



MODELLEME VE BENZETİM ORTAMINDA PARAMETRE OPTİMİZASYONU VE KULLANILAN TEKNİKLER

Rabia KORKMAZ TAN*, Şebnem BORA

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

Anakhtar Kelimeler	Özet
Modelleme, Parametre Ayarlama, Optimizasyon Algotirmaları	Bu çalışmada farklı alanlarda yapılan bilgisayar tabanlı benzetim modeli çalışmaları incelenmiştir. Yapılan çalışmaların ortak özelliği, gerçek ortamda gözlenmesi ve incelenmesi zor olan karmaşık sistemleri analiz edebilmek için benzetim modellerine ihtiyaç duyulmasıdır. Modellenen sistemin hedefi gerçek sistemi yansıtmasıdır. Bunu bir çok kriter belirlediği gibi en önemli kriterlerden biri, geniş parametre uzayına sahip bu sistemlerin istenen davranışlarını yansıtabilecek doğru parametrelerin kullanımını sağlamaktır. Bunun için, parametre ayarlama işlemlerini otomatik ve sistematik bir şekilde gerçekleştirebilecek bir takım yöntemlere ihtiyaç vardır. Bu çalışmamızda modellenen sistemlerle birlikte ortaya çıkan parametre ayarlama problemini çözmeye yönelik yapılan çalışmaların çözüm önerileri ve kullanmış oldukları yöntemler kısaca açıklanarak sunulmuştur.

PARAMETER OPTIMIZATION AND USED TECHNIQUES IN MODELING AND SIMULATION

Keywords	Abstract
Modeling, Parameter Tuning, Optimization Algorithms	In this paper, the simulation model studies on computer made in different fields are examined. The common feature of the work carried out is that the work is related to complex systems which are difficult to observe and analyze in the real environment thus, simulation models are needed to analyze these systems. The goal of the modeled system is to reflect the real system. It sets many criteria. One of the most significant is to use the correct parameters which can reflect the desired behavior of these systems with large parameter space. In this study proposed solution for the modeling systems' problems associated with the parametere tuning and methods used by modelling systems to solve these problems are briefly explained.

Alıntı / Cite

Korkmaz Tan R., Bora Ş., (2017), Modelleme ve Benzetim Ortamında Parametre Optimizasyonu ve Kullanılan Teknikler, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 5(3), 685-697.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

R. Korkmaz Tan, 0000-0002-3777-2536

Ş. Bora, 0000-0003-0111-4635

Başvuru Tarihi / Submission Date 19.04.2017

Revizyon Tarihi / Revision Date 12.11.2017

Kabul Tarihi / Accepted Date 01.12.2017

Yayın Tarihi / Published Date 25.12.2017

1. Giriş

Günümüzde optimizasyon işlemleri, mühendislik tasarımlarında kullanılan önemli bir yöntemdir. Optimizasyon yöntemlerini kullanmanın önemli avantajları olduğu bilinmektedir. Gerçek sistem tasarımı için, geleneksel yöntemler deneysel formülleri kullanarak yalnızca yapılabirliğini esas alan çözümler içerirken, optimizasyon yöntemleri gerçekçi fiziksel modellere dayalı optimum sonuçlar arar. Mühendislik tasarımında kullanılan

optimizasyon yöntemleri çok sayıda işlem yapmayı gerektirir. Çünkü, optimizasyon yöntemlerinin çözmeye çalıştıkları karmaşık fonksiyonların farklı potansiyel çözümler için irdelenmesi gerekmektedir. (Deliktaş vd., 2005).

Bu çalışmada üzerinde durulan Parametre ayarlama problemi bir optimizasyon problemi olup, gerçek zamanlı optimizasyon modelleme uygulamalarını içermektedir. Dinamik verilerin kullanıldığı büyük parametre uzaylarına sahip modellerin

parametrelerinin ayarlanması, sistemlerin tasarımı ve kontrolü için önemlidir. Parametre ayarlama problemlerinde çözüme ulaşmak için farklı yaklaşımlardan yararlanılabilir. Ancak bütün yaklaşımlarda amaç, deneysel ve modelden alınan veriler arasındaki farkı en aza indirmektir. Model parametrelerinin belirlenmesinde uygun deneysel verilerin elde edilmesi önemlidir. Modelin süreç gösterim kabiliyeti, modelde yer alan parametrelerin doğru bir şekilde belirtildiği gerçeği ile büyük oranda orantılıdır (Yanikoğlu vd., 2010).

Yapılan bu çalışma, parametre ayarlama işleminde kullanılan yeni teknikleri ortaya koymaktadır. İncelenen çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında kabul edilebilir oranda optimizasyonun gerçekleştiği gözlenmektedir. Fakat parametre optimizasyonu için geliştirilen yöntemlerin yeterli olmayıp her zaman bir adım daha geliştirilebileceği gözlemlenmiştir.

Bu çalışmanın devamında 2. Bölümde model ve benzetimde parametre ayarlama bahsedilmiştir. 3. Bölümde literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. 4. Bölümde sonuç ve tartışma kısmında incelenen çalışmalar doğrultusunda yapılabilecekler ve yapılanlar hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

2. Model ve Benzetimde Parametre Ayarlama

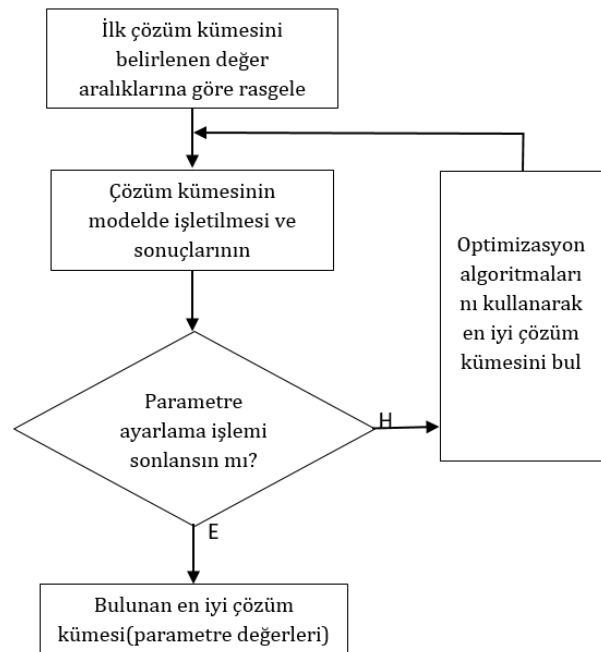
Parametre belirleme, gerçek zamanlı optimizasyon ve farklı alanlardaki modelleme ve benzetim konularını ilgilendiren genel bir problemdir. Bir model ve benzetimde çok sayıda parametre vardır. Bu parametreler farklı tabiatlara sahip olabilir. Bazı parametreler benzetim ortamına özgüdür ve kullanıcıları tarafından değiştirilemez. Bu nedenle parametre alanlarımız içinde benzetim ortamına ait parametreler bulunmaz, sadece modele özgü parametreler vardır. Modele özgü parametrelerden bazıları, ortam bilgisiyyle değer alırlar dolayısıyla sabit değerlerle ilişkili olabilir, bazıları da modele özgü olup değerini koruması gereken parametreler olabilir. Bu açıdan parametrelerin model içindeki durumu incelenmelidir.

Küçük ölçekli benzetimler için bile modelin başa çıkılması zor geniş parametre uzayı olabilmektedir. Dolayısıyla, parametreler gerçek sistem davranışlarını gözlemleyebilmek için belirlenmeli ve ayarlanmalıdır. Gerçekte modelleme ve benzetimde genellikle sistemin dinamiklerini belirleyen parametrelerle karakterize edilebilir. Ayrıca tek parametrede yapılan küçük bir değişiklik tüm sistem dinamiklerinde radikal bir değişikliğe neden olabilir. Eğer parametre alanını keşfetmek için sistematik hiç bir yöntem yoksa modelleme ve benzetimde parametre ayarlama uzun ve sıkıcı olabilir (Benoît ve Guillaume, 2005).

Model davranışında gerçeğe uygun tahminlerde bulunabilmek için ilk olarak iyi bir model tasarlanmalı ve sonra güvenilir bir çözüm algoritması oluşturulmalıdır. Genellikle bu modeller diferansiyel-cebirselsel denklemler şeklinde tanımlanırlar. Bu durumda, doğrusal olmayan ve çoğunlukla da konveks olmayan optimizasyon problemlerinin çözümü gerekir (Yüceer vd., 2005).

