA bir giriş parametre takýmýna/vektörüne karþý gelir.

Genetik algoritmanın başarýsý çok iyi tanımlanmýþ uygunluk kriterine baðlýdyr. Çok büyük boyutlu bir çýkýþ vektörü veren fonksiyonlar için bu durum daha da önemlidir. Uygunluk kriteri için çýkýþ vektörünün ne þekilde bir özelliðe sahip olacaðý ve bu özelliðe göre istenilen sonucu sayýsal olarak bilgisayara tanıtmak gerekir.

Anahtar Kelimeler: *Genetik Algoritma, Düzlemsel Alan, Uygunluk kriteri*

1. GÝRÝÞ

Anten ve elektromagnetik alan problemlerinde dizilerin kullanýlması yaygın bir uygulamadyr. Özellikle düzlemsel yakýn alan elde etme ve demet °ekli elektronik biçimlendirilebilir radar anteni uygulamalarında anten dizilerinin kullanılması kaçınılmazdyr. Anten dizilerinin kullanılması yani çok kaynaklı alan problemlerinde istenilen biçime sahip elektromagnetik alaný elde etmek için ters problem çözmek yeterli deðildir. Çünkü problem giriş takýmý da çýkýþ takýmý da çok boyutludur. Bu nedenle belli bir giriş takýmına karþý düþen çýkýþ takýmına bakýp tekrar giriş takýmýný ayarlamak icap eder.

Çok boyutlu giriş ve çýkýþ kümesi olan optimizasyon problemlerinde, i°lem süresinin uzamasý ve karar verme sayýsýnýn artması, karar verme i°leminin de bilgisayara yaptırýlması gerekli kýlar. Bu iş için kullanýlacak programın sadece istenilen hesabý yapan bir hesap makinesi tipi bir program olmayýp aynı zamanda kullanýcýsý için bazı temel kararları alýp daha uygun sonucu veren bir programda olması gerekir. Bu algoritalardan biri de genetik algoritmadýr ve elektromagnetik problem çözümlerinde yaygın olarak [1.....10]hatta anten þekli tasarýmında da bir çözüm yöntemi olarak kullanılmaktadır [11].

Bu çalıþmada genetik algoritma anlatýlacak ve düzlemsel yada istenilen bir ýþýma diyagramý °ekline sahip bir alan elde etmek için

kullanýlabilecek genetik algoritma uygunluk kriter fonksiyonları tartýþılacaktır.

2. GENETÝK ALGORÝTMA

Doðal hayattaki türlerin evrim süreci ve doðada dengeli saðlamaları zaten biyologların araþtırma konusudur. Türler uzayýndaki bu uyumluluk algoritması problem çözümlerine de ýþýk tutmuştur. Genler bir türün temel yapıtaşıdyr. Problem çözüm mantıðý açısından türler alemine bakýlırsa;

DNAlar

Türler kendilerini tanımlayan DNAlar ile ifade edilebilir. DNAlar kromozom kodların özel bir halidir. ° ekil 1'de bir DNA yapısı görülmektedir.

DNAlar bir bilgisayar programý için bir giriş dizisini temsil eder. Genetik algoritalarda genellikle kromozomlar ikili sistemde ifade edilen tek bitlik bir sayý ile gösterilse de reel sayýlarla da ifade edilmesi mümkündür. Her bir kromozom bir giriş parametresi olabileceði gibi, birkaç tane kromozom da bir parametreye karþýlýk gelebilir. Bu durumda bir DNA'nýn kromozom sayýsý en az giriş parametreleri sayýsý kadar olmalıdyr. Her bir DNA bir giriş parametre takýmýna/vektörüne karþý gelir.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	N.
Kromozom	Kromozom	Kromozom	Kromozom	Kromozom	Kromozom	Kromozom

Þekil 1 Bir DNA yapısı

Ýkili sayýlarla ifade edilen bir DNAda eđer büyük bir deđer ifade edilecekse bu deđerinde DNAda kendisi için ayrılan bit sayýsýna bađlý olarak kuantalanmalýdır. Örneđin akým deđeri 4 bit ile ifade edilecekse ve maksimum akým 20mA ise ilgili problem denklemlerinde kullanýlacak farklı akým deđerleri Tablo 1'de görülmektedir;

