

GENETİK ALGORİTMALARIN FARKLI ÇAPRAZLAMA TEKNİKLERİYLE DERS PROGRAMI OLUŞTURMA PROBLEMLERİNE UYGULANIŞI

Sedrettin Çalışkan¹

ÖZET

Bu çalışmada, farklı çaprazlama teknikleri kullanan genetik algoritmalar (GA) ile en optimize ders programı oluşturma problemine Java ortamında çözüm geliştirilmiştir. Sınıf kullanımının etkinliği ve öğretim görevlilerinin zaman tercihleri gibi bazı kısıtlamalar göz önüne alınarak, verilen kısıtlamalar için optimize edilmiş bir çözüm bulmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda aynı problem için, farklı çaprazlama tekniklerinin birbirinden çok farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Tüm nesil boyunca her çaprazlama tekniği için elde edilmiş uygunluk değerlerinin aritmetik ortalamalarının ve standart sapmalarının frekansları, en iyi sonucun tek noktadan çaprazlama yöntemine dayalı çaprazlama tekniği ile, en kötü sonucun ise çift noktalı çaprazlama tekniği ile elde edildiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler : Genetik algoritmalar, Çaprazlama teknikleri, Uniform çaprazlama, Tek noktadan çaprazlama, Çift noktalı çaprazlama.

1.GİRİŞ

Genetik algoritma klasik metodlarla çözülmesi güç hatta imkansız olan polinomsal zamanda çözülmemeyen sorunların çözümünde kullanılır. Genetik algoritmalar birçok sahada uygulanabilmektedirler. Bunlardan bazıları deneysel çalışmalarda optimizasyon, pratik endüstriyel uygulamalar ve sınıflandırma sistemleri olarak bilinir. Mühendislik alanında birçok problemde optimizasyon tekniği olarak kullanılan genetik algoritmalar; otomasyon sistemlerinde mekanizma tasarımında, geleneksel kontrol problemlerinde, güç sistemlerinde, görüntü işleme tekniklerinde, üretim hattı yerleşimi planlaması gibi optimizasyon gerektiren problemlerde ve daha birçok alanda kullanılmaktadır. [1]

Genetik algoritma ile bir problemi çözebilmek için ilk olarak rastgele başlangıç çözümleri belirlenmektedir. Bu çözüm kümesi popülasyon olarak adlandırılır. Bir öncekinden daha doğru olacağı beklenen yeni bir popülasyon meydana getirmek için bir popülasyondan alınan sonuçlar kullanılır. Bu amaçla bu çözümler için performanslar hesaplanır ve çözümler birbirleriyle eşleştirilerek yeni çözümler oluşturulur. Algoritmada üretilen çok sayıda çözümden performansı yüksek olanlar aran-

¹ Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Beyoğlu, İstanbul, sdrtnclskn@gmail.com

maktadır. Bu arama, yeterince iyi çözüm üretilinceye kadar devam etmektedir. Genetik algoritmalar ile problemlerin çözülmesinde tasarlanan sonucu üretecek niteliklerin, kalıtım yolu ile başlangıç çözümlerinden elde edilen yeni çözümlere, onlardan da daha sonraki çözümlere geçtiği kabul edilmektedir. [2]

Bu çalışmada ele alınan tipteki problemler, çok geniş bir çözüm havzasının taranmasını gerektirmektedir. Bu çözüm havzasının geleneksel yöntemlerle taranması çok uzun sürmekte ve polinomsal zamanda çözüme ulaşmak mümkün olmamaktadır. Genetik algoritmalarla ise, kısa bir sürede kabul edilebilir bir sonuç bulunabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada genetik algoritmalar kullanılarak sınıfların boyutunu, ders sayılarını, derse kaydolması beklenen öğrenci sayılarını ve dersi verecek olan öğretim üyesini girdi olarak alan ve verilen sınırlamalar altında dönemlik ders programı hazırlayan bir optimizasyon süreci geliştirilmiştir. Genetik Algoritma, olası çözümler içinde en iyisini aramakta ve optimale yakın makul çözümler üretmektedir.

Bölüm 2’de GA (Genetik Algoritma) tanımı, parametreler ve akış diyagramı tanımları yapılmıştır. **Bölüm 3’de** iyi ders programı planı oluşturulması ve permütasyona dayalı problemlerde kullanılan farklı çaprazlama teknikleri anlatılmaktadır. **Bölüm 4’de** farklı çaprazlama teknikleri için elde edilen sonuçlar verilmiştir. Son olarak da **Bölüm 5’de** çalışmaya dair sonuçlar tartışılmıştır.

2. GENETİK ALGORİTMALAR

Genetik Algoritma (GA) ilk defa Holland tarafından 1975’te kullanılmıştır ve canlı sistemlerdeki genetik şifre mantığı kullanılarak sezgisel olarak en iyi çözümü veya en iyi çözüme yakın olabilecek bir sonuç bulmayı hedefler. Bu mantık doğal seçim yani güçlü bireyin hayatta kalma olasılığının yüksek olmasıdır. Bu yöntemle evrim sonucu hayatta kalan birey en iyi sonuç olarak alınır.[3] Genetik algoritmalar kromozom, gen, popülasyon, uygunluk oranı, seçim, çaprazlama ve mutasyon gibi bir dizi parametreler ile karakterize edilmektedir.

a) Kromozom ve Gen

Genetik algoritmanın çözümü istenen problemin her bir çözümünü göstermektedir. Kromozomlar, bu çözümleri gösterir. Bir problem için çok sayıda çözüm olabilir. Genetik algoritmadan bunların arasındaki en iyi çözümü arayıp bulması istenir. Kromozom elemanlarından her birisi çözümün bir özeliğini göstermektedir. Bunlara da gen denilmektedir.