Parametre belirleme problemlerinde çözüm için farklı yaklaşımlar kullanılabilir. Ancak bütün yaklaşımlardaki amaç, deneysel ve modelden alınan veriler arasındaki farkı en aza indirmektir. Model parametrelerinin belirlenmesinde uygun deneysel verilerin elde edilmesi önemlidir. Güvenilir bir model ve etkin bir çözüm algoritması ile model davranışı sağlıklı bir şekilde tahmin edilebilir. Modelin proses(süreç) gösterim kabiliyeti büyük ölçüde, model parametrelerinin doğru belirlenmiş olması ile orantılıdır(Yüceer vd., 2008).

Yapılan çalışmalarda model parametreleri belirlenirken izlenen adımlar birbirine benzerlik göstermektedir. İlk olarak başlangıç parametre çözüm kümesi oluşturulur. Bu çözüm kümesi modelin özelliğine göre bilinen parametre değerleri olabileceği gibi belirlenen değer aralıklarına göre rasgele atama sonucu elde edilen değerlerde olabilir. Bu çözüm kümesi kullanılarak model çalıştırılır modelin belirlenen hedefe ne kadar ulaştığı çözüm kümesinin uygunluğunu göstermektedir. Sonraki adımda daha iyi parametre değerlerini elde edecek optimizasyon yada arama algoritmaları kullanılarak yeni çözüm kümeleri bulunur ve algortmada test edilmeye devam edilir. Parametre ayarlama işlemini sonlandıracak bitirme kriteri sağlanıncaya kadar bu işlem devam eder. Model parametrelerinin ayarlama sürecini gösteren akış diyagramı Şekil-1'de gösterilmiştir.



Şekil-1: Parametre Ayarlama Süreci Akış Diyagramı

3. Literatürde Yapılan Modelleme Çalışmalarında Kullanılan Parametre Ayarlama Uygulamaları

3.1. Etmen tabanlı parametre ayarlama uygulamaları

Günümüzde, pek çok alanda karmaşık problemlerin çözümünde etmenler yaygın olarak kullanılmaktadır. Parametre ayarlama, optimizasyon işlemleri gibi karmaşık bir problemin çözümünde etmenler kullanılarak çözüm yolları aranmış bir çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları aşağıdaki gibidir.

Pedro Valente ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, bir ekolojik sistem modelinde parametre optimizasyonunu gerçekleştirmektedirler. Bu çalışmada, görevleri modeli anlama, model parametrelerini belirleme, benzetimi çalıştırma ve sonuçları toplama olan zeki bir etmen kullanılmaktadır. Etmen bu işlemleri 3 aşamada gerçekleştirir, ilk aşamada değişkenlerin birbirleriyle ilişkilerini sentezlendiği bir matris oluşturur. İkinci aşamada, farklı parametrelerin farklı değer hassasiyetleri ve kararlı durumları analiz edilir. Son aşamada model iteratif bir şekilde çalıştırılarak modelin eksikleri yeterliliği güvenilirliği belirlenir. Bazı yakınsama kriterleri elde edilinceye kadar son aşama tekrarlanır. Böylece en uygun parametre değerleri bulunur(Pereira vd., 2008).

Kévin Darty ve arkadaşları çok etmenli sistemlerde parametre optimizasyonunu gerçekleştirmeye çalışmaktadırlar. Sundukları yöntemde, benzetim ile ilgili bir anket ve etmenlerin yanıtlarını tutan bir yapıyla ortamdaki etmen davranışları değerlendirilmektedir. Bu yapı 5 adımda gerçekleşmektedir:

- Benzetimdeki etmen davranış verilerinin toplanması.
- Benzetim yardımıyla benzer durumdaki insan verilerinin toplanması.
- İnsan katılımcılar tarafından bu verilerin değerlendirilmesi.
- Verilerin düzenlenmesi ve hem insanların hem de etmen kümelerinin yol açtığı otomatik kümelemenin gerçekleşmesi.
- Kümelerin karşılaştırılması, davranışların yorumlanması ve kompozisyonun analizi.

Bu davranışlar üç kümede toplanmaktadır: 1) Etmenler tarafından doğru üretilen üst düzey davranışlar için hem etmen hem insan davranışlarını içeren küme CM, 2)Kümelerde bulunan haberleşme etmenleri CA,3) sadece katılımcıları içeren küme CH, etmenler tarafından kopyası oluşturulamayan davranışları ve etmen modelindeki eksikleri tutmaktadır. Etmen davranışları insan benzetim verilerindeki davranışlara göre hesaplanır. Doğru davranışlar etmen parametreleri ile bağdaştırılarak parametre dağılımı yapılır. Sonuç olarak, etmen

davranışındaki değişikliklere bakılarak yeni parametreler test edilir ve istenen değerlere ulaşıncaya kadar döngü tekrarlar. Bu yöntem yeni parametre uzayı keşfinde kullanılır. Eksik ve hatalara göre etmen modeli değiştirilebilir. Amaç, uygun parametre değerleri ile hedef ve istenen davranışların elde edilmesidir(Darty vd., 2015).

Karen Buro ve Akihiro Kishimoto yaptıkları çalışmada, Sürgülü Puzzle Modelindeki parametrelerin optimizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Amaç tek bir etmenle optimal arama işlemini gerçekleştiren sistemi oluşturmaktır. Geliştirilen algoritmada bir karar dizisi mevcut olup, önemli olan en etkili ve verimli parametreyi bulmaktadır. Bu karar dizilerinin her biri, bir algoritma, bir sezgisel fonksiyon ve parametre değerleri içermektedirler. Karar dizisinde seçilen algoritmaya bağlı olarak arama hızı değişiklik gösterir. Optimal çözüme ulaşmak için var olan algoritmalar bir döngü içerisinde çalıştırılır. Eğer algoritma dönüş durumunda bir hedefe ulaşmış ise bulunan çözüm döndürülecek ve döngü durdurulacaktır. Eğer döngü çözümü bulmadan biterse yeni bir döngü başlatılacaktır. Bir çözüm bulununcaya kadar işlem devam edecektir. Her algoritma örneği tamamen bağımsız bir arama gerçekleştirir. Örnekler arasında paylaşılan bellek yoktur ve iletişim bir çözümün belirlenmesiyle sınırlanmıştır(Valenzano vd., 2010).

Nicolas Brax ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, Deniz Gözetleme Sisteminde Parametre optimizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada kendini uyumlandıran işbirlikçi var olan parametrelerin yerlerini öğrenmiş etmenlerden oluşan Parameter Multi Agent System(PAMAS) adı verilen çok etmenli bir sistem anlatılmaktadır. Bu sistemde parametre sayısı bilinmiyor olması ve bu sayıların sistemin yürütülmesi esnasında değişebilir olması gibi bir özellikte söz konusudur. Bunun sonucu olarak sistemin, anlık olarak parametre sayısını ve parametre değişimini öğrenmesi gerekir.

Bir yandan parametre etmenleri Uyarlanabilir Değer İzleyici(Adaptive Value Tracker (AVT)) kullanma yetkisine sahiptir ve bu araç bir arama uzayında bir örnek değeri aramak için bir etmen tarafından kullanılır. Böylece her bir parametre etmen, yönettiği parametrenin değerini AVT ile arar. Öte yandan parametre etmeni nümerik değer hesaplama yeteneğine sahiptir ve bu değer parametrenin değerini ayarlamak için parametre etmenleri tarafından kullanılır. Bu özellikler ve araçlar göz önüne alındığında parametre etmenlerinin etkileşimde buldukları ortamda ayarlandığı görülür(Brax vd., 2013).

3.2. Meta-sezgisel algoritmalar ile parametre ayarlama

Meta-sezgisel yöntemler, genellikle doğadaki olaylardan esinlenilerek kesin çözüm yöntemleriyle makul bir zamanda çözümlenemeyen karmaşık optimizasyon problemlerini çözmek için tasarlanmış algoritmalar. Arama sürecini yönlendiren stratejileri kullanan meta sezgiseller, özellikle büyük ölçekli ve entegre yapılardaki gerçek hayat problemlerini çözmenin en pratik yolu olarak görülür. Bu yöntemlerin amacı, çözüm alanını etkin bir şekilde araştırmak ve en uygun çözümleri hızlı bir şekilde sağlamaktır. Anlaşılması ve uygulanmasının kolay olması ve farklı sorun türlerinin çözümünde küçük değişikliklerle kullanılabilmesi nedeniyle günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Meta sezgisel yöntemler, esin kaynağı (doğal veya yapay), kullandığı başlangıç çözüm (popülasyon veya tek çözüm), kullanılan amaç fonksiyonu (dinamik, statik), komşuluk yapısı (tekli, çoklu) ve hafıza durumu (hafızalı, hafızasız) gibi kriterlerle sınıflandırmaya tabi tutulabilirler (Şahin ve Eroğlu, 2014).