Tablo 1 Dört bit kuantalanmýşbir akým örneđi			
Kromozom	Akým karşýlýđý (mA)	Kromozom	Akým karşýlýđý (mA)
0000	0	1000	10,67
0001	1,33	1001	12,00
0010	2,67	1010	13,33
0011	4,00	1011	14,67
0100	5,33	1100	16,00
0101	6,67	1101	17,33
0110	8,00	1110	18,67
0111	9,33	1111	20,00

Birkaç farklı giriş parametresi arka arkaya eklenecek bir DNA yapýsý oluşturulur. Örneđin 14 bitlik bir DNAnýn ilk 4 biti giriş akýmý, ikinci 5 biti direnç ve son 5 biti kondansatör deđeri olacak şekilde parçaların birleřimihlidir.

Ýlk Nesil

Bir genetik türde gözlem ve karar verme/evrim sürecinde hali hazýrdaki durum bađlama noktasýdır. Tür içindeki gelişmede bu zemin üzerine olur. Bu türün üye adedi süreç içinde yeniden ekillenebilir.

Genetik algoritma problemlerinde bađlangıçta rastsal fonksiyonlarla üretilen M sayýda DNA üretilir. Her bir DNA teker teker ilgili fonksiyona uygulanýr ve M sayýda bir çýkýş kümesi elde edilir.

Ýkinci nesil

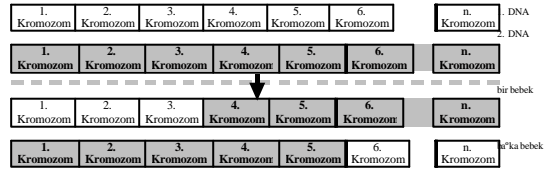
Ýlk nesil türün evrimsel ortamda bir araya gelmesiyle türün ikinci nesli üretilir. Bu üretim süreci evrimsel sürece göre olur. Evrimsel sürecin daima en iyi nesli üretme yönünde olduđu düřünüldür.

Genetik algoritmada ilk neslin ürünleri (fonksiyon sonucu çýkan M vektör) uygun yardımcı fonksiyonlarla skalar bir deđere indirgenir. Bu deđer sonucun istenilen sonuca yakýnlýđýna puan verir ve en iyi puaný alan sonucu veren üye (DNA) türün en iyi üyesi seçilir. Diđer üyelere en iyiye yakýnlık durumuna göre derecelendirilir. Daha sonra üyeler bu kendi aralarýndaki derecelendirme dikkate alýnarak bir araya getirilir ve yeni çocuklar (yeni giriş vektörleri) üretmeleri sađlanır. Bu yeni neslin oluşması için genetik algoritmada birkaç yöntem vardýr.

Çaprazlama

Bir türün 2 üyesi bir araya geldiđi zaman, bebek her iki üyenin de kromozomlarýndan bir kısmýný alarak yeni bir DNA'yla dünyaya gelir. Bebeđin kromozomlarý alması için bir çok yol vardýr ama en kolay modelleneni çaprazlamadır.

a ekil 2'de türün iki üyesinden meydana gelebilecek 2 farklı yeni üye görülmektedir. Kromozom zincirinde çaprazlamanýn gerçekteleceđi kromozom sırasýný rastsal süreç belirlemektedir. Türe yeni katýlan üye de yine ebeveynleri gibi aynı sayýda kromozom içeren DNA'ya sahiptir.



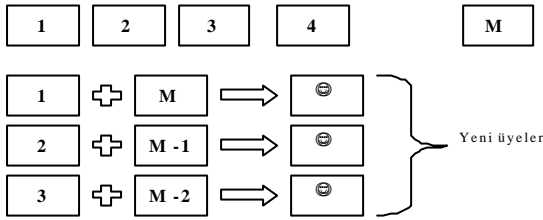
Pekil 2 iki DNA'nýn bir araya gelerek yeni DNAlar oluşurması

Genetik algoritmada yeni nesil tamamen bebeklerden oluşabileceđi gibi ilk neslin en iyi üyelerinin DNAlarý yeni bebelere aynen aktarýlarak ta yařatýlabilir. Genetik algoritmada yine birleřtirilecek çift seçimi 3 farklı yöntemle yapýlabilir.