b) Popölasyon

GA(Genetik Algoritma) da işleme koyulacak tüm kromozomlar birleşerek popölasyonu oluşturmaktadır. Toplum büyüklüğünü belirlemek, tüm GA kullanıcıları açısından oldukça önemli bir aşamadır. Toplum büyüklüğü ya da birey sayısı, GA'nın başarısını ya da optimum sonuca erişim süresini belirler.

c) Uygunluk Fonksiyonu

Popölasyondaki kromozomların performans derecelerini ölçülmesini sağlayan bir fonksiyondur. Her problem için bir uygunluk fonksiyonunun belirlenmesi gerekmektedir. Bir kromozom(birey) için fonksiyonun verdiği değer ne kadar büyük ise o kromozom o kadar sağlıklıdır ve iyi bir çözümdür.

d) Seçim

Seçim işlemin amacı, uygunluk değerleri yüksek bireylerin nesiller aracılığıyla daha çok üretilmelerine imkan vermektir. Bu çalışmada kullanılan Turnuva yöntemidir. Turnuva, yığından rastsal olarak bir grup dizi seçilir. Bu grup içindeki en iyi uygunluk değerine sahip dizi yeni yığına kopyalanır. Bu işlem kullanıcı tarafından önceden kararlaştırılan çevrim sayısı kadar tekrarlanır. [4]

e) Çaprazlama

Problemin çözüm havuzunda bulunan çözümleri ikiye ikiye birleştirerek yeni çözümler üretmektedir. Bu problemde üç çaprazlama metodu kullanılmıştır. Tek noktalı çaprazlama, İki noktalı çaprazlama, Tekdüze (Uniform) çaprazlama teknikleri kullanılmıştır.

f) Mutasyon

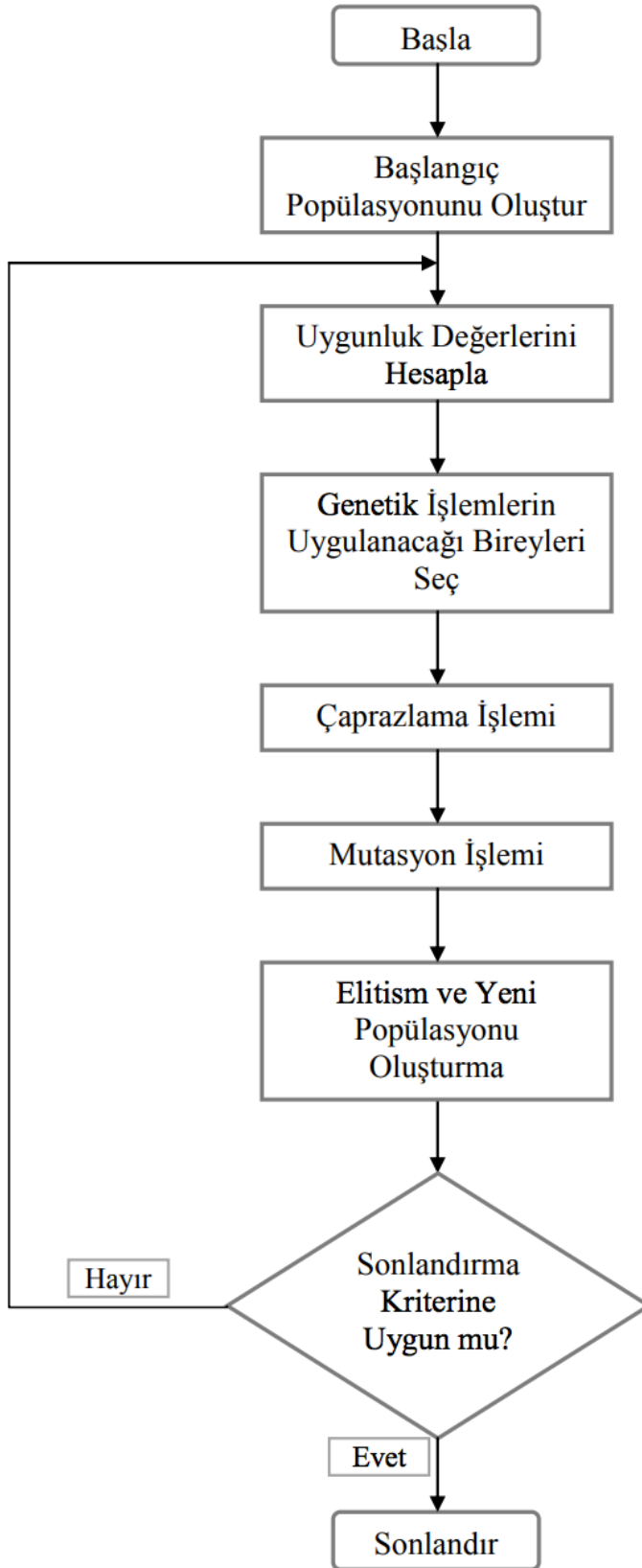
Çaprazlama sonucunda farklı çözümlere ulaşmak bazen zor olmaktadır. Yeni çözüm aramanın kolaylaştırılması ve aramanın yönünü değiştirmek amacı ile kromozomun bir elemanın (genin) rastlantısal olarak değiştirilmesi işlemidir.

Genetik algoritmanın akış diyagramı (şekil 2.2) de gösterildiği gibidir.