3.2.1. Genetik algoritmanın(GA) kullanıldığı çalışmalar

Benoît Calvez and Guillaume Hutzler yaptıkları çalışmada, etmen tabanlı benzetim GA'ya dayalı bir yöntem önermişlerdir. GA optimizasyon probleminin çözümüne izin verir. Bu çerçevede bir problemin çözümü bir kromozom arayan lineer veri yapısı şeklinde kodlanmıştır. Algoritma popülasyonda aranan kromozom kümesi olarak çalışır, her kromozom uygunluk fonksiyonu tarafından değerlendirilir. Birinci seçim kromozom popülasyonun miktarına yönelik yapılır ve elde edilen kromozom nüfusu ebeveyn nüfus olarak adlandırılır. Sonra bu popülasyon yeniden çaprazlama ve mutasyon işlemlerine maruz kalır ve orta popülasyon adı verilen yeni bir popülasyon elde edilir. Bu çaprazlama işlemi yedek parça elde etmek amaçlı yapılır. Bu işlemlerle iki yeni kromozom elde edilmiş olur. Bu işlemde sezgisel yolla iyi bir kromozom elde etmek için kromozomun en iyi parçasını almak gerekmektedir. Mutasyon kromozomun parçası üzerinde değişiklik yapar, yerel çözüm bulduktan sonra mutasyon işlemi gerçekleştirilir. Sonuçta her yeni popülasyon ilk ve ara popülasyondan oluşur.

Kullanılan bu yöntem parametre uzayında uygun parametre değerlerini bulurken, optimum değere ulaşacak uygunluk fonksiyonu çok dikkatli tanımlanmalıdır. Uygunluk fonksiyonunun seçimi, algoritmanın stratejik parametrelerinin sezgisel belirlenmesi ve maliyet hesabı karşılaşılan bir takım zorluklardır. Bu yöntemin parametre optimizasyonu için kullandığı model yiyecek arayan karıncalar modeline uygulanmıştır.

Ayrıca hayvanların kalın bağırsağında yaşayan bir bakterinin(Escherichiacoli) fosfotransferaz ve glikoliz sistemlerine yönelik bir benzetim çalışmasına da

uygulanmıştır. Bu çalışmada, hyperstructure hipotezinin testi ile ilgilenilmiştir. Hyperstructure enzim ve molekül karmaşıklığı dinamiğidir. Bu karmaşıklık hücrenin davranışlarının gelişmesine izin vererek, hücrelerin daha hızlı ve esnek bir şekilde uyum sağlamasına neden olurlar. Yapılan çalışmada 25 molekül(her bir molekül bir etmen tarafından temsil edilmiştir) kullanılmıştır ve sistemde toplam 2200 etmen mevcuttur. Hücreler için hyperstructure'nin olası ilgisi üzerinde çalışma yapılmak istenmiştir. Bunun için enzimlerin birleşme ve ayrışma oranları hesaplanmıştır. Bu işlem yaklaşık 10 dakika sürmektedir. Çok büyük sistemlerde bu yöntemin uygulanması süreyi uzatacaktır(Calvez ve Hutzler, 2005).

M.Emin Başak ve Arkadaşları, MOS transistörleri modelinde parametre optimizasyonu için GA'yı kullanmışlardır. Parametre olarak da MOS BSIM3V3 modelinde C35 üretim sürecinde kullanılan 0.35µm üretim teknolojisi ile belirlenen SPICE parametre sonuçları kullanılmıştır. Belirlenen parametrelerin karakteristiklerine ilişkin sonuçlar ile gerçek karakteristiklere ilişkin sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yöntemin parametre ayarlama başarıları elde edilen sonuçlarla kanıtlanmıştır(Başak vd., 2009).

Babür Deliktaş ve Arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, optimizasyon yöntemlerinden GA tekniği kullanılmaktadır. Betonarme yapıların optimum tasarımı çok önemlidir, çünkü inşaat mühendisliği uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Çeşitli faktörlerden dolayı betonarme en çok kullanılan ve tercih edilen yapı türüdür. Bu nedenle, betonarme yapı elemanlarının optimum tasarımı hala önemli olan konular arasındadır. Bu çalışmada, betonarme kiriş tasarımı kısıtlı bir optimizasyon problemi olarak kabul edilmiş ve çözüm için evrimsel algoritma temelli genetik algoritma tekniği kullanılmıştır. Bu amaçla, örnek olarak tek açıklıklı dikdörtgen kesitli betonarme kirişin boyutları, minimum maliyeti verecek şekilde optimize edilmektedir. Genetik algoritma ile elde edilen sonuçlar yinelemeli olarak elde edilen grafiksel çözümlerle karşılaştırılmaktadır. Her iki çözüm ile elde edilen sonuçların birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir. Ele alınan örnek için popülasyon büyüklüğü, çaprazlama ve mutasyon oranları ve maksimum jenerasyon gibi genetik algoritma parametrelerinin çözüm üzerine etkileri belirlenmektedir(Deliktaş vd., 2005).

Chata Salwala ve Arkadaşları, GPU Kullanılan Oyunlarda Parametre Ayarlama yönelik optimizasyon çalışmaları yapmışlardır. Gerçekçi ortamlar bilgisayar oyunlarında oyun pazarlarında daha önemli hale geliyor. Yangının yayılması suyun akışı gibi doğal olayları çok dikkatli bir şekilde tasarlamak gerekiyor. Su ve yangın olayını modellemek için tasarımcının harita özelliklerini bir

kaç kez denemesi ve test etmesi gerekmektedir. Bu çalışmada iki önemli uygulama vardır; hücresele otomata (CA) benzetimi ve GA arama için uygulama. Çalışmada, CA olayları 2 tipte benzetim için kullanılır: yangının yayılmasını ve suyun akışını modellemesi. Benzetimde yangının yayılması için hücre özellikleri sıcaklık, kütle, hasar, nem gibi özelliklerdir. Akış benzetimindeki hücre özellikleri ise yükseklik ve akışkanlıktır. Etkin bir şekilde optimal erişim desenine göre cihaz hafızasını kullanmak için, bellekler her bir hücre yerine bir özellik yönetmiş ve yer ayırmıştır. Diğer bir deyişle, bir hücrenin bir C yapı değişkeni için bu özelliklerin hepsini gruplamak yerine bu değişkenler için yer ayrılıp 2 boyutlu hücresele otomata grid kullanılabilir. Her bir özelliğin kendisi ile ilişkili değişkeni var olması nedeni ile her bir değişken için ayrı yerler tahsis edilir. Bu yaklaşım, ayrıca daha az bellek erişimini gerektirmektedir. Dolayısı ile genetik algoritmada mutasyon ve çaprazlama işlemlerini daha hızlı gerçekleştirmesi için de yardımcı olmaktadır. Her bir iş parçacığı CA'da bir hücreye tekabül eder. İlk olarak, her bir iş parçacığı, hücreler arasındaki geçiş kurallarını belirlemek için herhangi bir olay ile ilgili verilerle yüklenir ve bellek paylaşımını gerçekleştirir. Gerekli tüm veriler yüklendikten sonra hücreler arası geçiş kuralları yapılmaktadır. Çekirdek blok boyutu CA boyutundan daha küçükse, bu aşamada ancak çekirdek bloğunun dışında bazı veriler fazladan bellek erişimi sonucuna ulaşır. Her bir blok için maksimum iş parçacığı sayısı 512 olduğundan haliyle hız düşecektir. Her bir işlemcinin kayıt ve paylaşılan belleğin maksimum sayısı da ayrıca sınırlıdır. Bir hücre için geçiş kuralları uygulanmaktadır, her iş parçacığından sonra hücreler arasında geçiş kuralları performansı bitirecektir. Daha sonra, her bir iş parçacığı GPU küresel belleğe güncellenmiş verileri geri yazar.

