

İnteraktif ve Web Tabanlı Genetik Algoritma Eğitim Yazılımı

Ali Hakan IŞIK¹, Mehmet BİLEN*², Tuncay YİĞİT³

¹Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 15030, Burdur

²Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Çavdır Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, 15900, Burdur

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

(Alınış / Received: 17.11.2016, Kabul / Accepted: 13.03.2017, Online Yayınlanma / Published Online: 28.04.2017)

Anahtar Kelimeler

Web tabanlı,
İnteraktif,
Genetik algoritma,
ASP.NET MVC,
Eğitim yazılımı

Özet: Genetik algoritma optimizasyon problemlerinin çözümünde sıklıkla tercih edilen yapay zeka algoritmalarından biridir. Doğadaki canlıların evrimsel sürecinden esinlenerek geliştirilen genetik algoritma, karmaşık yapısından dolayı anlaşılması zor bir çalışma mekanizmasına sahiptir. Bu zorluğun üstesinden gelebilmek için genetik algoritmanın öğretilmesini destekleyici yazılımlar geliştirilmesi büyük öneme sahiptir. Bu çalışmada, genetik algoritma temellerinin ve çalışma prensiplerinin etkileşimli ve kolay bir şekilde öğretilmesi amacıyla interaktif ve web tabanlı genetik algoritma eğitim yazılımı geliştirilmiştir. Yazılımın ASP.NET MVC platformunda uyumlu (responsive) yapıda olması ile literatürde ilk defa farklı tarayıcı boyutlarına sahip masaüstü, dizüstü, tablet ve cep telefonlarından yazılıma erişebilmesi ve kullanılabilmesi sağlanmıştır. Yazılımın sahip olduğu ders içerikleri, uygulamalar ve genetik algoritma arayüzler sayesinde etkili ve verimli bir öğrenme gerçekleşmesine katkı sağlanmıştır. Çalışmada, hiçbir kodlama bilgisi gerekmeden genetik algoritma parametreleri gerçek zamanlı olarak değiştirilebilmekte ve sonuçlar grafiksel çıktılar ile gözlenebilmektedir. Böylece genetik algoritma çalışma mekanizmasının kolay bir şekilde öğrenilmesine olanak sağlanmaktadır. Literatürdeki diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında sunulan çalışma, kolaylık, erişilebilirlik ve görsellik özellikleri ile de yenilik getirmektedir.

Interactive and Web Based Genetic Algorithm Educational Software

Keywords

Web based,
Interactive,
Genetic Algorithm,
ASP.NET MVC,
Educational software

Abstract: Genetic algorithm is one of the most preferred artificial intelligence algorithms to solve optimization problems. The genetic algorithm, developed by inspiring from the evolutionary process of the creatures in the nature, has a difficult working mechanism due to its complex structure. In order to overcome this difficulty, it is important to develop software that supports the training of the genetic algorithm. In this study, interactive and web based genetic algorithm educational software has been developed in order to teach the genetic algorithm fundamental and working principles interactively and easily. With the development of the software through responsive ASP.NET MVC Platform, it was made possible for the first time in the literature to have access the software and to benefit from it with different browser sizes of desktop, laptop, tablet and mobile phones. Through the course content, applications and genetic algorithm interfaces, the software has contributed to effective and efficient learning. Thus, it is possible to learn genetic algorithm working mechanism easily. In the study, genetic algorithm parameters can be changed in real time without any coding knowledge, and the results can be observed with graphical output. Compared with other studies in the literature, the presented study brings innovation with its ease, accessibility and visual characteristics.

1. Giriş

Günümüzde yapay zeka algoritmaları bir çok sınıflandırma ve optimizasyon probleminin çözümünde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu algoritmalar ile yapılan çalışmalar, sürücüsüz araçlardan kanser

teşhis ve tedavisine kadar birçok farklı çalışmada büyük bir öneme sahiptir. Söz konusu algoritmalar, insanlar ve doğadaki canlıların yaşam ve problem çözme becerilerini taklit eden modeller olsa da, bu algoritmaların geliştirilmesi, kullanılması ve öğretilmesi zorlu bir süreçtir. Yapay zeka

algoritmalarının içerisinde optimizasyon problemlerinin çözümünde önemli bir yere sahip olan genetik algoritma, evrimsel süreçte belirli bir problemin çözümünü sağlayacak bireylerin hayatta kalmasından esinlenilerek geliştirilmiştir. Bu çalışmada, genetik algoritmayı öğrenmek isteyen öğrenciler, araştırmacılar ve bilim adamları tarafından kullanımı ve anlaşılması kolay, interaktif ve web tabanlı genetik algoritma eğitim yazılımı geliştirilmiştir. Ders içerikleri, etkileşimli uygulamalar ve grafiksel çıktılarla birlikte kullanımı kolay, kullanıcı dostu, etkili ve verimli bir yazılım geliştirilmiştir. Böylece, genetik algoritma temellerinin ve çalışma prensiplerinin eğitiminde önemli bir ilerleme sağlanacağı düşünülmektedir.