Genetik Algoritmanın Çalışma Prensipleri

Tipik bir GA aşağıdaki aşamaları gerçekleştirmektedir :

1. N kromozomdan oluşan başlangıç toplumunun rastgele oluşturulması.
2. Toplumdaki her bir kromozoma ait $f(i)$ uygunluk değerinin hesaplanması.
3. Yeni toplum oluşuncaya kadar (n-birey oluşuncaya kadar) aşağıdaki adımları izleyerek çözümlerin yapısının genetik işlemlerle değiştirilmesi gerekmektedir.
 - i) Bir ebeveyn çiftinin mevcut toplumdan seçimidir. Seçilme olasılığı, uygunluk fonksiyonuna bağlı olarak artar ya da azalır.
 - ii) Yeni bir bireyi oluşturmak için, bir ebeveynin bir çaprazlama olasılığı ile aprazlanması. Eğer aprazlanma olmazsa, yeni ürün anne ya da babanın bir kopyası olacaktır.
 - iii) Yeni ürünün mutasyon olasılığına göre kromozom içindeki konumu (lokus) değiştirilir ve bu yeni ürün, yeni topluma dâhil edilir. rnek olarak ikili sayı sisteminde kodlanan kromozomda mutasyon, mevcut 0 değerini 1 olarak değiştirmek demektir.
4. Yeni popülasyona (toplumu) oluştururken mevcut toplumun en iyi birkaç kromozomunu (bireyini) aprazlama ya da mutasyon işlemine sokmadan (hiçbir değişime uğratmadan) yeni popülasyona (topluma) eklemek.
5. Mevcut toplumun, oluşturulan yeni toplum ile değiştirilmesi.
6. İkinci adıma gidilmesi. İkinci ve altıncı adımlar arasında gerçekleştirilen her bir yineleme, bir jenerasyon ya da yeni toplumu oluşturun bir üreme sürecidir. Her bir üreme sürecinde bir ya da daha fazla uygun kromozom oluşacaktır. Bu oluşum ise, her yeni toplumun bir öncekinden daha iyi olacağını göstermektedir [5]



Şekil 2.2. Genetik Algoritma Akış Diyagramı

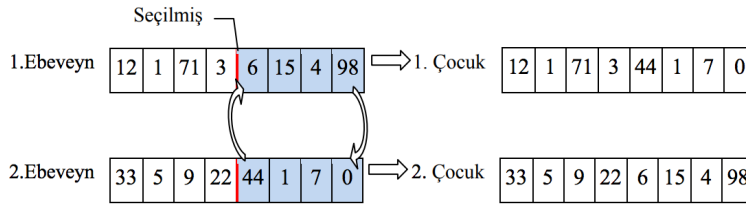
3. ÇAPRAZLAMA TEKNİKLERİ VE DERS PROGRAMI BELİRLENMESİ

Çaprazlama Teknikleri

Mevcut gen havuzunun potansiyelini araştırmak üzere, bir önceki kuşaktan daha iyi nitelikler içeren yeni kromozomlar yaratmak amacıyla çaprazlama operatörü kullanılmaktadır. Ders programı oluşturma probleminde üç tip farklı çaprazlama operatörü kullanılmaktadır. Bu çaprazlama teknikleri: Tek noktalı çaprazlama, İki noktalı çaprazlama, Tekdüze (Uniform) çaprazlama şeklindedir.

a) Tek noktalı çaprazlama

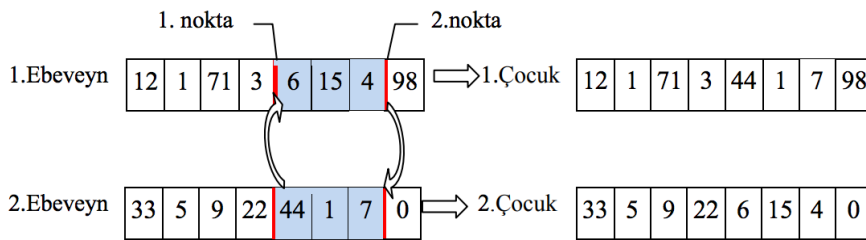
Tek noktalı çaprazlamada, rastgele seçilen kromozom çiftinde, çaprazlama yapılacak bölge rastgele seçilerek çaprazlama yapılmaktadır. Şekil 3.1’de böyle bir tek noktalı çaprazlama işlemi gösterilmiştir.[4]



Şekil 3.1 Tek noktalı çaprazlama

b) İki noktalı çaprazlam

İki noktalı çaprazlama da, kromozom eşleri iki farklı yerden kesilerek üç parçaya ayrılmaktadır. Parçalar karşılıklı olarak yer değiştirilerek çaprazlama yapılmaktadır. Çaprazlama tek bir parçaya uygulanırsa iki yeni kromozom elde edilmektedir. Rastgele seçilen iki parçaya uygulanırsa, dört yeni kromozom elde edilmektedir. Şekil 3.2’de böyle bir İki noktalı çaprazlama işlemi gösterilmiştir. [5]

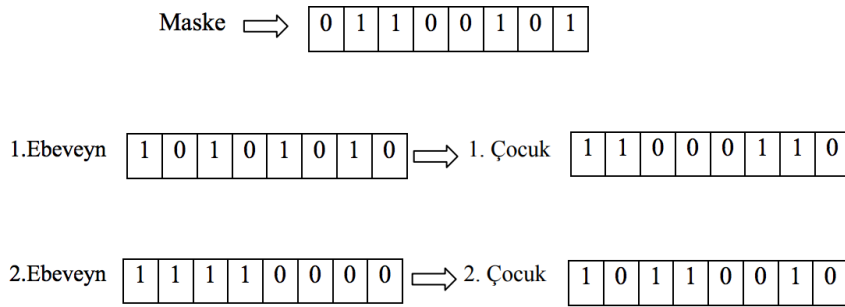


Şekil 3.2 İki noktalı çaprazlama

c) Tekdüze (Uniform) çaprazlama

Tekdüze çaprazlama yöntemi, yeni oluşturulan kromozomlar üzerindeki bütün genlerin, ebeveyn kromozomlardan taşınma olasılıklarının eşitliği ilkesine dayanmaktadır. İkili sayı sisteminde ve tekdüze çaprazlama yönteminde oluşturulan maske yerine, 0–1 arasında rastgele olasılık değerlerinden oluşan diziler kullanılabilmektedir. Çaprazlama ile oluşturulan kromozomun geni, olasılık değeri 0,5'in altında ise anneden, 0,5'in üstünde ise babadan taşınmaktadır.