Genetik algoritma, belirli bir senaryo ile ilk hücre özelliklerini eşleştirmek için gerekli arama işlemlerini yapmaktadır: yangın yayılması senaryosuna ve su akış senaryosuna çözüm bulmak için yapılan arama. İlk aramadan elde edilen tüm bireyler senaryo ile ilgili parametreleri oluşturur ve bütün CA'nın ilk yapılandırmasını temsil eder. Her iki arama da aynı şekilde yapılır. Her bir birey için, her bir ilgili özellik için ilk veri rastgele başlatılır. Bundan sonra her bir kuşak için, her bireyin uygunluk değeri değerlendirilir, bireyler uygunluk değerine göre sıralanır. Daha sonra seçkin seçim ve yeni nesil oluşturmak için mutasyon ve çaprazlama yapılır (Salwala vd., 2010).

F. Imbault and K. Lebart, Destek Vektör Makine Tasarımında Parametre Ayarlama çalışması yapmışlardır. Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines) (SVM) hem matematiksel olarak iyi finanse edilmiştir, hem de çok sayıda gerçek dünya uygulamalarında verimli olarak kullanılmıştır. Fakat sınıflandırma sonuçları modelin parametrelerine

bağlıdır. Bu çalışmada GA ve tavlama benzetim algoritmaları incelenmiştir. Bu çalışmada bu iki klasik teknik değerlendirilmiştir. Global optimizasyon teknikleri genellikle yaklaşık çözümler üretir ve yerel minimizasyon yöntemleri bu başlangıç değerlerinden başlayarak kesin minimum değeri bulmada bize yardımcı olabilir. GA ve simüle tavlama tekniklerinin ikisi de benzer sonuçlar vermektedir. GA hızlı olma eğilimindedir. GA bir başlangıç popülasyonu, çaprazlama ve mutasyon olasılıklarına ihtiyaç duyarken tavlama benzetim ise daha az parametre ayarı gerektirir. Bu yöntemlerin temel dezavantajı hesaplama yüküdür (Imbault ve Lebart, 2004).

David S. Bolmeve Arkadaşları yaptıkları çalışmada, GA'nın otomatik araştırma parametreleri üzerindeki etkisine odaklanmaktadır. Bu teknik yüz tanıma algoritmalarında ve veri setlerinde denenmiştir. GA bireyi doğrulamada ve verilerin toparlanmasındaki son aşamada gereklidir. Bu çalışma GA'nın insan tecrübesiyle yapılan parametre ayarlama işlemlerinin yerini alabileceğini göstermek amacıyla ortaya çıkmıştır. Genetik algoritmanın birçok avantajı vardır. GA doğrulamayı durmak nedir bilmeksizin yapmaktadır. GA her çalışma alanında ve en karmaşık parametre yapılarında bile en uygun çözümü bulmaktadır. Doğrulama, uygunluk fonksiyonuna bağlıdır. Yüz tanıma Local Region Principal Components Analysis (LRPCA) algoritmaları kullanılmaktadır. Bu çalışmada LRPCA algoritmasının doğrulanmasının yanı sıra daha iyi sonuçlar çıkardığı kanıtlanmıştır (Bolme vd., 2011).

Hakan Saraçoğlu, Aysen Demirören, Bulanık Kontrolör yardımı ile otomatik üretim kontrolü (AGC) isimli çalışmalarında Parametre Ayarlamayı GA kullanarak yapmışlardır. Çalışmadaki genetik algoritma, kazanım katsayılarını bulmak için bulanık PI denetleyicisi kullanılmıştır. Davranış endeksini hesaplamak için incelenen sistem bilgisayar ortamında benzetimi yapılmış olup, bu benzetim programı mevcut topluluğun her bir bireyine uygulanmıştır. Bulunan davranış indekslerinin değeri, bireyin yeni jenerasyonunun üretiminde kullanılacak genetik algoritmada değerlendirilmiştir. Topluluk, en iyi parametre setini üretilene kadar bu süreç tekrarlanmaktadır (Saraçoğlu ve Demirören, 2007).

3.2.2. Karınca kolonileri meta-sezgiseli kullanan uygulamalar

Luca M. Gambardella ve Marco Dorigo (Gambardella ve Dorigo, 1995) "Ant-Q" adında bir öğrenme algoritması ile, Marco Dorigo ve Luca M. Gambardella (Dorigo ve Gambardella, 1997) karınca koloni sistemi ile, Thomas Stützle ve Holger Hoos (Stützle ve Hoos, 1997) max-min karınca sistemi ile, Bernd Bullnheimer ve arkadaşları (Bullnheimer vd., 1997) merteye temelli karınca sistemi ile Gezgini Satıcı Probleminin optimizasyonuna çözüm getirmeyi hedeflemişlerdir. Gezgini Satıcı Probleminde başlangıç

noktasına giden toplam mesafenin en kısa olduğu şehir hattını, aralarında sadece bir mesafe olan n sayıdaki şehirlerden her birini ziyaret ederek bulunması hedefleniyor. Birçok alanda çok sayıda farklı uygulamada kullanılan gezgin satıcı problemi optimizasyon alanında araştırmacılar tarafından üzerinde uzun yıllardır çalışılan çözümü zor bir problemdir ve yukarıda bahsedilen karınca kolonileri algoritmaları da bu optimizasyon problemi için geliştirilmiş olup yapılan deneylerde en iyi sonuçlar max-min karınca sistemi ile elde edildiği görülmüştür.

Vittorio Maniesso ve Alberto Colorni(Maniesso vd., 1994) 1994 yılında AS-QAP isimli algoritma ile Luca M. Gambardellave arkadaşları, 1997'de Thomas Stütze ve HolgerHoos(Stütze ve Hoos, 1997), 1998'de karesel atama problemi optimizasyonu için karınca kolonileri algoritmalarını kullanmışlardır. Karesel Atama probleminde aday bölge ve tesis sayıları eşit olarak alınmıştır. Hedef, toplam maliyeti en aza indirecek şekilde her bir aday bölgeye bir tesis atamaktır. Atama işlemi hiçbir aday bölge veya tesis boşta kalmayacak şekilde yapılmaktadır.

Tony White ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, araç rotalama problemini karınca kolonileri meta sezgiseli ile çözmeye çalışmışlardır. Araç rotalama problemi, perakendecilerin verdiği sipariş miktarı, dağıtımın ne kadar süreceğini ve aracın ne kadar sürede depoya geri dönebileceğini belirlemektedir. Bu nedenle, aracın etkin bir rota izlemesi oldukça önemlidir. Bir depodan perakendecilere minimum uzunluktaki rotayı bulma problemi (hem zaman, hem uzaklık açısından) Gezgin Satıcı Problemi örneğidir ve araç rotalama filo yönetiminin alt problemidir(White vd., 1998).

Benoît Calvez and Guillaume Hutzler tarafından Adaptif atomik parçalara(disatomik) ayırma (Adaptative Dichotomic Optimization (ADO)) yaklaşımı önerilmiştir. Etmen tabanlı modeller çok sayıda parametre ile karakterize edilirler, bir çoğu gerçek sistem bilgileri ile değerlendirilemezler. Amaç en uygun parametre setinin bulunmasıdır. Bu çalışmada parametre alanları(space) mevcuttur. Parametre alanı içindeki gezinti, karınca koloni sisteminden esinlenerek oluşturulmuştur. Bu algoritmaya göre ya gruplaşma yada bazı özelliklere göre bölünme vardır. Bu çalışmada parametrelere farklı ayarlar uygulayarak etmenlerin farklı etkileşimlerde bulunmasını sağlamak önerilmektedir. GA'dan elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında neredeyse onun kadar iyi sonuçlar ürettiği ortaya çıkmıştır. Bu yöntemi uygularken işlemler farklı bilgisayarlara dağıtılarak daha hızlı sonuç alınması sağlanabilmektedir. Geniş parametre uzayında rastgele arama yapan optimizasyon teknikleri ile karşılaştırıldığında ayrıştırma yöntemini kullandığı için daha hızlı ve optmale yakın sonuçların elde edildiği gözlemlenmiştir. ADO yönteminin genetik

algoritmaya göre iki avantajı bulunmaktadır. Farklı bilgisayarlarda dağıtık olarak aynı anda birden çok benzetimi çalıştırması yönünden daha hızlıdır. Diğer bir avantajı ise parametreler görsel haritalandırılmış alanlardan oluştuğu için, seyrek aralıkların olduğu bölge daha az tercih edilen parametrelerin olduğunu, yoğun aralıkların olduğu bölge daha çok tercih edilen parametrelerin olduğunu göstermektedir. Görselleştirme teknikleri kullanılarak bu özellikten faydalanmak mümkündür. Fakat bu yöntem büyük modellerde test edilmemiştir(Calvez ve Hutzler 2007).