Literatürde, genetik algoritma eğitiminin kolaylaştırılması için farklı dillerde ve farklı platformlarda birçok araç ve yazılım geliştirilmiştir. Bu alandaki ilk çalışma Stasko tarafından 1990 yılında Tango ismi verilen bir araç geliştirilerek yapılmıştır [1]. Genetik algoritmanın parametrelerini değiştirerek gezgin satıcı problemlerinin çözümünün amaçlandığı bu çalışma, tam bir eğitim aracı olarak tasarlanmamıştır. Bu nedenle, araştırmacılar sunulan arayüz ile genetik algoritmayı kullanabilmelerine rağmen algoritmanın çalışma prensibini anlamakta zorluk yaşayabilmektedir. Bayer ve Wang 1991 yılında NASA için modüler problemde bağımsız SPLICER adını verdikleri aracı geliştirmişlerdir [2]. Belirli bir problemin çözüm kümelerini diyagramlarla gösteren bu çalışma eğitim amacı olmadan genetik algoritmayı daha önceden bilen kişilerin kullanımına sunulmuştur. Daha sonraki yıllarda, Dabs ve Schoof 1995 yılında Giga, Collins 1998 yılında GONZO, Hart ve Ross 2001 yılında GAVEL, Ying-Hong ve Chuen-Tsai yine 2001 yılında EGALT isimli eğitim amaçlı hazırlanmış oldukları çalışmaları sunmuşlardır [3, 4, 5, 6]. Dinis vd. 2013 yılında genetik algoritmanın parametrelerinin üç boyutlu olarak modellendiği ve görsel bir şekilde sunulduğu yazılım geliştirmiştir [7]. Bu çalışmada, yazılım bilgisine sahip olmayan öğrencilerin genetik algoritmayı öğrenmelerine destek olunması amaçlanmıştır.

Genetik algoritmanın bir arayüz ile kullanılması için geliştirilen yazımların, genetik algoritma ve çalışma prensibini bilmeyen öğrenciler tarafından kullanımı güç olabilmektedir. Fakat, eğitim amaçlı olarak öğrenciyi yönlendiren ve süreçleri görselleştiren çalışmalar algoritmanın eğitimini destekleyici nitelik taşımaktadır. Buna rağmen genetik algoritmanın temellerinin ve çalışma prensiplerinin tam anlamı ile öğretilmesi için gerekli olan etkileşimli ders içerikleri, uygulamalar ve arayüzler literatürdeki çalışmalarda bir arada bulunmamaktadır. Ayrıca, yapılan çalışmaların büyük bir kısmının çevrim içi olmayışı farklı platformlarda ve farklı ekran büyüklüklerine sahip cihazlarda kullanılabilmesini kısıtlamaktadır. Bu çalışmada, söz konusu eksikleri tamamlamak ve genetik algoritmanın öğrencilere tam anlamı ile öğretilmesi amacıyla interaktif ve web

tabanlı bir genetik algoritma eğitim yazılımı hazırlanmıştır.

Bu çalışma dört bölüm şeklinde hazırlanmıştır. Materyal ve metot bölümünde genetik algoritma hakkında bilgi ile birlikte geliştirilen yazılımın arayüzleri ve elde edilen raporlar sunulmuştur. Üçüncü bölümde çalışmadan elde edilen bulgular verilmiştir. Son olarak tartışma ve sonuçlar kısmında bulgular tartışılmış, sonuçlar ile gelecekte yapılması planlanan çalışmalar paylaşılmıştır.