Şekil 3.3'de tekdüze çaprazlama modeli görülmektedir.[5]



Şekil 3.3 Tekdüze çaprazlama

Ders Programı Belirlenmesi

Ders programı problemine getirilen, GA'da farklı çaprazlama teknikleri ile çözüm arayışında istenilen probleme ilişkin sınır değerleri ve bazı tanımlamalar şu şekildedir:

Farklı dersliklerdeki zaman boşluklarının, öğrenci şubelerinin, öğretim elemanlarının ve derslerin koordinasyonunu içermektedir. Derslerin çizelgeye yerleştirilmesi ve problemin çözümü, şube sayısına, öğretim elemanı sayısına, derslik sayısına, her bir öğretim elamanının özel kısıtlarına, gün sayısına ve her bir gündeki saat sayısına bağlı olarak şekillenmektedir.

Bu çalışmada ele alınan ders programı özelde Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü , Bilgisayar Mühendisliği, Elektrik-Elektronik Mühendisliği ve Biyomedikal Mühendisliği bölümü için geliştirilmiştir. Ancak kolaylıkla diğer bölüm veya fakülteler için de uygulanabilecek özellikte geliştirilmiştir. Test amaçlı gerçekleştirilen ders programında Bilgisayar, Elektrik-Elektronik, Biyomedikal bölümüne ait toplamda 7 dersliğe, 6 adet akademik personele , 3 departman ve hafta içi belli saatlere göre boş dersliklere ait ders yerleştirilmesi sağlanmıştır.

Temel olarak üniversite ders çizelgeleme programı için 3 ana kısıt bulunmaktadır. Bu kısıtlar şöyle sıralanabilir:

- Şubelerin Çakışması
- Dersliklerin Çakışması
- Öğretim Elemanlarının Çakışması

Uygunluk değer fonksiyonu içinde bu ana kısıtlar ve özel kısıtlarının her biri için öncelik sırasına göre puanlama sistemi bulunmaktadır. Uygunluk değeri(Fitness) çakışma sayısına göre değeri değişmektedir. Çakışma sayısının olmadığı değer bizim Fitness değerimizin aranan çözüm olduğudur. Bulunan çözümler, olması zorunlu kısıtları yerine getirmekle beraber, optimize etmek için kullandığımız girdilerinde birçoğunu sağlayan çözümler üretmektedir. [4]

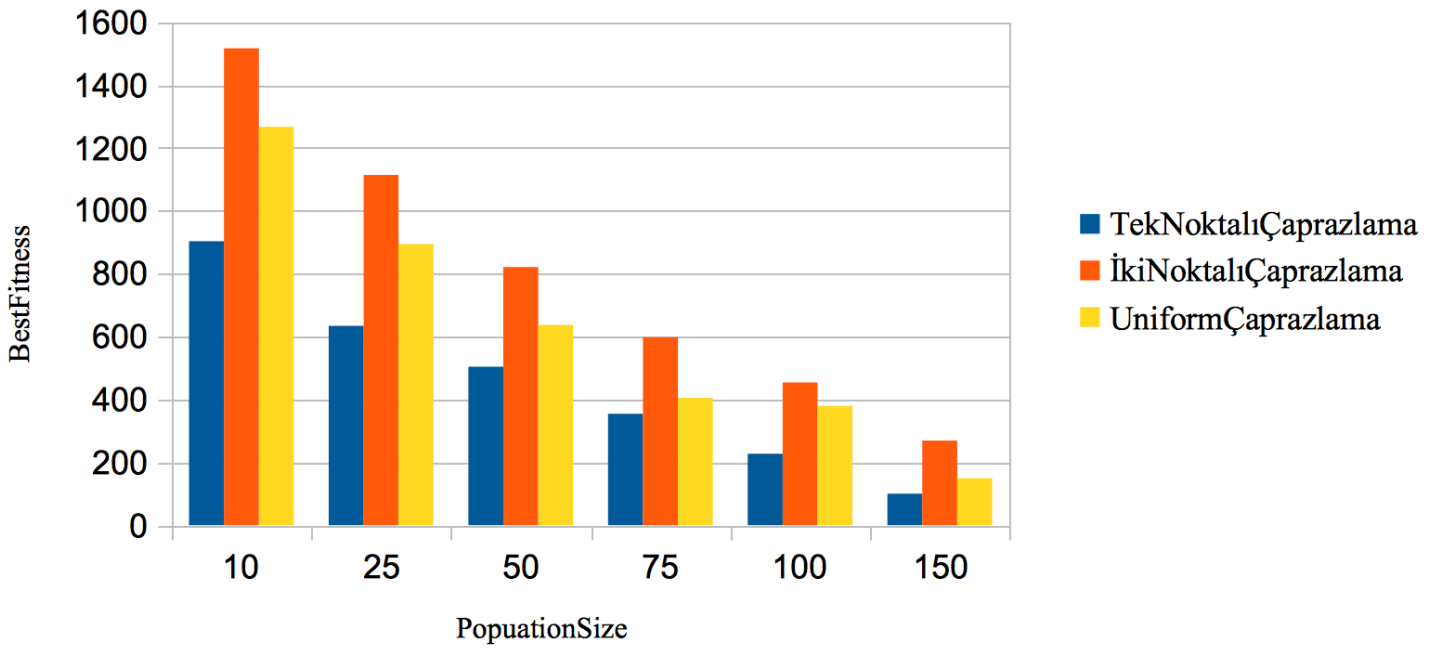
4. FARKLI ÇAPRAZLAMA TEKNİKLERİ İÇİN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Tek noktadan çaprazlama yöntemi ortalama 453.67 sonucunda Best Fitness değerine ulaşırken Uniform 621.83, İki noktalı çaprazlama ise 795.5 ortalama sonucunda Best Fitness değerine ulaşmıştır. Bu ortalama değerlerden varılan sonuç, tek noktadan çaprazlama yöntemi ile daha iyi sonuç alınmıştır.