3.2.3. Yapay sinir ağları(YSA) kullanılarak yapılan uygulamalar

Fikret Doğru yaptığı çalışmada, jeofizik modellemede yaygın olarak kullanılan GA ve Levenberg-Marquardt(LM) optimizasyon yöntemlerine ek olarak, yapay sinir ağları(YSA) yöntemini kullanmıştır. YSA yöntemle yeraltı boşluklarına ait rezidüel gravite anomalisi ile ilgili parametre kestirimi yapmak amaçlanmıştır. İleri Beslemeli Geri Yayılımlı(İBGY) sinir ağı genellikle ters çözüm problemlerinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemle birlikte, İleri Kademeli Geri Yayılımlı(İKGY) ve Doğrusal Olmayan Otoregresif(DOO) sinir ağı, parametre ayarlama işlemi için denenmiştir. Ayrıca global bir yöntem olan GA ve geleneksel bir yöntem olan LM algoritması ile rezidüel anomaliden derinlik ve yarıçap parametreleri hesaplanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

LM ve artık jeofizikte sıkça kullanılan GA gibi YSA yöntemlerinin de jeofizik problemlerinin ters çözümünde başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. YSA, GA ve LM yöntemlerinin çalışma mantığı çok farklı olmasına rağmen aynı problemlere uygulanabilirliği ve jeofizik problemlerin çözümünde DOO ve İKGY ağlarının da, İBGY yöntemine ek olarak kullanılabilmesi görülmüştür(Doğru, 2015).

Lejla Banjanovic Mehmedovic ve Senad Karic'in çalışmalarının katkısı, robot montaj işlemlerinin insanların montaj aşamalarından esinlenerek sistematik gerçekleştirimidir. Örneğin oldukça karmaşık olan dişlilerin montaj işlemini öğrenme yaklaşımı ile yeniden birleştirme yapmak hedeflenmiştir. İki tür öğrenme formu önerilmiştir; ilki sinir ağı tabanlı öğrenmedir ve robot davranışlarını iyileştirmek için durum parametrelerinin sayısını arttırmak için kullanılır. İkincisi; denetimsiz öğrenmedir ve bir hedef noktasına ulaşmak için kullanılır. Sistemde hata sinyali tespiti durumunda titreşim durumları ve eylemler yeniden planlanır. Robot düzeneğini akıllı sistemlerle kontrol etmek mümkündür.

Sinir ağı tabanlı öğrenme, robot davranışlarını gerçekleştirmek ve geniş tabanlı parametre oluşturmak için kullanılmıştır. Parametre vektörü θ 'nın, öğrenme sistemi tarafından ayarlanması gerekmektedir. Genlik ve frekanslarda titreşim veri derlemesi deneyler sırasında toplanır ve öğrenme

algoritması için bilgi kaynağı olarak kullanılır(Banjanovic-Mehmedovic ve Karic, 2011).

Felix Dobsław, Gezin Satıcı Problemi için parametre ayarlama işlemi için yapay sinir ağı algoritması kullanılmıştır. Kalite için ilk parametre setinin seçimi önemlidir. Böylece oluşturulacak optimale yakın durumlar için bu set bir dayanak, bir öncü olacaktır. Meta-sezgisel algoritmalar, hesaplamalı optimizasyon problemlerinin büyük parametre setleri için uygulanabilmektedir. Bu algoritmalar zaman mekan karmaşıklığı çok olan sistemlerin optimizasyon işlemlerinde kullanılması tercih edilir ve optimale en yakın değerleri bulmak için kullanılır. Her bir meta-sezgisel algoritma çalıştırılmadan önce ilk parametre seti tanımlanır. Ayrıca, meta-sezgiselde başlangıç parametre ayarlama işlemi yapılmamaktadır. Herhangi bir meta-sezgisel için problem durumuna göre ilk parametre setinin ayarlanması farklılık gösterebilir. Bu çalışmada meta-sezgisel yöntemle parametre ayarlamak için yeni bir çerçeve sunulmuştur. Metodoloji 4 aşamadan oluşur, 1. Problem tanımı, 2. Eğitim, 3. Parametre erişimi, 4. İşletme. Bu yöntem etkili parametre ayarlama yöntemi olan Design of Experiments(DoE) ve iyi bir ilk parametre setini ayarlama tekniği olan Artificial Neural Network(ANN) tekniğini birleştirmektedir. DoE var olan parametre seti içinde optimal bir alan belirleyerek ANN'nin bu alan içinde en iyi parametre seti önerilerinde bulunmasını sağlar(Dobsław, 2010).

3.3. Kullanılan diğer algoritmalar

Sungdoke Lee ve Arkadaşlarının, Videokonferans Sisteminde Hizmet kalitesi(Quality of Service(QoS)) Parametrelerinin ayarlanması ile ilgili yaptıkları bu çalışmada, iki modül mevcuttur: Bilgilerin tutulduğu Resmi Bilgi Modülü(State Knowledge Module(SKM)), ve SKM'den aldığı bilgilere bağlı olarak parametre ayarlama işlemi gerçekleştiren Otomatik Parametre Ayarlama Modülü(Automatic Parameter Tuning Module(APTM)). Video konferans esnasında sürekli değişen bilgiler dikkate alınarak parametrelerin değer alması sağlanır. Bu bilgiler SKM'de sürekli güncellenir. Gradient(eğim) çıkış veya iniş yöntemini kullanılarak, yeni parametreler elde edilir. $d(t)$ ve $y(t)$ sırasıyla istenen çalışma koşullarını(veya kabul edilebilir bir çalışma ortamını) ve geçerli çalışma durumunu göstermektedir. Mevcut denklemler parametre değerlerine bağlıdır. $y(t)$ QoS parametreleri kümesi için bir fonksiyon olsun(1). Eğer parametre değerleri artar ya da azalırsa mevcut kaynak azalır.

$$y(t) = f(A(t)) \quad (1)$$

Parametre dizisi $A(t) = [a_1(t), a_2(t), \dots, a_i(t), \dots, a_n(t)]$ ve t anında i . parametre $a_i(t)$ olarak gösterilir. Hata ise $e(t)$ olarak gösterilir ve T zamanında geçerli çalışma koşulları ile istenen çalışma koşulları arasındaki farkı vermektedir.

$$e(t) = |d - y(t)| \quad (2)$$

Eşitlikte görüldüğü gibi $e(t)$ değeri $A(t)$ ve $y(t)$ değerine bağlıdır. Hata değeri sıfır ya da sıfıra yakın değer veren parametrelerin ayarlanması gerekir. İlk iterasyon da ayarlanan parametreler $A(t+1) = [a_1(t+1), a_2(t+1), \dots, a_i(t+1), \dots, a_n(t+1)]$ olarak ifade edilir ve $a_i(t+1)$ aşağıdaki gibi bulunur:

$$\Delta a_i(t+1) = a_i(t) + \Delta a_i(t) \quad (3)$$

$\Delta a_i(t)$, $a_i(t)$ parametresinin ayarlanma miktarını temsil eder. Elverişlilik için, $\Delta a_i(t)$, $a_i(t)$ için uygun oranın önceden belirlenen değer setidir.

$$\Delta a_i(t+1) = \rho_i \cdot a_i(t) \quad (4)$$

ρ_i bir ölçekleme faktörüdür. Ölçekleme faktörü boyutu kullanıcılar tarafından parametre tercihi anlamına gelir. Ayrıca (3) ve (4) eşitlikte görüldüğü gibi, ölçekleme faktörünün işareti parametre uzayında arama yönünü ifade eder. İlk yineleme yapıldıktan sonra mevcut çalışma durumu ve hatalar açıklanır.

$$y(t+1) = f(A(t+1)) \quad (5)$$

ve

$$e(t+1) = |d(t) - y(t+1)| \quad (6)$$

$e(t+1)$ tatmin edici değere ulaşırsa o zaman ayar işlemi sonlandırılır, diğer bir deyişle hata tolere edilinceye kadar uyum süreci devam eder. (4) (6) eşitliğinde görüldüğü gibi ölçekleme faktörünün değeri ayarlama işlemi için önemlidir. Eğer ölçekleme faktörü çok büyükse o zaman ayarlama hızı yüksek olabilir fakat ayarlama işlemlerinde yineleme ilerledikçe parametrenin optimal değeri izole edilebilir. Ölçeklendirme faktörü çok küçük ise o zaman ayarlama hızı düşük olabilir fakat parametrelerin optimal değer kümesine yakınsaması gerçekleşebilir. Sorunu önlemek için ayarlama miktarı eşitlik (7) de görüldüğü gibi her bir iterasyonda giderek azalır.

$$\Delta a_i(t+k) = \Delta a_i(t+k-1)/2k-1 \quad (7)$$

Burada k yineleme sayısıdır(Lee vd., 2006).