2. Materyal ve Metot

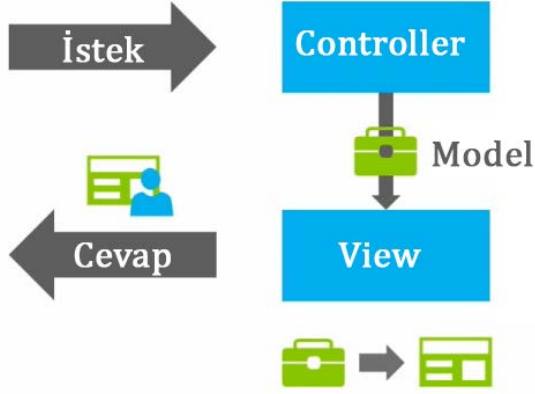
Yapay zeka algoritmaları canlılara ait süreçleri ve davranışları taklit etmeye çalıştıkları için doğrusal olmayan karmaşık bir yapıya sahiptirler. Nesne yönelimli programlama dilleri karmaşık problemleri nesnelere ilişkilendirilerek çözümüne büyük katkı sağlamaktadırlar. Bu nedenle genetik algoritma gibi birçok yapay zeka algoritmasının kodlanmasındaki güçlüğün ve karmaşıklığın modellenmesi için güçlü bir nesne yönelimli programlama dili olan C# tercih edilmiştir. Orta seviye ve nesne yönelimli bir dil olan C#'ın hem insan diline hem de makine diline yakın olması karmaşık problemlerin anlaşılır bir şekilde kodlanabilmesine olanak vermektedir. Hazırlanan çalışmanın ASP.NET MVC platformu üzerinde gerçekleştirilmesi ise eğitimcilerin, araştırmacıların ve öğrencilerin internet bağlantısına sahip herhangi bir yerden genetik algoritmaya ait ders içeriklerine, etkileşimli örneklerle ve bu algoritmanın kullanılabilmesi için arayüzlere kolaylıkla erişebilmesini sağlamıştır. ASP.NET MVC dinamik web uygulamaları geliştirebilmek için arayüz, kodlama ve veri ayrımını sağlayan güçlü bir platformdur. ASP.NET MVC'nin birçok popüler tarayıcı tabanlı teknolojiyi içerisinde barındırması ve harici olarak eklenmesine izin vermesi (Ajax, JQuery, Angular) proje içerisinde ihtiyaç duyulan kontrollerin hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamıştır. ASP.NET MVC'nin tercih edilmesindeki bir diğer sebep ise yapay zeka algoritmalarının çalışması sonucunda elde edilen yüklü miktardaki verilerin yönetimini hem sunucu hem istemci tarafında etkili ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesidir. Şekil 1'de ASP.NET MVC ile hazırlanan sayfanın çalışma şekli gösterilmiştir.

Kullanıcı tarafından yapılan, JQuery ve Ajax tabanlı istekler Controller yapısı tarafından işleme alınmaktadır. İçerisinde C# kodlarının bulunduğu bu kısım istemi işleyerek çıktıyı bir Model aracılığıyla View yapısına göndermektedir. Model verinin içine sokulduğu şablon kısmıdır. View yapısı gelen çıktıyı html kodlarının içerisine yerleştirerek bir web sayfası formatına getirmekte ve istem yapan kullanıcıya geri göndermektedir.

2.1. Genetik algoritma

Genetik algoritma, içerisinde birden fazla muhtemel çözüm kümesi barındıran, canlıların doğal seçim

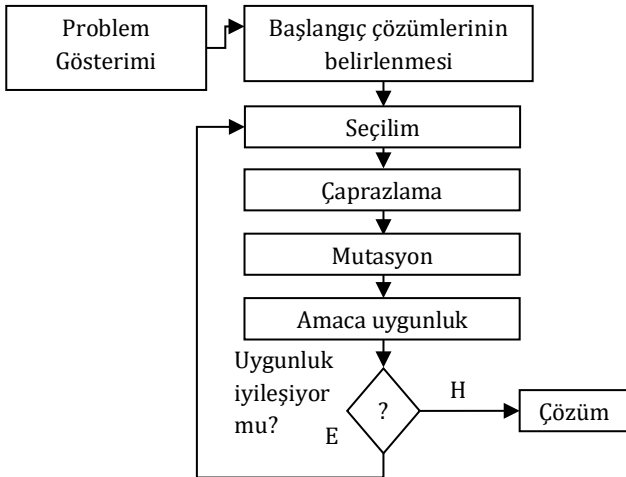
sürecinden esinlenilerek geliştirilmiş sezgisel bir algoritmadır [8]. Evrimsel süreçte karşımıza çıkan gen, kromozom, popülasyon gibi kavramlar modellenerek genetik algoritmanın yapısı oluşturulmaktadır.



Şekil 1. Web sayfasının çalışma şekli

Gen (çözüm) bir problemin çözümünde yararlanılan en küçük parametredir. Algoritma içerisinde çoğu zaman 1 veya 0 değerini alabilen bir bit olarak kullanılır. Kromozom (birey) ise çözüme katkı sağlayan her bir genin bir araya gelerek oluşturmuş olduğu çözüm kümesidir [9]. Genetik algoritma yapısı gereği bir doğrultuda giderek çözüme ulaşmaya çalışmaz. Aynı anda birden fazla çözüm kümesi üzerinde yoğunlaşır. Popülasyon (kuşak) algoritmanın her bir adımında kullanılan tüm kromozomlarına yani çözüm kümelerine verilen isimdir.

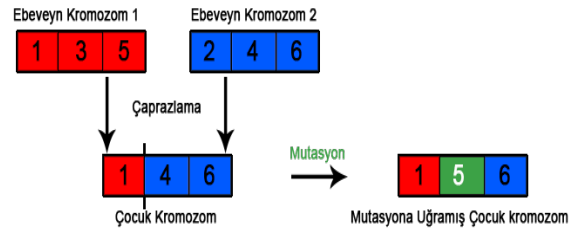
Basit bir genetik algoritmanın çalışma prensibi Şekil 2.'de gösterildiği gibidir.