Çaprazlama Teknikleri	Ortalama	Standart Sapma	En İyi
TekNoktalıÇaprazlama	453,67	290,98	354
İkiNoktalıÇaprazlama	795,5	459,45	821
UniformÇaprazlama	621,83	404,99	637

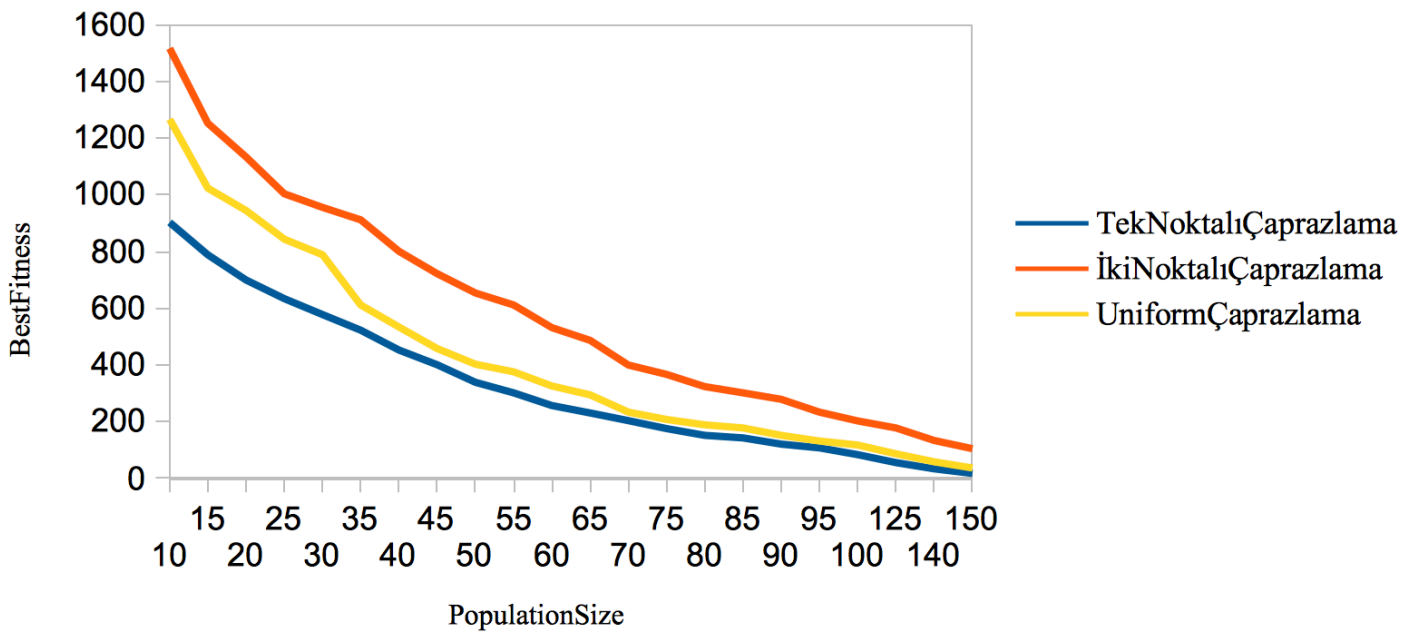
Şekil 4.1. Her çaprazlama tekniği için ortalama değer, standart sapma ve en iyi değerlerin ortalamasından oluşmaktadır.

Karşılaştırma Tabloları



Şekil 4.2. Population Size göre her çaprazlama tekniğinin karşılaştırması.

Yakınsama Grafiği



Şekil 4.3. Population Size göre her çaprazlama tekniğinin yakınsama grafiği.