Erdinç Öksüm, Nuri Dolmaz bu çalışmada, manyetik anomalilerin prizma modelleri ile yorumlanması için ters çözüm tekniği tanıtılmıştır. Ters çözüm sürecinde manyetik kütleinin manyetik anomali değerleri, yatay düzlemdeki yapı sınırları, manyetik duyarlılık bilgisi, yer manyetik alanının eğim ve sapma açıları ve başlangıç model parametre değerleri giriş verisi olarak kullanılmaktadır. Uygulamalarda, çeşitli teorik modellerin yeryüzünde oluşacak manyetik anomalilerin değerleri, prizma şeklinde konstrüksiyonlar kullanılarak hesaplanmıştır. Daha sonra, Gauss-Newton ters çözüm tekniğini uygulayarak, teorik anomalileri veren teorik prizma modellerine ait derinlik parametre değerleri hesaplanmıştır. Modele ait parametreler, her yineleme işleminde yeniden hesaplanır ve teorik anomaliler arasında en iyi uyum oluşuncaya kadar yineleme işlemi devam eder. Uygulamalardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde ilk tahmin modeline ait alt derinliklerin seçiminin üst derinliklere göre daha duyarlı olduğu görülmüştür. Yani alt derinliklerin seçimi üst derinliklere göre daha az hata payıyla

yapılması önerilmiştir. Öte yandan, model içindeki veri alanının genişliği de yöntemin çözüm gücünü etkilemektedir (Öksüm ve Dolmaz, 2006).

Mehmet Yüceer ve Arkadaşları bu çalışmada, kinetik modellerde parametre belirlemektedirler. Parametre belirleme, tepkime kinetiğini modelleme gibi uygulamalarda bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerde amaç, deneysel ve model verileri arasındaki hatanın en az olduğu durumu sağlayan parametrelerin bulunmasıdır. Mevcut yazılımlardan bazılarının genel uygulamaları içermediği, bazılarının ise kullanımının zor olduğu bilinmektedir. Özellikle kinetik parametrelerin belirlenmesinde kullanımı kolay ve kullanıcı etkileşimine izin veren bir ara yüze ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaç doğrultusunda MATLAB ortamında bir parametre ayarlama programı (PARES) geliştirilmiştir. Program, sınırlı ve sınırlı olmayan optimizasyon tekniklerini kullanarak modele ait parametreleri ayarlamaktadır. PARES yazılımı literatürde yer alan bir dizi problemle test edilmiştir ve çok iyi sonuçlar alınmıştır.

Doğrusal olmayan optimizasyon problemlerinde, yapılan incelemeler de daha çok Gauss-Newton, Levenberg-Marquardt ve SQP (Sequential Quadratic Programming) algoritmalarının kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, SQP, Gauss-Newton (G-N), Levenberg-Marquardt (L-M), Nelder-Meadsimplex direct search (N-M), Quasi Newton (Q-N) optimizasyon teknikleri seçime tabi tutularak bağımsız olarak kullanılabilir. Kullanıcı, M-dosyasına, kendi modelini yükleyebilmektedir. Daha sonra sırayla deneysel veriler, probleme özgü zaman aralığı, başlangıç değerleri, varsa parametrelerin alt ve üst sınırları belirlenmekte ve kullanılacak optimizasyon tekniği seçilmektedir. Program, farklı uygunluk fonksiyonlarını kullanarak en iyi model parametrelerini bulmaktadır, diğer bir taraftan modelin deneysel verilere uyumunu grafiksel olarak da göstermektedir. PARES programı değişik modellerin denenmesinde kolayca kullanılabilir niteliktedir (Yüceer vd., 2004).

Bilal Saraçoğlu ve Arkadaşları yaptıkları çalışmada, Asenkron Motorların (ASM) elektriksel eşdeğer devre parametrelerinin ayarlanması için Biyocoğrafya Tabanlı Optimizasyon (Biogeography-Based Optimization (BBO)) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Amaç parametrelerin düşük hata ve en hızlı şekilde belirlenmesidir. BBO algoritmasının temel mantığı GA'ya benzemektedir. Bu algoritma da popülasyon tabanlı bir algoritma olup, aynı anda birden çok noktada arama gerçekleştirebilmektedir. Algoritmada uygunluk fonksiyonu olarak, asenkron motorların nominal, kalkınma ve devrilme momenti eşitlikleri kullanılmıştır. Eşdeğer devre parametrelerinin belirlenmesi 1.1kW ve 0.37kW gücünde iki asenkron motor üzerinde

gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar GA sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Biyocoğrafya, türlerin doğadaki dağılımını inceler. Her bir çözüm, bir adadır ve yaşamı nitelendiren özelliklere sahiptir: bu çözümler uygunluk indeksi değişkenleri (SIV) olarak adlandırılır. Her çözülmeye kendi yaşam form endeksi (HIS) denir. BBO'da, H yaşam alanı, rasgele başlatılan N (SIV) vektörüdür ve daha sonra, hedefe için minimum göç ve mutasyon adımı izler.

BBO da, mutasyon popülasyonun çeşitliliğini artırarak daha iyi sonuçların elde edilmesinde kullanılmıştır. Mutasyon operatörü E, mutasyon oranı m olarak kullanılmıştır.

BBO Algoritması;

Parametreler:

P: Popülasyonun büyüklüğü.

G: Maksimum nesil.

Keep: Elitizm parametresi.

Pmod: Ada değiştirme imkânı.

1: Her olası canlı türü ve gelişigüzel seçilmiş ilk popülasyonların sayısı.

2: Populasyondaki her birey için uygunluğun kontrolü.

3: Bitiş koşulu sağlanmazsa.

4: dizideki en iyi yaşamın kaydedilmesi.

5: Her yaşam için, S, λ ve μ türlerini HSI ile eşleştir.

6: Göç oranlarına dayalı muhtemel bir göçmen adası seçimi.

7: 6. adımda seçilen adadan gelişigüzel seçilen SIV'ların göç ettirilmesi.

8: Her mutasyon algoritması ayrılan popülasyon değerlerinden en kötü yarısının değiştirilmesi.

9: Popülasyonda yer alan bireylerin uygunluğunun denetlenmesi.

10: Popülasyonun iyiden kötüye sıralanması.

11: $G = G + 1$

12: döngünün sonlandırılması.

İki farklı motor için parametre ayarlama işlemi olan biyocoğrafya tabanlı optimizasyon metodu kullanımı tavsiye edilmiştir.

Bu parametre ayarlama problemi lineer olmayan bir optimizasyon problemi olarak modellenmiştir ve sonuçlar, hedeflenen yöntemin etkililiğini ortaya koymak için GA yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Benzetim sonuçları ile, hedeflenen yöntemle geliştirilen benzetim sonuçlarındaki hata değerlerinin genetik algoritma sonuçlarından daha düşük olduğu bulunmuştur ve iki asenkron motor parametresinin ayarlanmasında GA'dan BBO yönteminin daha iyi olduğu görülmüştür. Bu da gösteriyor ki, sezgisel algoritmalar, lineer olmayan problemleri çözmek için alternatif bir yöntem olabilir (Saraçoğlu vd., 2013).