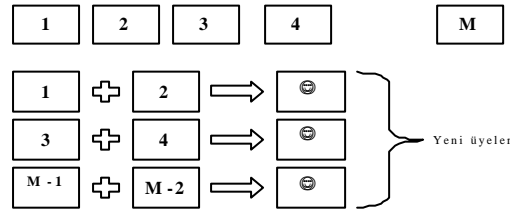
1) **En iyi ile en kötü üye (Best-Mate-Worst:BMW);** Türün ilk nesil üyelerinin dereceleri esas alýnarak çaprazlama yapýlýr. En iyi üye ile en kötü üye birleřtirilir. Bu yöntemde en kötü üyenin de aslýnda deđerli bir sonuca götürebileceđi düřünüldür. Pekil 3'de bu yöntem görülmektedir. (Pekilde üye numaralarý aynı

zamanda üyenin grup içindeki iyilik seviyesini göstermektedir.)

2) **Komşu Uyumluluğu**(*Adjacent-Fitness-Pairing AFP*); Yine türün ilk nesil üyelerinin dereceleri esas alınarak çaprazlama yapılır. Üyeler komşularıyla birleştirilir. Yani en iyi üye, en iyi 2. üye ile, en iyi 3. üye en iyi 4. üye ile ... birleştirilir. Bu yöntemde yeni üyeler daha çok ebeveynlerine benzerler. Bkz. ^a ekil 4



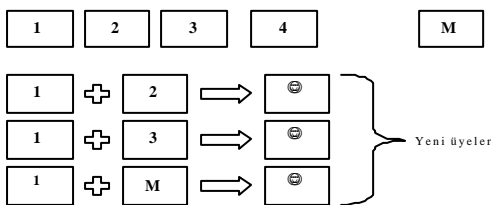
Pekil 3 En iyi ile en kötü üyenin çaprazlanması



Pekil 4 Komşu üyelerin Çaprazlanması

3) **Prensess Seçimli**(*Emperor-Selective EMS*); Yine türün ilk nesil üyelerinin dereceleri esas alınarak çaprazlama yapılır. En iyi Üye türün tüm üyeleri ile teker teker birleştirilir. Yani en üye, en iyi 2. üye ile, en iyi üye en iyi 3. üye ile ... birleştirilir. Bu yöntemde yeni üyeler daha çok en iyi üyeye benzerler. Bu yöntemin uygulaması Pekil 5'de görülmektedir.

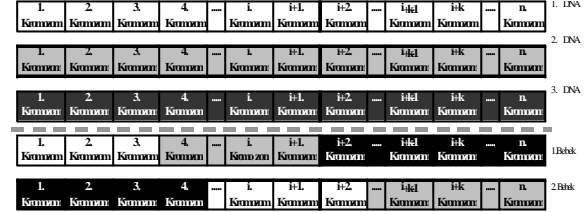
Yine de çaprazlama yönteminde iterasyon arttıkça tüm bebekler en iyi üyeye dönüşecektir.



Pekil 5 En iyi üyenin diğerleriyle çaprazlanması

Çok Ebeveynli Çaprazlama

Genetik algoritmada bir çözüm öekli olarak sadece Pekil 2'de görüldüğü gibi 2 ebeveynli çaprazlama değil aynı zaman da çok ebeveynli çaprazlamada kullanılabilmektedir



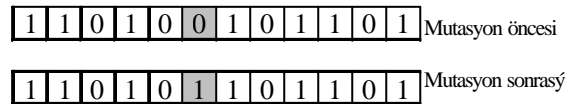
Pekil 6 3 DNA'ly bir çaprazlama

^a ekil 6'da 3 ebeveynli bir çaprazlama görülmektedir. Yine kromozom zincirinde çaprazlamanın gerçekleşeceği kromozom sırasını rastsal süreç belirlemektedir. Bu kez yeni üye 3 farklı ebeveyn DNA'nın kromozomlarına da sahiptir.

Mutasyon

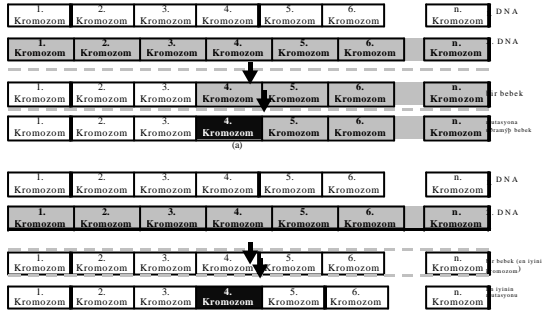
Türün üyelerinden birinin bebeğinde kromozomlardan biri yada bir kaç mutasyona uğrayabilir. Mutasyonlar bazen türün daha iyi bir yapıya sahip olmalarına yardımcı olur.