> Generation # 145		Classes [dept,class,room,instructor,meeting-time]										Fitness Conflicts	
Schedule #													
1305		[BLM,C1 , R2,I1, MT4],	[BLM,C4 , R3,I3, MT4],	[EEM,C2 , R3,I4, MT1],	[EEM,C4 , R2,I3, MT3],	[EEM,C5 , R3,I4, MT2],	[BMD,C6 , R3,I1, MT3],	[BMD,C7 , R2,I2, MT2]		1,00000		0	
1306		[BLM,C1 , R2,I4, MT3],	[BLM,C4 , R1,I4, MT4],	[EEM,C2 , R3,I2, MT2],	[EEM,C4 , R2,I3, MT2],	[EEM,C5 , R3,I4, MT3],	[BMD,C6 , R3,I1, MT1],	[BMD,C7 , R1,I2, MT3]		0,33333		2	
1307		[BLM,C1 , R3,I1, MT1],	[BLM,C4 , R2,I3, MT1],	[EEM,C2 , R3,I2, MT2],	[EEM,C4 , R2,I4, MT1],	[EEM,C5 , R2,I4, MT2],	[BMD,C6 , R2,I1, MT3],	[BMD,C7 , R1,I4, MT3]		0,25000		3	
1308		[BLM,C1 , R1,I1, MT3],	[BLM,C4 , R1,I3, MT2],	[EEM,C2 , R3,I3, MT4],	[EEM,C4 , R2,I3, MT3],	[EEM,C5 , R3,I4, MT1],	[BMD,C6 , R3,I3, MT4],	[BMD,C7 , R3,I4, MT2]		0,20000		4	
1309		[BLM,C1 , R3,I2, MT4],	[BLM,C4 , R3,I4, MT2],	[EEM,C2 , R2,I2, MT4],	[EEM,C4 , R2,I4, MT3],	[EEM,C5 , R3,I4, MT3],	[BMD,C6 , R2,I3, MT2],	[BMD,C7 , R2,I4, MT1]		0,20000		4	
1310		[BLM,C1 , R2,I2, MT3],	[BLM,C4 , R3,I4, MT2],	[EEM,C2 , R2,I2, MT1],	[EEM,C4 , R1,I3, MT4],	[EEM,C5 , R2,I4, MT3],	[BMD,C6 , R2,I1, MT2],	[BMD,C7 , R3,I4, MT2]		0,12500		7	
1311		[BLM,C1 , R2,I1, MT2],	[BLM,C4 , R2,I3, MT4],	[EEM,C2 , R2,I2, MT1],	[EEM,C4 , R1,I4, MT3],	[EEM,C5 , R2,I4, MT4],	[BMD,C6 , R2,I1, MT3],	[BMD,C7 , R1,I4, MT3]		0,12500		7	
1312		[BLM,C1 , R3,I2, MT3],	[BLM,C4 , R3,I3, MT4],	[EEM,C2 , R2,I4, MT3],	[EEM,C4 , R1,I3, MT1],	[EEM,C5 , R1,I4, MT4],	[BMD,C6 , R1,I3, MT1],	[BMD,C7 , R3,I4, MT3]		0,11111		8	
1313		[BLM,C1 , R1,I2, MT3],	[BLM,C4 , R1,I4, MT1],	[EEM,C2 , R1,I3, MT1],	[EEM,C4 , R3,I4, MT1],	[EEM,C5 , R3,I4, MT1],	[BMD,C6 , R1,I1, MT3],	[BMD,C7 , R3,I2, MT2]		0,09091		10	
		Class #	Dept	Course (number, max # of students)	Room (Capacity)	Instructor (Id)	Meeting Time (Id)						
		01	BLM	325K(C1, 25)	R2(25)	Dr.Ebubekir Koc	(I1)	SPH 10:30 - 12:00(MT4)					
		02	BLM	464K(C4, 25)	R3(35)	Prf.Dr.Fevzi Yilmaz	(I3)	SPH 10:30 - 12:00(MT4)					
		03	EEM	319K(C2, 35)	R3(35)	Dr.Berna Kiraz	(I4)	PCC 09:00 - 10:00(MT1)					
		04	EEM	464K(C4, 25)	R2(25)	Prf.Dr.Fevzi Yilmaz	(I3)	SPH 09:00 - 10:30(MT3)					
		05	EEM	360C(C5, 35)	R3(35)	Dr.Berna Kiraz	(I4)	PCC 10:00 - 11:00(MT2)					
		06	BMD	303K(C6, 35)	R3(35)	Dr.Ebubekir Koc	(I1)	SPH 09:00 - 10:30(MT3)					
		07	BMD	303LK(C7, 20)	R2(25)	Prf.Dr.Burhanettin Can	(I2)	PCC 10:00 - 11:00(MT2)					
> Solution Found in 146 generations													

Şekil 4.4. Tek Noktalı Çaprazlama Metodu için oluşan örnek ders programı.

En iyi fitness değerini **146 nesilde bulmuş**. *Fitness değeri*= $1 / (\text{Çatışma Sayısı})$