Utku Köse ve Arkadaşlarının geliştirmiş olduğu Girdap Optimizasyon Algoritması (GOA), doğal girdaplardan esinlenilerek geliştirilmiş bir Yapay Zekâ tabanlı optimizasyon tekniğidir. Algoritma, çözüm uzayına ilk aşamada rastgele bırakılan yapay işlem parçacıklarının optimum çözümü aramasına

dayanmaktadır. Girdap değerine (v) sahip N parçacık, verilen bir matematiksel fonksiyon için belirli ön değerler ve ek parametreler eşliğinde optimum çözüme ulaşmaya çalışmaktadır. İteratif ilerleyen çözüm adımlarında, her parçacığın sahip olduğu yeni çözüm değerleri (fitness) değerlendirilmekte ve v değeri ortalamaya göre daha iyi konumda olan parçacıklar girdap statüsüne terfi etmektedir. Yine her iterasyon sonunda girdap olmayan (normal statüde) parçacıkların sayısı eleme katsayısından (e) küçük veya eşit ise, bu parçacıklar yok olmakta ve yerlerine aynı sayıda yeni parçacıklar eklenmektedir. Bu süreçler sırasında parçacıkların v değerleri, pozisyonları gibi değerler güncellenmektedir. Çözüm arama süreci, sonlanma kriteri (standart olarak iterasyon sayısı) sağlanıncaya kadar devam etmektedir. Basit matematiksel eşitliklerle kurulan ve doğa temelli olduğu kadar evrimsel özellikler de içermektedir. Algoritmanın adımları şu şekildedir:

Bu çalışmada, GOA tabanlı bir Destek Vektör Makineleri(DVM) ile oluşturulan, hibrit bir Yapay Zekâ sistemi kullanılarak diyabet tespiti gerçekleştirilmiştir. Kurulan sistem yapısına göre, DVM'nin eğitimi esnasında, Gauss (RBF) çekirdek fonksiyonun parametresi olan, sigma (σ) parametresinin belirlenmesi için GOA işe koşulmuştur. Bu çerçevede kurulan yaklaşımın etkinliği Pima Yerlileri diyabet veri seti üzerinde yapılan sınıflandırma süreci ile değerlendirilmiştir. Süreç ile elde edilen bulgular, önerilen GOA-DVM sisteminin diyabet tespitinde yeter düzeyde etkinliğe sahip olduğunu göstermiştir. Önerilen sistem, ilgili literatürde yer alan yaklaşımlara yeni bir alternatif sunmakta ve yine Yapay Zekâ tabanlı hastalık teşhisi çalışmalarına katkı sağlamaktadır(Köse vd., 2015).

Manuel Fehler, Franziska Klügl, and Frank Puppe, Gerçek black box ayarlama yöntemi, giriş ve çıkış değerleri arasındaki ilişkiyi tahminleme yaparak elde etmeye çalışır. Popüler black box yöntemleri; gradyan tabanlı arama yöntemi, stokastik yaklaşım yöntemi, örnek yol(samplepath) optimizasyonu, tepkisel yüzey optimizasyonu(response surface optimization) ve sezgisel(heuristic) arama yöntemleridir. Black box'ın avantajı, prosedürün bu arama yöntemlerinden hangisini kullandığı ayarlama için önemli değildir. Bu avantaj aynı zamanda eksiklidir. İç yapıyla ilgili bilginin olmaması parametre uzayının büyümesi ile birlikte kısıtlı zamanda yeterli arama yapılamamasına neden olmaktadır. Maliyeti düşürmek için çalışma zamanında kısıtlamalar yapılması gerekmektedir. Bu da istenen sonucun çıkmasını engellemektedir. Sadece giriş parametreleri üzerinde black box kalibrasyon uygulanabilmektedir(Manuel vd., 2004).

Manuel Fehler, Franziska Klügl, and Frank Puppe, Çok etmenli benzetim modellerinde kullanılmak üzere beyaz kutu(whitebox) yöntemi geliştirilmiştir. Bu modelde, küçük parametre alanlarını ayırıştırma yöntemleri sunulmuştur. Böylece ayarlama

işlemlerinin karmaşıklığı azaltılmıştır. Kullanılan model hiyerarşik bir şekilde alt modellere ayırıştırılmalıdır. Ayırıştırma için çeşitli zamansal evreler kullanılabilir, görev tabanlı ayırıştırma ya da davranış tabanlı ayırıştırımlardan yararlanılabilir. Son olarak alt model oluşturulup içsel model ilişkileri analiz edilir. Alt modellerin her biri için bir amaç fonksiyonu ve kritik durumların tespit edilmesi gerekmektedir. Sadece bu kritik durumlarda alt modelleri ayarlamak tek bir benzetimin çalışması için gerekli zamanı azaltacaktır. Ayarlamaların son aşamasında elde edilen parametre ayarları ile alt programlar birleştirilir. Bu birleştirme işlemi ek ayarlama işlemleri isteyebilir. Bu teknik büyük dikkatle uygulanmalı, her bir alt model problem seti için ayırıştırma(parçalama) işleminden sonra düşükten yükseğe seviyelendirme işlemine tabi tutulmalıdır. Seviyelerin sonuçlarını ayarlamak için bir tanımlama kümesine ihtiyaç duyulmaktadır. Hızlı hesaplama modeline izin verecek optimizasyon tanımlama uygulaması yapısal değişikliğe engel olacaktır. Fakat ayırıştırma ve birleştirme işlemleri oldukça zor işlemler olup özellikle birleştirme işleminde tekrar ayarlamaya ihtiyaç duymakla birlikte yapısal değişikliğe neden olabilmektedir(Manuel vd., 2006).

Brian Sallans ve Arkadaşları bu çalışmada, iki etkileşimli pazarda sınırlı rasyonel etmen davranışlarını incelemektedirler. Finansal ve tüketici pazarlarının birleştirildiği ayrık zaman modeli işlenmiştir. Model, heterojen tüketici, mali tüccar ve üretim firmalarından oluşur. Model gerçek piyasaların bilinen deneysel özellikleri ile karşılaştırılarak doğrulanır. Daha iyi davranışlar için parametrelerin ayarlanması gerekmektedir. Bunun için Monte Carlo(Metropolis algoritması) kullanılmıştır. Bu yöntem büyük parametre alanlarının verimli bir şekilde keşfine izin verir. Çalışmasında bazı parametreler deneme benzetiminden elde edilen verilere göre seçilir. Diğer parametreler METROPOLIS algoritması kullanılarak seçime tabi tutulur. METROPOLIS algoritması rastgele yürüyüş mantığına dayanır. Bu yöntem kesintisiz parametre uzayında iyi bir performans sergilemektedir. Eğer model istatistiksel ise o zaman kullanışlı olmamaktadır. Bu modelde parametrelerdeki küçük değişiklikler büyük değişikliklere neden olacaktır(Sallans vd., 2003).

Sylvain Lemouzy ve Arkadaşları bu yöntemde, her parametrenin verilen bir arama uzayında aranan devingen bir değerini (yani zamana bağlı değişen bir değer) bulup izleyebilen AVT algoritması kullanılmaktadır. İzleme işlemi, AVT'nin çalışma anında ortamdan alınan bilgilerden gelen ve muhtemelen aranan değere doğru götüren ardışık geribildirimler sayesinde sağlanmaktadır. Bu işlemler sezgisel ve rastgele gerçekleştirildiği için her zaman istenen değerler elde edilememektedir(Lemouzy vd. 2011).

3.4. Kullanılan algoritmaların avantajları ve dezavantajları.

incelenmesi sonucu elde edilen avantaj ve dezavantajları verilmiştir.

Aşağıdaki tabloda yapılan çalışmalarda geliştirilen yada kullanılan optimizasyon algoritmalarının

Geliştirilen Parametre Ayarlama Algoritmaları.	Avantajları	Dezavantajları
3 Aşamalı Etmen Tabanlı Algoritma(Pereira vd., 2008).	Ekoloji modelinde testinde başarılı olmuştur.	Farklı problemlerde test edilmemiştir
Tek etmenli parametre Ayarlama Algoritması(Valenzano vd., 2010)	Farklı arama algoritmalarının kullanılması çözüme ulaşmayı kolaylaştırmaktadır.	Etmen iletişimi mesajlarla sınırlandırılmıştır. Farklı modellerde test edilmemiştir.
Çok Etmenli Sistemde Parametre Ayarı(Parameter Multi Agent System)(PAMAS) (Brax vd., 2013)	Değişen parametre sayısının sistemin yürütülmesi esnasında değişebilir olması en önemli avantajıdır.	Çok sayıda etmenin olması sistemin çok yavaş çalışmasına neden olmaktadır. Sadece Deniz gözetleme sisteminde test edilmiştir.
Genetik Algoritma(GA)(Calvez ve Hutzler, 2005).	Karmaşık sistemlerde parametre optimizasyonuna izin verir. GA doğrulamayı durmak nedir bilmeksizin yapar. GA her çalışma alanında ve en karmaşık parametre yapılarında bile en uygun çözümü bulurlar.	Uygunluk fonksiyonunun seçimi zordur. Stratejik parametre değişkenlerinin varlığı ve bu değişkenlere uygun değerlerin atanması gerekliliği.
Tavlama Benzetim(Imbault ve Lebart, 2004).	Tavlama benzetimin stratejik parametre sayısı azdır.	Uygunluk fonksiyonunun seçimi zordur. Stratejik parametre değişkenlerinin varlığı ve bu değişkenlere uygun değerlerin atanması gerekliliği.
Karınca Kolonileri Algoritması(White vd., 1998).	Zorluğu ile bilinen gezgin satıcı, araç rotalama, karesel atama problemlerinde çözümlerinde başarı sağlamıştır.	Stratejik parametre değişkenlerinin belirlenmesi gerekliliği.
Adaptive Disatomik Optimization(ADO) (Calvez ve Hutzler 2007).	Aynı anda birden çok benzetimi çalıştırabilmesi farklı bilgisayarlarda dağıtık olarak çalıştırılması yönünden daha hızlı olması.	Bu yöntem büyük modellerde test edilmemiştir.
Yapay sinir ağları(YSA) (Doğru, 2015).	Hesaplama optimizasyon problemlerinin büyük parametre setleri için uygulanabilir. Bu algoritmalar zaman mekan karmaşıklığı çok olan sistemlerin optimizasyon işlemlerinde başarılı.	Problemlerin tasarımında bir kurallar seti yoktur. Farklı modellerde farklı performans verebilir. Öğrenme davranışı açıklanamamaktadır. Eğitim uzun sürmektedir.
Parametre ayarlama programı (PARES) (Yüceer vd., 2004)	Farklı arama algoritmaları kullanılarak farklı modellere çözüm sunmuştur.	-
Biyocoğrafya Tabanlı Optimizasyon (Biogeography-Based Optimization (BBO)) (Saraçoğlu vd., 2013).	BBO algoritmasının temel mantığı GA'ya benzemektedir. Bu algoritma da popülasyon tabanlı bir algoritma olup, aynı anda birden çok noktada arama gerçekleştirebilmektedir.	Farklı problemlerde uygulanabilirliği üzerinde çalışma yoktur.
Girdap Optimizasyon Algoritması (GOA) (Köse vd., 2015)	Yapay Zekâ tabanlı hastalık teşhisi çalışmalarına katkı sağlamıştır.	Farklı problemlerde uygulanabilirliği üzerinde çalışma yoktur.