Genetik algoritmada gerek çaprazlama işlemi hemen sonrasında elde edilen bebekte gerekse herhangi bir üyeye mutasyon uygulanabilir. Eğer modelleme ikili sayı sistemi ile yapılmısa mutasyon herhangi bir sıradaki bir bitin terslenmesi işlemidir. Yani 0 sayısını 1'e yada 1 sayısını 0'a dönüştürür. Pekil 7'de ikili sistemle ifade edilen bir DNA'nın mutasyonu görülmektedir. Mutasyon için rasgele seçilen 2 kromozom arasındaki hücreler yeniden tanımlanır. Pekil 8'deki örneklerde tek kromozom mutasyonu gösterilmiştir.



Pekil 7 ikili sayılarla modellenen bir DNA'da bir bitlik mutasyon

Pekil 8’de Genetik algoritma uygulamalarında ikinci nesil üretimi kodlamaları için 2 farklı mutasyon çeşidi görülmektedir.



a) Pekil 8. 2 mutasyon türü : bebek üyenin mutasyonu b) İyi üyenin mutasyonu

Evrilme

Evrilme de yine bir çeşit mutasyon türü olmakla beraber türün kromozomu deşilip bir kısmı kromozom sırasının deşilmesi şeklindedir.

Rastsal fonksiyonlarla seçilen 2 kromozom sırası arasında kalan kromozomlar ters sıralanırlar.

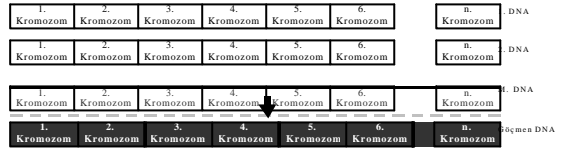


Pekil 9 Bir DNA'nın Evrilmesi

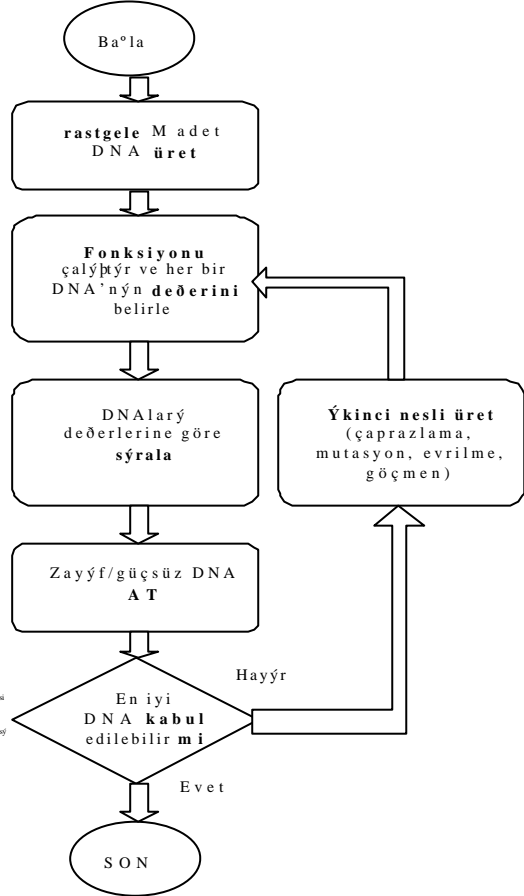
a) Pekil 9’de bir evrilme süreci görülmektedir. Evrilme işlemi yine mutasyonda olduğu gibi gerek seçilen bir üyeye uygulanabilir, gerekse çaprazlama sonucu elde edilen bir üyeye de uygulanabilir.

Göçmen

Türler aleminde bir tür ailesinin içine bazen başka yerdeki bir ailede katılabilmektedir. Bu yeni üyenin bebekleri de yine türün daha iyiyeye gitmesine katkıda bulunabilmektedir. Pekil 10’da aileye bir göçmenin katılması görülmektedir.