Şekil 2. Basit bir genetik algoritmanın çalışma prensibi [10]

Genetik algoritma ile optimizasyon probleminin çözümü için ilk adımda rastgele genlerden oluşan kromozomlardan bir popülasyon oluşturulur. Bu popülasyondaki her bir kromozom için uygunluk değeri hesaplanır. Bu uygunluk değeri her bir kromozomun çözüme ne kadar yaklaştığı ile ilgili olup, her bir problem için farklı şekilde hesaplanan

bir değerdir. Bazı durumlarda en az maliyeti elde etmek için bazı durumlarda ise en fazla kârı elde etmek için en uygun değer hesaplanır. Elde edilen uygunluk değerlerine göre ilgili popülasyondaki kromozomların bir sonraki kuşak için seçilip seçilmeyeceğine rulet tekerleği, turnuva seçimi ve sıralama seçimi gibi birkaç farklı yöntem ile karar verilir. Yapılan seçimler sonucunda oluşan yeni popülasyon içerisindeki kromozomlar uygunluk değeri daha yüksek kromozomlar elde etmek için çaprazlama işlemine tabi tutulur. Bu sayede gen havuzu içerisindeki olası tüm çözümler araştırılmış olur. Şekil 3'de sunulduğu gibi mutasyon ise gen havuzunun dışına çıkarak belirli bir katsayı oranında genlerde meydana getirilen rastgele değişikliklerdir. Bu sayede algoritmanın yerel minimumlara takılmadan uygunluk değeri daha yüksek olası çözümleri arama şansı artmaktadır. Bu yüzden algoritma içerisinde çaprazlama ve mutasyon için belirlenen katsayılar algoritmanın en uygun çözüme ulaşması için büyük önem taşımaktadır. Ancak genetik algoritma sezgisel ve rastlantısal çalıştığı için bu değerler önceden belirlenmemektedir. Algoritmayı kullanacak kullanıcıların kaynak koda inmeden kolay bir şekilde gerekli parametreleri değiştirebilmesi, algoritmanın uygunluk değeri yüksek sonuçlar elde etmesi ve kullanıcının algoritmanın çalışma prensibinin yeterince anlayabilmesi için önemli bir yere sahiptir.



Şekil 3. Çaprazlama ve Mutasyon

2.2. Yazılım Arayüzleri

Hazırlanan arayüzlerin tüm tarayıcı boyutları ve mobil cihazlar üzerinde kullanılabilmesi için uyumlu (responsive) bir yapıda tasarlanmıştır. Kullanıcı girişinden, eğitim içeriğine kadar tüm arayüzler internet bağlantısına sahip her cihazda rahatlıkla kullanılabilmektedir. Şekil 4 ve Şekil 5'de örnek arayüzler sunulmuştur.

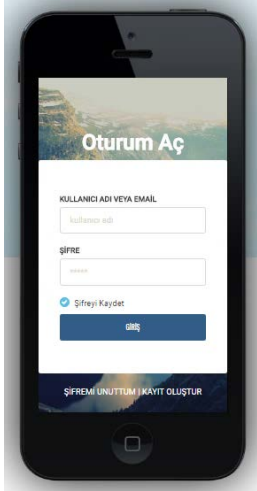
Şekil 6'de sunulan sayfa sayesinde kullanıcı girişi yaptıktan veya yeni kayıt oluşturduktan sonra içerisinde genetik algoritmanın temelleri ve çalışma prensiplerinin olduğu ders içerikleri, örnek uygulamalara erişim sağlanmaktadır.

Geliştirilen araç içerisinde, genetik algoritmanın ve çalışma prensiplerinin tam olarak anlaşılabilmesi için gerekli olan ders içerikleri modüler bir yapıda yazılıma yerleştirilmiştir. Şekil 7'de sunulduğu gibi kullanıcılar, istedikleri konu hakkındaki bilgilere, ilgili başlığa tıklayarak erişebilmektedirler. Ön bilgiye

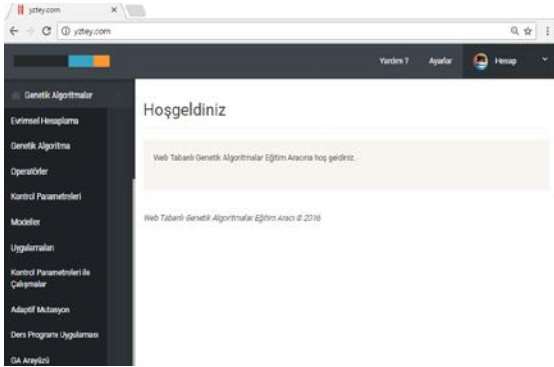
sahip kullanıcılar ise doğrudan Şekil 8'deki örnek arayüze erişebilmektedirler.