> Generation # 411		Classes [dept,class,room,instructor,meeting-time]										Fitness Conflicts	
Schedule #													
3699		[BLM,C1 , R2,I4, MT4],	[BLM,C4 , R2,I3, MT3],	[EEM,C2 , R3,I2, MT1],	[EEM,C4 , R3,I3, MT4],	[EEM,C5 , R3,I4, MT2],	[BMD,C6 , R3,I1, MT3],	[BMD,C7 , R1,I2, MT2]		1,00000		0	
3700		[BLM,C1 , R3,I1, MT4],	[BLM,C4 , R3,I3, MT2],	[EEM,C2 , R3,I4, MT3],	[EEM,C4 , R2,I3, MT3],	[EEM,C5 , R1,I4, MT4],	[BMD,C6 , R2,I1, MT2],	[BMD,C7 , R3,I4, MT1]		0,33333		2	
3701		[BLM,C1 , R1,I2, MT1],	[BLM,C4 , R3,I4, MT3],	[EEM,C2 , R3,I4, MT2],	[EEM,C4 , R1,I3, MT2],	[EEM,C5 , R2,I4, MT4],	[BMD,C6 , R3,I1, MT4],	[BMD,C7 , R2,I2, MT2]		0,25000		3	
3702		[BLM,C1 , R3,I2, MT1],	[BLM,C4 , R3,I4, MT3],	[EEM,C2 , R3,I2, MT4],	[EEM,C4 , R2,I4, MT2],	[EEM,C5 , R2,I4, MT4],	[BMD,C6 , R1,I3, MT2],	[BMD,C7 , R2,I2, MT2]		0,25000		3	
3703		[BLM,C1 , R2,I1, MT3],	[BLM,C4 , R2,I3, MT1],	[EEM,C2 , R1,I2, MT4],	[EEM,C4 , R3,I4, MT4],	[EEM,C5 , R2,I4, MT4],	[BMD,C6 , R3,I1, MT1],	[BMD,C7 , R2,I4, MT1]		0,20000		4	
3704		[BLM,C1 , R3,I1, MT1],	[BLM,C4 , R1,I3, MT3],	[EEM,C2 , R3,I3, MT3],	[EEM,C4 , R1,I4, MT2],	[EEM,C5 , R3,I4, MT2],	[BMD,C6 , R3,I1, MT3],	[BMD,C7 , R1,I2, MT1]		0,16667		5	
3705		[BLM,C1 , R1,I2, MT2],	[BLM,C4 , R3,I4, MT1],	[EEM,C2 , R2,I3, MT3],	[EEM,C4 , R1,I4, MT3],	[EEM,C5 , R1,I4, MT4],	[BMD,C6 , R3,I3, MT2],	[BMD,C7 , R1,I4, MT3]		0,14286		6	
3706		[BLM,C1 , R2,I4, MT3],	[BLM,C4 , R1,I3, MT3],	[EEM,C2 , R1,I4, MT2],	[EEM,C4 , R3,I4, MT4],	[EEM,C5 , R3,I4, MT1],	[BMD,C6 , R2,I3, MT3],	[BMD,C7 , R3,I4, MT3]		0,14286		6	
3707		[BLM,C1 , R2,I1, MT2],	[BLM,C4 , R1,I3, MT3],	[EEM,C2 , R2,I4, MT3],	[EEM,C4 , R1,I4, MT3],	[EEM,C5 , R3,I4, MT3],	[BMD,C6 , R3,I3, MT4],	[BMD,C7 , R1,I2, MT4]		0,12500		7	
Class # Dept		Course (number, max # of students)			Room (Capacity)		Instructor (Id)		Meeting Time (Id)				
01	BLM	325K(C1, 25)			R2(25)		Dr.Berna Kiraz (I4)		SPH 10:30 - 12:00(MT4)				
02	BLM	464K(C4, 25)			R2(25)		Prf.Dr.Fevzi Yılmaz (I3)		SPH 09:00 - 10:30(MT3)				
03	EEM	319K(C2, 35)			R3(35)		Prf.Dr.Burhanettin Can (I2)		PCC 09:00 - 10:00(MT1)				
04	EEM	464K(C4, 25)			R3(35)		Prf.Dr.Fevzi Yılmaz (I3)		SPH 10:30 - 12:00(MT4)				
05	EEM	360C(C5, 35)			R3(35)		Dr.Berna Kiraz (I4)		PCC 10:00 - 11:00(MT2)				
06	BMD	303K(C6, 35)			R3(35)		Dr.Ebubekir Koç (I1)		SPH 09:00 - 10:30(MT3)				
07	BMD	303LK(C7, 20)			R1(20)		Prf.Dr.Burhanettin Can (I2)		PCC 10:00 - 11:00(MT2)				
> Solution Found in 412 generations													

Şekil 4.5. Uniform Çaprazlama Metodu için örnek ders programı.

En iyi fitness değerini **412 nesilde bulmuş**. *Fitness değeri*= $1 / (\text{Çatışma Sayısı})$

generation # 1364	Classes [dept,class,room,instructor,meeting-time]										Fitness		Conflicts
schedule #													
12276		[BLM,C1 , R2,I1, MT3],	[BLM,C4 , R2,I3, MT4],	[EEM,C2 , R3,I3, MT2],	[EEM,C4 , R2,I3, MT1],	[EEM,C5 , R3,I4, MT1],	[BMD,C6 , R3,I1, MT4],	[BMD,C7 , R2,I2, MT2]		1,00000		0	
12277		[BLM,C1 , R1,I2, MT4],	[BLM,C4 , R2,I4, MT1],	[EEM,C2 , R3,I2, MT2],	[EEM,C4 , R1,I4, MT2],	[EEM,C5 , R1,I4, MT1],	[BMD,C6 , R3,I3, MT2],	[BMD,C7 , R3,I4, MT3]		0,16667		5	
12278		[BLM,C1 , R1,I4, MT4],	[BLM,C4 , R3,I4, MT2],	[EEM,C2 , R1,I3, MT2],	[EEM,C4 , R1,I3, MT3],	[EEM,C5 , R2,I4, MT3],	[BMD,C6 , R3,I3, MT4],	[BMD,C7 , R2,I4, MT4]		0,16667		5	
12279		[BLM,C1 , R3,I2, MT2],	[BLM,C4 , R2,I3, MT1],	[EEM,C2 , R1,I4, MT3],	[EEM,C4 , R1,I3, MT1],	[EEM,C5 , R1,I4, MT4],	[BMD,C6 , R3,I1, MT3],	[BMD,C7 , R1,I2, MT2]		0,16667		5	
12280		[BLM,C1 , R2,I2, MT3],	[BLM,C4 , R1,I4, MT3],	[EEM,C2 , R1,I4, MT2],	[EEM,C4 , R2,I4, MT2],	[EEM,C5 , R3,I4, MT4],	[BMD,C6 , R2,I1, MT4],	[BMD,C7 , R2,I2, MT3]		0,14286		6	
12281		[BLM,C1 , R2,I1, MT1],	[BLM,C4 , R2,I3, MT1],	[EEM,C2 , R1,I2, MT1],	[EEM,C4 , R1,I4, MT4],	[EEM,C5 , R2,I4, MT4],	[BMD,C6 , R1,I1, MT2],	[BMD,C7 , R3,I4, MT3]		0,14286		6	
12282		[BLM,C1 , R1,I2, MT3],	[BLM,C4 , R3,I3, MT4],	[EEM,C2 , R2,I4, MT4],	[EEM,C4 , R1,I3, MT2],	[EEM,C5 , R1,I4, MT2],	[BMD,C6 , R1,I3, MT1],	[BMD,C7 , R2,I4, MT4]		0,11111		8	
12283		[BLM,C1 , R1,I4, MT4],	[BLM,C4 , R3,I3, MT2],	[EEM,C2 , R3,I4, MT1],	[EEM,C4 , R1,I4, MT2],	[EEM,C5 , R1,I4, MT2],	[BMD,C6 , R1,I3, MT1],	[BMD,C7 , R1,I4, MT1]		0,11111		8	
12284		[BLM,C1 , R2,I4, MT2],	[BLM,C4 , R2,I4, MT2],	[EEM,C2 , R1,I4, MT4],	[EEM,C4 , R1,I3, MT4],	[EEM,C5 , R1,I4, MT4],	[BMD,C6 , R2,I3, MT3],	[BMD,C7 , R1,I2, MT4]		0,07143		13	
Class # Dept Course (number, max # of students) Room (Capacity) Instuctor (Id) Meeting Time (Id)													