Pekil 10 Aileye bir göçmenin katılması



Pekil 11 Genetik algoritma akışması

Genetik algoritmada ikinci nesil üretilirken ilk nesilden bir kısmının da doğal olarak ölmesi, aile dşilmesine esas alınır. Böylece ailenin nüfusu sabit kalacak ve işlem yodunluğu iterasyon sayısıyla belirlenecektir. Genellikle en iyi üyenin her zaman yalmasına müsaade edilir. En kötü üye de ailenin dşilmesine itilir. Göçmen en azından en kötü üyeden daha iyi bir sonuç verirse zaten yamaya devam edecektir, ancak en kötü üye olursa doğal hayat (algoritma) onu yalmasını (giriş kümesi) dşilmesine atacaktır. Aynı durum diğer bebekler içinde geçerlidir.

Đekil 11'de Genetik algoritma akýþ þemasý görülmektedir. ^a ekil sonsuz dngi üzerine kuruludur. Ancak seçilen DNA yapýsýyla her zaman istenilen kritere uyan sonuç elde edilemeyebilir, ancak algoritma mevcut DNA yapýsýyla istenilene en yakýn giriþ vektörünü verecektir.

3. UYGUNLUK KRÝTERÝ

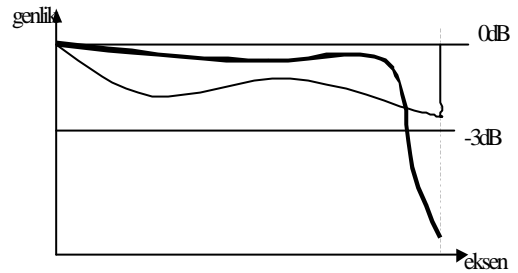
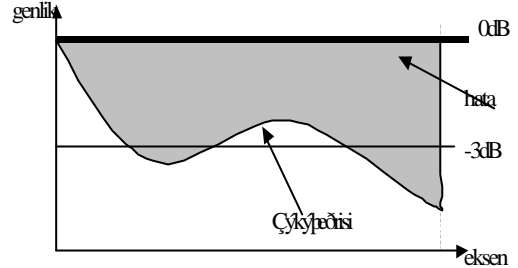
Genetik algoritmanýn baþarýsý çok iyi tanýmlanmýþ uygunluk kriterine baðlýdýr. Özellikle büyük boyutlu ýkýþ vektri veren fonksiyonlar için bu durum daha da önemlidir. Uygunluk kriteri için ýkýþ vektörünün ne ^o ekilde bir zellide sahip olacaðýný ve bu zellide göre istenilen sonucu sayýsal olarak bilgisayara tanýtmak gerekir. Aþaðýda bir alan hesabý optimizasyonu için e^oitli uygunluk kriterleri tartýlýlacaktýr.

rnek: [12] de verilen problemde olduðu gibi bir düzlemsel yakýn alan elde edilmesi isteniyor. Çizgisel bir kesitte belli aralýklarla hesaplanan elektrik alan gücü deðerinin normalize edildiðinde en az eðime sahip olmasý (0 dB'e en yakýn olmasý) ve yine eðrinin (normalize elektrik alan gücünün) en azýndan -3dB'den daha iyi olmasý beklenmektedir. Uygunluk kriterleri ve problemleri nelerdir?

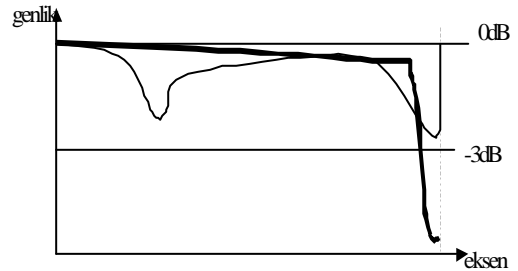
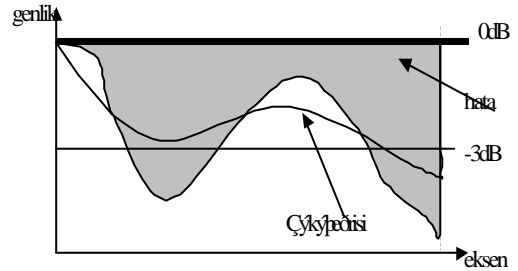
a) **Farklar Toplamý (Hatalar Toplamý):** Bu yöntemde istenilen eðri ile fonksiyon sonucu eðrinin farkýnýn toplamý alýnýr ve en az hatayý veren giri^o vektri en iyi ye seçilir. ^a ekil 12'de farklar toplamý yöntemi gsterilmiþtir. Đekil 12 a da gri alanýn toplamý (hatanýn integrali) nin minimum olmasý ve hatta 0 olmasý gerekir. Ancak Đekil 12 b'de gsterildiði gibi kalýn çizgiyle gösterilen eðrinin hata toplamý ince çizgiden daha az olmasýna raðmen daha kötü bir sonuçtur. Eksenin saðýnda -3dB sýnýrýnýn dýþýna taþmýþtýr.