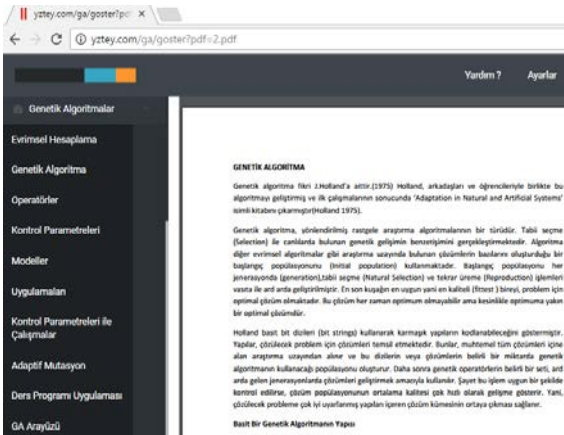
Şekil 4. Arayüzün yüksek çözünürlüklü cihazlarda görünümü



Şekil 5. Arayüzün mobil cihazlarda görünümü



Şekil 6. Kullanıcı erişim ekranı



Şekil 7. Ders içerikleri

	Antalya	Isparta	Burdur	Afyon	Aydın	Denizli
Antalya	0	120	120	292	298	227
Isparta	120	0	28	166	245	168
Burdur	120	28	0	164	217	149
Afyon	292	166	164	0	294	218
Aydın	298	245	217	294	0	82
Denizli	227	168	149	218	82	0

Şekil 8. Genetik algoritma arayüzü

Genetik algoritma arayüzü sayesinde kullanıcılar algoritmanın en önemli parametrelerinden olan çaprazlama katsayısı, mutasyon katsayısı, popülasyon birey sayısı ve çağ (epok) değerlerini değiştirerek optimizasyon problemlerini çözebilmekte ve bu parametrelerin sonuca olan katkısını gözlemleyebilmektedir. Genetik algoritmanın karmaşık yapısının daha iyi anlaşılabilmesi için her bir parametrenin sonuca olan etkisinin doğrudan gözlemlenmesi çok önemlidir. Programlama bilgisi olmayan kullanıcılar kaynak kod değişikliği yapmadan ilgili parametreleri kolaylıkla değiştirebilmekte ve algoritmanın çalışma sonucunu ayrıntılı raporlarla inceleyebilmektedir.

Genetik algoritmanın karmaşık yapısı nedeniyle yavaş çalışması optimizasyon problemlerinin çözümünde geçen süreyi büyük miktarda uzatmaktadır. Bu nedenle arayüzde kullanıcıların parametrelerin sonuca etkisini hızlı bir şekilde gözlemleyebilmesi için altı adet şehrin konum bilgilerinden oluşan veri kümesi ile çalışabilmesi sağlanmıştır. Buna ek olarak algoritmanın tam anlamı ile değerlendirmesinin yapılabileceği Türkiye'nin tüm şehirlerini içeren veri kümesi üzerinde de işlemler yapılabilmektedir.

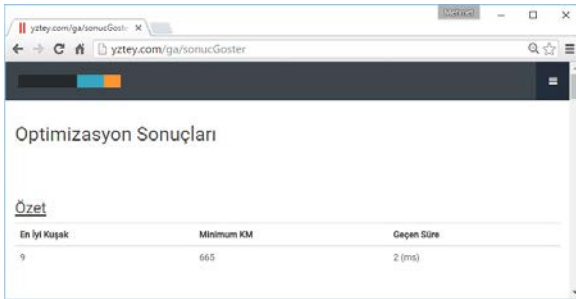
2.3. Yazılım Raporları

Genetik algoritmanın kapsamlı olarak anlaşılabilmesi için algoritmanın elde ettiği sonuçlar kadar çalışma sürecinin incelenebilmesi de büyük öneme sahiptir. Bu nedenle hem süreç ve hem sonuç ile ilgili raporlar kullanıcılar tarafından algoritmanın her kullanımından sonra arayüz tarafından hazırlanarak kullanıcıya gösterilmektedir.

Özet rapor içerisinde optimizasyon işleminin sonucunu barındıran üç adet veri bulunmaktadır. En iyi kuşak başlığında verilen değer en uygun çözümün hangi kuşakta bulunduğu, Minimum Km ise en uygun çözümün sayısal değeri ve süre başlığında ise algoritmanın seçilen çağ sayısına ne kadar sürede ulaştığını göstermektedir. Örnek rapor Şekil 9'da sunulmuştur.

Optimizasyon süreci raporu her bir çağ boyunca elde edilen en iyi çözüm değerini grafik üzerinde göstermektedir. Bu sayede algoritmanın çözüme giden süreçte nasıl bir yol izlediği görsel olarak incelenebilmekte, yerel ve genel minimum ve maksimum noktalar kolaylıkla görülebilmektedir. Algoritmanın hangi çağda çözüme ulaştığı, hangi çağda mutasyona uğradığı gibi birçok nokta grafik üzerinden değerlendirilebilmektedir. Örnek kuşak değişim raporu Şekil 10'da sunulmuştur.