01		BLM		325K(C1, 25)		R2(25)		Dr.Ebubekir Koç	(I1)		SPH 09:00 - 10:30(MT3)		
02		BLM		464K(C4, 25)		R2(25)		Prf.Dr.Fevzi Yılmaz	(I3)		SPH 10:30 - 12:00(MT4)		
03		EEM		319K(C2, 35)		R3(35)		Prf.Dr.Fevzi Yılmaz	(I3)		PÇC 10:00 - 11:00(MT2)		
04		EEM		464K(C4, 25)		R2(25)		Prf.Dr.Fevzi Yılmaz	(I3)		PÇC 09:00 - 10:00(MT1)		
05		EEM		360C(C5, 35)		R3(35)		Dr.Berna Kiraz	(I4)		PÇC 09:00 - 10:00(MT1)		
06		BMD		303K(C6, 35)		R3(35)		Dr.Ebubekir Koç	(I1)		SPH 10:30 - 12:00(MT4)		
07		BMD		303LK(C7, 20)		R2(25)		Prf.Dr.Burhannetin Can	(I2)		PÇC 10:00 - 11:00(MT2)		
olution Found in 1365 generations													

Şekil 4.6. İki Noktadan Çaprazlama metodu için örnek ders programı.

En iyi fitness değerini **1365 nesilde bulmuş**. *Fitness değeri*= $1 / (\text{Çatışma Sayısı})$

5. SONUÇLAR VE ÖNERİ

Bu çalışmada, bir yapay zeka algoritması olan GA kullanılarak, çok kriterli üniversite ders programı tasarımı ve optimizasyonunu sağlayan bir program geliştirilmiştir.

Bir hafta içerisinde ders programına yerleştirilecek birçok farklı ders ve bu derslerin yerleştirileceği olası birçok zaman boşluğu vardır. GA, yapacağı araştırma ile olası çözümlerden, öğretim elemanı verimliliği ve eğitim esaslara dayalı öğrenci verimliliği kriterlerini sağlayan en uygun sistemi belirler. En uygun çözümü bulmak için programı pek çok defa çalıştırılabilirsiniz GA’da farklı çaprazlama teknikleri kullanarak hazırlanan ders programı üzerinde, yapılan deneylerin sonuçlarına göre tüm nesil boyunca her çaprazlama tekniği için elde edilmiş uygunluk değerlerinin, en iyi sonucun tek noktadan çaprazlama yöntemine dayalı çaprazlama tekniği ile, en kötü sonucun ise çift noktalı çaprazlama tekniği ile elde edildiğini göstermektedir. Bu durum GA’nın oldukça verimli çalıştığını göstermiştir. [6]

İyi bir ders programında amaç, kaynakları en iyi şekilde kullanmak ve verimliliği arttırmak olduğu için geliştirilen programda, eğitim esaslara dayalı haftanın günlerine göre verimlilik ve gün içi ça-

lşma saatlerine göre verimlilik değişimleri ile ders ağırlıklarını dikkate alan, eğitim-öğretim verimliliğini arttırmaya yönelik kısıtlar kullanılmıştır.

Program için kullanılan örneğin tüm bölümlere ve fakültelere yönelik olarak genişletilmesi mümkündür. Ayrıca, çalışmaya bakılarak probleme özgü yeni genetik operatörler geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

- [1] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, and R. L. Rivest, *Introduction to Algorithms*, MIT Press, 1997.
- [2] Reeves, Colin R. and Jonathan E. Rowe, “Genetic algorithms : principles and perspectives : a guide to GA theory,” Kluwer Academic, Boston, 2003.
- [3] Man, K.F., Tang, K.S. ve Kwong, S., *Genetic Algorithms*, Springer Publishing, 1999.
- [4] Bolat, B., Erol, K.O. ve İmrak, C.E., “Mühendislik Uygulamalarında Genetik Algoritma ve Operatörlerin İşlevleri”, Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma 2004/4.
- [5] Paksoy, S. , “Genetik Algoritma ile Proje Çizelgeleme”, ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yayınlanmış Doktora Tezi, 2007.
- [6] Bağış, A. , (1996) “Genetik Algoritma Kullanılarak Ders Programının Optimum Şekilde Düzenlenmesi”, ERCİYES ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Mühendisliği Bölümü Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, 1996.

EK

Proje Link: <https://github.com/sdrtnclskn/GeneticAlgorithm-FsmvuSchedule>