b) **En Az Kareler Yöntemi (Hata Karelerinin Toplamý) :** Bu yöntemde istenilen eðri ile fonksiyon sonucu eðrinin farkýnýn karelerinin toplamý alýnýr ve en az hatayý veren giriþ vektri en iyi ye seçilir.Đekil 13'de farklarýn kareler toplamý yöntemi gsterilmiþtir. Đekil 13 a da gri alanýn toplamý (hatanýn integrali) nin minimum olmasý ve hatta 0 olmasý gerekir. Ancak Đekil 13 b'de gsterildiði gibi kalýn çizgiyle gösterilen

eðrinin hata kareleri toplamý ince çizgiden daha az olmasýna raðmen daha kötü bir sonuçtur. Eksenin saðýnda -3dB sýnýrýnýn dýþýna taþmýþtýr.

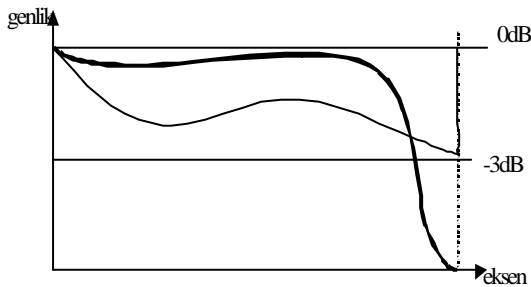
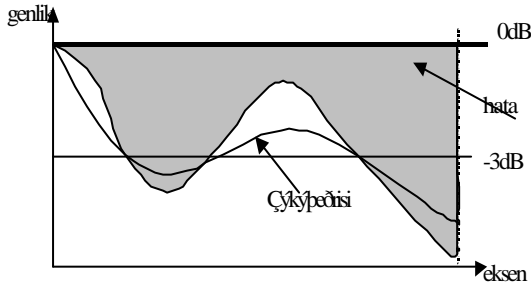


Đekil 12 a) Farklar Toplamý (Hatalar toplamý) yöntemi b) kalýn izgi kt durum



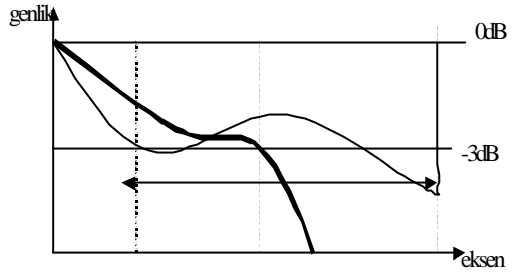
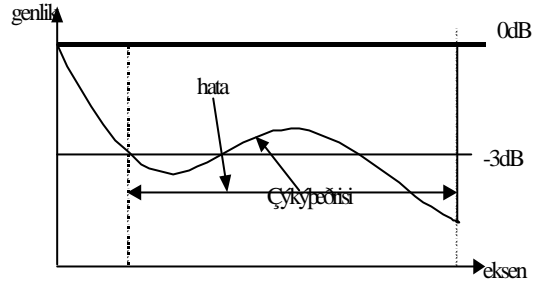
^a ekil 13 a) En az kareler yöntemi (Hata karelerinin toplamý) yöntemi b) kalýn çizgi kötü durum

c) **Normalize En Az Kareler Yöntemi:** Bu yöntemde istenilen eğri ile fonksiyon sonucu eğrinin bir referansa göre oranının karelerinin toplamı alınır ve en az hatayı veren giriş vektörü en iyi üye seçilir. Yani fonksiyon referans değerden daha büyük sonuç veriyorsa bu hatanın sayısal etkisi daha da artırılır, eğer daha küçükse azaltılır. Böylece istenmeyen kısım daha belirginleştirilerek bu hata öncelikli azaltılır. Pekin 14'te farklar toplamı yöntemi gösterilmiştir. ^a ekil 14-a) da gri alanın toplamı (hatanın integralinin) minimum ve hatta 0 olması gerekir. Ancak ^a ekil 14-b'de gösterildiği gibi kalın çizgiyle gösterilen eğrinin hata kareleri toplamı ince çizgiden daha az olmasına rağmen daha kötü bir sonuçtur. Eksenin sağında -3dB sinyrinin dıőına taşınmıştır.