Kuşak raporu sayesinde kullanıcılar her bir çağdaki popülasyona ait bilgileri, popülasyon içerisindeki kromozomların bilgilerini, her popülasyonda çözüme en yakın kromozomu ve her bireye ait genleri inceleyebilmektedir. Şekil 11'de sunulduğu gibi her popülasyon değişimi sırasında kromozomların ve genlerin nasıl değiştiği de kolaylıkla incelenebilmektedir.

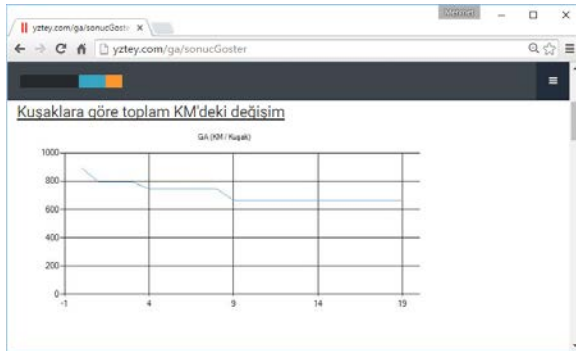


Optimizasyon Sonuçları

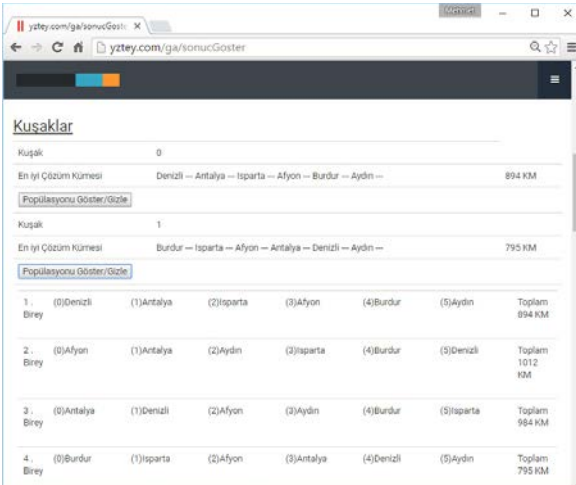
Özet

En İyi Kuşak	Minimum KM	Geçen Süre
9	665	2 (ms)

Şekil 9. Özet rapor



Şekil 10. Optimizasyon süreci raporu



Kuşaklar

Kuşak	En İyi Çözüm Kümesi	Toplam KM
0	Denizli – Antalya – Isparta – Afyon – Burdur – Aydın –	894 KM
1	Burdur – Isparta – Afyon – Antalya – Denizli – Aydın –	795 KM

Popülasyonlar

Birey	Genler	Toplam KM
1. Birey	(0)Denizli (1)Antalya (2)Isparta (3)Afyon (4)Burdur (5)Aydın	894 KM
2. Birey	(0)Afyon (1)Antalya (2)Aydın (3)Isparta (4)Burdur (5)Denizli	1012 KM
3. Birey	(0)Antalya (1)Denizli (2)Afyon (3)Aydın (4)Burdur (5)Isparta	984 KM
4. Birey	(0)Burdur (1)Isparta (2)Afyon (3)Antalya (4)Denizli (5)Aydın	795 KM

Şekil 11. Kuşak raporu

3. Bulgular

Hazırlanan çalışma gezgin satıcı probleminin optimize edilmesi için Türkiye Akdeniz bölgesine ait illeri ve bu illerin arasındaki mesafeyi barındıran örnek bir veri kümesine uygulanmıştır. Her bir şehir bir gen olarak kabul edilerek en doğru gen dizilimini elde eden kromozomun bulunması, bu sayede kat edilecek mesafenin yani uygunluk değerinin en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Uygunluk değeri hesaplanırken aşağıda sunulan Denklem (1)'den yararlanılmıştır. Şekil 12'de iki farklı popülasyon sayısı ile çalıştırılan algoritmanın uygunluk değerinde çağla bağlı olarak gözlemlenen değişim verilmektedir. Şekil 12.a'da verilen grafik, popülasyon birey sayısı 5 seçilerek, Şekil 12.b'de ise 20 seçilerek elde edilmiştir. İki grafik karşılaştırıldığında popülasyon sayısının artırılmasının ağır muhtemel çözüme ulaşmasını kolaylaştırdığı görülmektedir. Popülasyon birey sayısının artması daha fazla olası çözüm kümesi ile daha çok işlem yapılması demektir. Ancak bu durum hesaplama maliyetini artırdığı için her zaman uygun tercih olmayabilir. Algoritmanın çalışma süreleri kıyaslandığında popülasyon sayısının geçen süreyi büyük miktarda artırdığı görülmektedir.

$$\text{minimize: } U = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n d(i, j) \quad (1)$$

Şekil 13'de farklı çaprazlama oranları ile çalıştırılan algoritmanın sonucunda elde edilen grafikler verilmiştir. Şekil 13.a'da algoritma 0.2 çaprazlama oranı ile Şekil 13.b'de ise 0.5 seçilmiştir. Grafikler karşılaştırıldığında çaprazlama oranının doğru seçilmediği durumda algoritmanın elde ettiği uygunluk değerinde olumsuz etkisi olduğu gözükmemektedir. Genetik algoritmanın sezgisel çalışması bu değerlerin algoritma çalışmadan önce doğru seçilmesine olanak vermemektedir. Bu nedenle birçok deneme yaparak veri kümesi için en uygun değerlerin seçilmesi gerekmektedir.