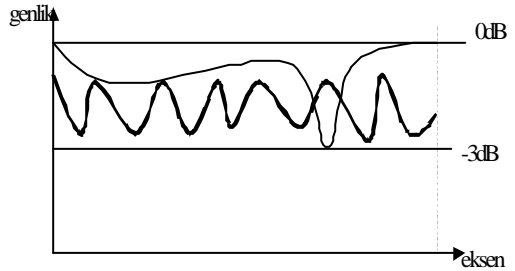
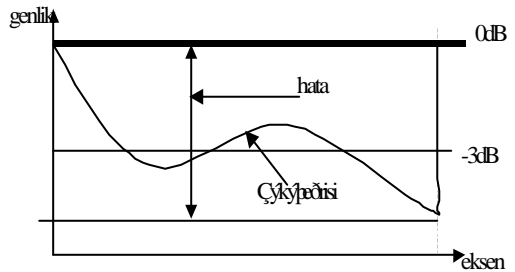
^a ekil 14 a) Normalize en az kareler yöntemi
b) kalın çizgi kötü durum

d) **Büyük Demet Yöntemi :** Bu yöntemde söz konusu eksen üzerinde maksimum genilikte -3dB sinyrinin sağlanması hedeflenir. Böylece alanın kabul edilebilir bantta olması sağlanır. ^a ekil 15'de büyük demet yöntemi görülmektedir. Pekin 15 a'da da görüldüğü gibi hatayı küçültmek ve 0 yapmak demeti büyütecek ve -3dB sinyrinin sağlayacaktır. Pekin 15 b'de ise kalın çizgi -3dB sinyrinin çok uzak olmasına rağmen daha iyi bir sonuç vermektedir. Bu yöntem tercihe göre demet başı eksenin sağı seçilip sola doğru demet büyütmeye eklende de uygulanabilir.



Pekin 15a)Büyük demet yöntemi b) kalın çizgi kötü durum

e) **En Az Hata Yöntemi:** Bu yöntemde ise en büyük hata tespit edilmekte ve bu hata küçültülmeye çalışılmaktadır. Ancak Pekin 16 b'de görüldüğü gibi daha kötü bir durum (hem daha dalgalı ve hem de hatalar toplamı daha fazla) daha küçük hata verebilir. Bu durumda kabul edilemez yada tercih edilemez hatalara götürür.



Pekin 16 a) En Az Hata Yöntemi b) kalın çizgi kötü durum

Melez Yöntemler: Yukarıda söz edilen yöntemler birlikte de kullanılabılır. Ancak bu yöntemleri ep deđer kullanmak bazı anormallikler üretebilir. Bu nedenle yöntemlerden daha öncelikli olanýnýn adýrlýđý artýrýlmalý daha sonra diđer yöntem iyileştirme amaçlý kullanýlmalýdır. Örneđin d seçeneđindeki en büyük demet yöntemi ile en az kareler yöntemi birleştirilebilir. Bunun için

$$HATA_{toplam} = 1000 \times HATA_{büyük\ demet} + HATA_{en\ az\ kareler\ toplamý}$$

^a ekleinde yeni bir uygunluk kriteri belirlenir. Ancak buradaki büyük demet hatasýnýn çarpaný fonksiyon eđrisinin tamamen -3dB olması halinde en az kareler toplamý hatasýndan büyük olmalýdır.

4. SONUÇ

Genetik algoritma çok giriř ve çok çýkýřlý problem çözümlerinde hızlı optimizasyon sađlayan bir algoritmadýr. Bu tip problemlerden biri olan elektromagnetik alan problemleri içinde önemi büyüktür. Ancak bir genetik algoritma programýnýn bařarýsý uygunluk kriterinin iyi tanýtýlmasýna bađlýdır. Bir çözüm pekli olarak melez yöntemler kullanýlarak öncelikli hedeflerden sonucu iyileştirme için daha ince ayar yapma peklinde diđer kriterler birlikte kullanýlabılır.