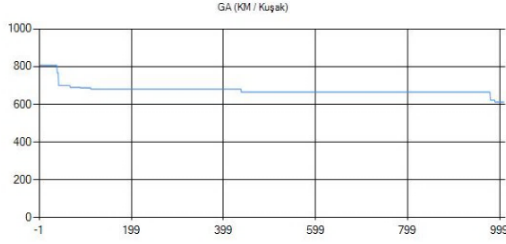
Genetik algoritmanın farklı mutasyon değerleri ile çalıştırılması sonucu elde edilen grafikler Şekil 14'te gösterilmiştir. Şekil 14.a'da genetik algoritma 0.05 gibi düşük bir mutasyon değeri ile çalıştırılmış ve bulunduğu ilk yerel minimum da takılarak uygunluk değeri daha yüksek çözüm kümelerini bulamamıştır.

Şekil 14.b'de 0.3 mutasyon değeri ile çalıştırılan algoritmanın grafiğinde ise birden fazla yerel minimumun olduğu ve algoritmanın takılmadan uygunluk değeri daha yüksek çözüm kümelerini bulduğu görülmektedir.

Genetik algoritmanın rastlantısal çalışması aynı parametreler seçilse bile farklı sonuçlar üretmesine neden olabilmektedir. Bu yüzden genetik algoritmanın davranışlarının öğrenciler tarafından anlaşılabilmesi için defalarca çalıştırılması gerekmektedir.

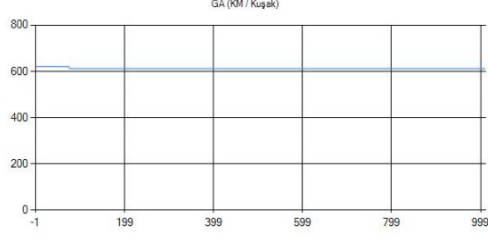
En İyi Kuşak	Minimum KM	Geçen Süre	En İyi Kuşak	Minimum KM	Geçen Süre
989	612	117 (ms)	75	612	266 (ms)

Kuşaklara göre toplam KM'deki değişim



(a)

Kuşaklara göre toplam KM'deki değişim

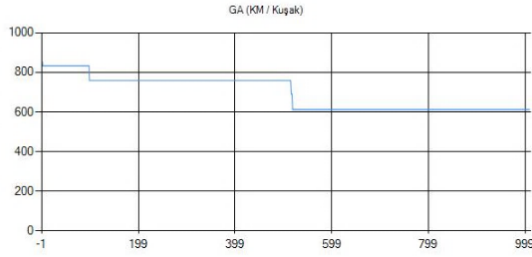


(b)

Şekil 12. Popülasyon birey sayısının algoritma çıktılarına etkisi

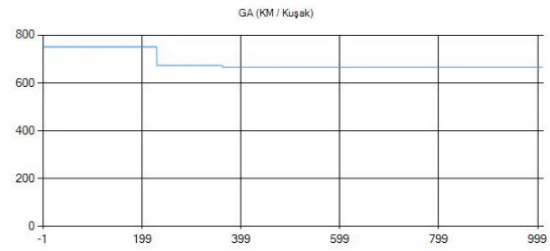
En İyi Kuşak	Minimum KM	Geçen Süre	En İyi Kuşak	Minimum KM	Geçen Süre
518	612	112 (ms)	362	665	106 (ms)

Kuşaklara göre toplam KM'deki değişim



(a)

Kuşaklara göre toplam KM'deki değişim

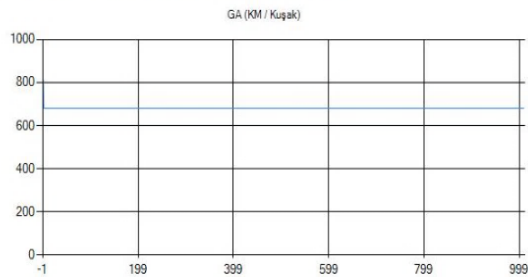


(b)