Tablo 2 Düzlemsel Yakın Alan Elde Edilmesi Problemi Ýçin 100 Ýterasyonlu Bir Uygulamada Kullanýlan Yöntemler Ve En Ýyi Veren Genetik Süreçler						
Yöntem	(HT)	(KT)	(EAH)	RKT	LKT	(NKT)
En Ýyi	72	63	62	61	64	80
Çapraz	2	4	2	6	4	2
En Ýyi Mutasy	3	6	6	6	12	5
En Ýyinin Evril.	9	16	17	14	11	8
2. Ýyinin Mutasy.	8	6	10	5	6	3
2. Ýyinin Evril.	6	5	3	8	3	2

Yukarıdaki tabloda 100 iterasyonlu bir genetik algoritma uygulamasý için uygunluk kriterleri ve bu kriterlerde en iyi üyeyi veren genetik algoritma süreçleri görülmektedir. HT : Hatalar Toplamý, KT: Kareler Toplamý,EA: en az hata, RKT: Sađ demet + kareler toplamý, LKT: Sol demet + kareler toplamý, NKT: Normalize kareler toplamý demektir.

Ýterasyonlarýn çođunda genetik algoritma süreci daha iyiyi veremese de ilk 100 iterasyonun yaklařık üçte birinde daha iyi sonuçlarý da üretmektedir. Yukarıdaki tabloya göre en iyi sonucu evrilme ve mutasyon sađlamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Francisco J. Ares-Pena, Juan A. Rodriguez-Gonzalez, Emilio Villanueva-Lopez, And S. R. Rengarajan "Genetic Algorithms In The Design And Optimization Of Antenna Array Patterns", *IEEE Transactions On Antennas And Propagation*, Vol. 47, No. 3, Pp:506-511 March 1999,
- [2] Beng-Kiong Yeo And Yilong Lu, "Array Failure Correction With A Genetic Algorithm" *IEEE Transactions On Antennas And Propagation*, Vol. 47, No. 5, Pp:823-828, May 1999
- [3] R. L. Haupt, "An Introduction To Genetic Algorithms For Electromagnetics ," *IEEE Trans. Antennas Propagat. Magazine*, Vol. 37, Pp. 7-14, April 1995.
- [4] Tennant *Et Al.*, "Array Pattern Nulling By Element Position Perturbations Using A Genetic Algorithm" *Electron. Lett.*, Vol. 30, Pp. 174-176, 1994.
- [5] K. K. Yan And Y. Lu, "Sidelobe Reduction In Array Pattern Synthesis Using Genetic Algorithm" *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 45, Pp. 1117-1121, July 1997.
- [6] F. Ares, S. R. Rengarajan, E. Villanueva, E. Skochinski, And E. Moreno, "Application Of Genetic Algorithms And Optimizing The Aperture Distributions Of Antenna Array Patterns" *Electron. Lett.*, Vol. 32, No. 3, Pp. 148-149, Feb. 1996.

- [7] M. J. Buckley, "Synthesis Of Shaped Beam Antenna Patterns Using Im-Plicity Constrained Current Elements," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 44, Pp. 192–197, Feb. 1996.
- [8] F. Ares, R. S. Elliott, And E. Moreno, "Design Of Planar Arrays To Obtain Efficient Footprint Patterns With An Arbitrary Boundary," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 39, Pp. 1509–1514, Nov. 1994.
- [9] R. L. Haupt, "Thinned Arrays Using Genetic Algorithms," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 43, Pp. 993–999, July 1995.
- [10] E. Botha And D. A. Mcnamara, "A Contoured Beam Synthesis Technique For Planar Antenna Arrays With Quadrantal And Centro-Symmetry," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 41, Pp. 1222–1231, Sept. 1993.
- [11] E. E. Altshuler, "Design Of A Vehicular Antenna For GPS/IRIDIUM Using A Genetic Algoritm" *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 48, No:6, Pp. 968-972, June 2000.
- [12] Ö. Türkođlu, Ý. Akkaya, "Ýnce Anten Dizilerinin Yakýn Alaný", *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Sayfa:205-216. sayý no:16, Ýstanbul 2000