Şekil 13. Çaprazlama oranının algoritma çıktılarına etkisi

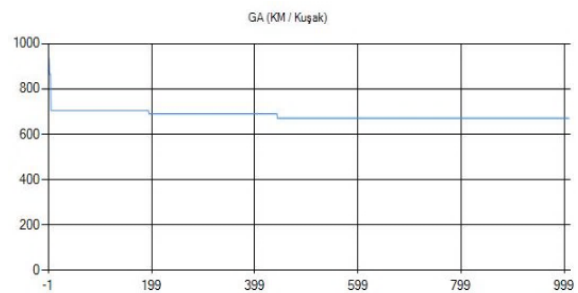
En İyi Kuşak	Minimum KM	Geçen Süre	En İyi Kuşak	Minimum KM	Geçen Süre
1	681	97 (ms)	443	671	63 (ms)

Kuşaklara göre toplam KM'deki değişim



(a)

Kuşaklara göre toplam KM'deki değişim



(b)

Şekil 14. Mutasyon oranının algoritma çıktılarına etkisi

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada öğrencilerin genetik algoritmanın temellerini ve çalışma prensiplerini öğrenebileceği internet bağlantısı olan her cihazdan kolaylıkla erişilebilen, ders içerikleri ve uygulamalara sahip interaktif ve web tabanlı bir genetik algoritma eğitim

yazılımı geliştirilmiştir. Öğrencilerin kullanıcı dostu ve etkileşimli arayüz ile sıklıkla etkili ve verimli bir şekilde genetik algoritmanın temellerini ve çalışma prensibini öğrenmesine katkı sağlanmıştır.

Çalışmada gerçek zamanlı olarak genetik algoritmanın çalışması esnasında kullanılan

parametrelerin değiştirilebilmesi ve bu değişikliklerin sonuçlarının grafiksel çıktılarla izlenebilmesi sağlanmıştır. Bu sayede karmaşık bir yapıya sahip olan genetik algoritmanın öğrenilmesi, çalışma prensibinin anlaşılması kolaylaştırılmıştır.

Nesne yönelimli bir dil olan C# kullanılarak ASP.NET MVC platformunu üzerinde geliştirilen araç uyumlu bir yapıda hazırlanarak tüm internet erişimine sahip cihazlarda kullanılabilirliği sağlanmıştır. Bu sayede sadece genetik algoritma dersini alan öğrenciler değil dünyanın her yerinden araştırmacılar, bilim adamları ve konu ile ilgili kişilerin bu arayüzü kullanabilmesi sağlanmıştır.

Yapılan çalışmada literatürdeki benzer çalışmalarının avantajlı yönleri bir araya getirilmeye ve eksik yönleri tamamlanmaya çalışılarak kullanılabilirlik, erişilebilirlik ve görsel bakımdan ilerleme sağlanmıştır. Yapılan çalışma daha önceki çalışmaların alternatifi ve destekleyicisidir. Hazırlanan web tabanlı genetik algoritma eğitim yazılımına <http://www.yztey.com> web adresi üzerinden erişim sağlanabilmektedir.

Genetik algoritmanın eğitiminin daha anlaşılır ve etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için hazırlanan çalışmanın sonraki sürümlerinde eğitici ve öğrenci için farklı kullanıcı seviyeleri eklenmesi planlanmaktadır. Bu sayede eğitici, öğrencinin eğitim sürecini, elde ettiği bulguları değerlendirebilecek ve ödev takibi yapabilecektir.

Teşekkür

Bu araştırmaya 0296-NAP-16 proje numarası ile destek veren Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

Kaynakça

- [1] Stasko, J. 1990. Framework and System for Algorithm Animation. Computers, 27-39.
- [2] Bayer, S., E., Wang, L. 1991. A Genetic Programming Environment: Splicer. Tools for Artificial Intelligence, California, 138-144.
- [3] Dabs, T., Schoof, J. 1998. A Graphical User Interface for Genetic Algorithms. Technical Report 98, Lehrstuhl for Genetic Informatik II, University Wuzburg.
- [4] Collins, T. Understanding evolutionary computing: A hands on approach. 1998. Proceedings of 1998 IEEE International Conference on Evolutionary Computatio. Piscataway,NJ.
- [5] Hart, E., Ross, P. 2001. GAVEL - a New Tool for Genetich Algorithm Visualization. IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 5(4), 335-448.

- [6] Ying-Hong, L., Chuen-Tsai, S. 2001. An Educational Genetic Algorithms Learning Tool. IEEE Transactions on Education. 44(2).
- [7] Dinis, R., Simoes, A., Bernardino, J. 2013. GraphEA: a 3D Educational tool for genetich algorithms. Proceedings of the 15th annual conference companion on Genetic and evolutionary computation. 6-10 July, Amsterdam, 1293-1300.
- [8] Holland, J., H. 1975. Adaptation in Natural and Artificial Systems. Michigan, University of Michigan Press, 183p.
- [9] Aktürk, F. 2013. Genetik Algoritma ile Büyükbaş Süt Hayvanlarında Süt Verimi Maksimizasyonu. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 184s, Ankara.
- [10] Öztemel, E. 2012. Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, İstanbul, 230s.