Beyaz Kutu(Black Box)(Manuel vd., 2004).	Arama yaparken farklı arama yöntemleri kullanır. Avantajı prosedürün bu arama yöntemlerinden hangisini kullanıldığı ayarlama için önemli değildir	İç yapıyla ilgili bilginin olmaması parametre uzayının büyümesi ile birlikte kısıtlı zamanda yeterli arama yapılamaması.
Beyaz Kutu(White Box) (Manuel vd., 2006).	Problemleri Küçük parçalara ayırıştırma. Böylece ayarlama işlemlerinin karmaşıklığı azaltılmıştır.	Ayrıştırma ve birleştirme işlemleri oldukça zordur yapısal değişikliğe neden olabilmektedir.
Uyarlanabilir Değer İzleyici(Adaptive Value Traker(AVT))	Probleme çevrim içi çözüm sunma.	Bu işlemler sezgisel ve rastgele gerçekleştirildiği için her zaman istenen değerler elde edilememektedir.
Monte Carlo(Metropolis algoritması) (Sallans vd., 2003).	Bu yöntem büyük parametre alanlarının verimli keşfine izin verir. Bu yöntem kesintisiz parametre uzayında iyi bir performans sergilemektedir.	Stokastik parametre uzayında kullanışlı olmamaktadır. Bu yöntemde parametrelerdeki küçük değişiklikler büyük değişikliklere neden olmaktadır

4. Sonuç ve Tartışma

Yapılan çalışmalar incelendiğinde parametre ayarlamasının bir çok farklı alanda gerekli olduğu ve optimizasyon algoritmalarına ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Özellikle gerçek ortamda incelenmesi mümkün olmayan alanların modellenmesinin ve model üzerinde incelemelerin yapılmasının giderek yaygınlaştığı bu dönemde modellenen çalışmalara ait büyük parametre uzaylarının verimli kullanılabilmesi için ayarlama işlemlerine tabi tutulması gerekliliğini ortaya koymuştur. Aksi takdirde gerçek ortamda gözlenen davranışların, olguların benzetim ortamında gözlenmesi imkansız hale gelmektedir.

Farklı alanlarda yapılan çalışmalarda görüldüğü gibi optimizasyon için meta-sezgisel algoritmaların kullanımına ağırlık verilmiştir. Meta-sezgisel algoritmalar matematiksel çözümü olmayan karmaşık sistemlerde var olan optimizasyon problemlerinin çözümünde sıklıkla kullanılmıştır. Başarılı uygulamaların somut problemleri için iyi bir parametre seti bulunduğu gözlenmiştir. Çalışmalar incelendiğinde hiç birinde global olarak optimum çözüme ulaşılmadığı ancak kabul edilebilir iyi çözümlerin elde edildiği ifade edilmiştir. Özellikle meta-sezgisel algoritmaların parametre optimizasyonunda daha kabul edilebilir, optimuma yakın sonuçlar elde edildiği yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. Bu çalışmadaki temel amacımız uzun yıllardır göz ardı edilen ve son yıllarda tekrar parametre ayarlama için yapılan umut verici çalışmaları ortaya koymaktır.

Çalışmalar incelendiğinde, farklı model ve benzetimlerde farklı parametre ayarlama yöntemlerinin başarılı olduğu ve parametre uzayının

yapısı kullanılacak arama yada optimizasyon algoritmalarının belirlenmesinde önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca tasarımcının ihtiyacına bağlı olarak parametre ayarlama işleminde hızın yada optimuma yakın parametre değerlerinin önem kazandığı durumlarda kullanılacak algoritmanın belirlenmesinde de bu çalışma kolaylık sağlayacaktır.

Bir çok çalışmanın incelendiği bu çalışma gelecekte yapılacak parametre ayarlama işlemleri için öncü niteliktedir. Modelleme ve benzetimde ihtiyaç duyulacak parametre ayarlama işleminde kullanılacak probleme özgü yöntemi belirlemede tasarımcıya kolaylık sağlayacaktır.

Optimizasyon ve arama algoritmalarının birlikte kullanılarak oluşturulacak karma algoritmalar, karmaşık sistemlerin parametrelerini ayarlama daha başarılı olabileceği düşünülmektedir.

Gelecekte yapılması planlanan çalışma, daha geniş modelleme çalışmalarının parametre ayarlama problemlerine farklı açılardan çözüm sunabilecek farklı algoritmaların kullanıldığı hibrit bir araç geliştirmektir.

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar

Banjanovic-Mehmedovic, L., Karic, S. 2011. Robotic Assembly Replanning Agent Based on Neural Network Adjusted Vibration Parameters. ss. 297-

- 312 Mellouk, A. ed. 2011. Advances in Reinforcement Learning, InTech, Rijeka
- Başak, M.E., Kuntman, A., Kuntman, H. 2009. MOS parameter extraction and optimization with genetic algorithm, Journal of Electrical and Electronics Engineering, Istanbul University, 9(2), 1101-1107.
- Benoît, C., Guillaume H. 2005. Automatic Tuning of Agent-Based Models Using Genetic Algorithms. International Workshop on Multi-Agent-Based simulation VI, July 25, Utrecht, 41-57.
- Bolme, D.S., Beveridge, J.R., Draper, B.A., Phillips, P.J., Lui, Y.M. 2011. Automatically Searching for Optimal Parameter Settings Using a Genetic Algorithm. Computer Vision Systems - 8th International Conference (ICVS), 20-22 September 2011, Sophia Antipolis, 213-222.
- Brax, N., Andonoff, E., Gleizes, M., Glize, P. 2013. Self-adapted aided decision-making: Application to maritime surveillance. Proceedings of the 5th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART), 15-18 February, Barcelona, 419-422.
- Bullnheimer, B., Hartl, R.F., Strauss, C. 1997. A New Rank Based Version of the Ant System: A Computational Study, Central European Journal for Operations Research and Economics, 7, 25-38
- Calvez, B., Hutzler, G. 2005. Automatic tuning of agent-based models using genetic algorithms. Proceedings of the 6th International Workshop on Multi-Agent Based Simulation (MABS'05), 26 July, Utrecht, 41-57.
- Calvez, B., Hutzler, G. 2007. Adaptive Dichotomic Optimization: a New Method for the Calibration Of Agent Based Models. 21st Annual European Simulation and Modelling Conference (ESM 2007), 22-24 October, Malta.
- Darty, K., Saunier, J., Sabouret, N. 2015. Calibration of Multi-Agent Simulations through a Participatory Experiment. Proceedings of the 2015 International Conference on Autonomous Agents and Multi Agent Systems{AAMAS}, 4-8 May, İstanbul, 1683-1684.
- Deliktaş, B., Türker, H.T., Coşkun, H., Bikçe, M., Özdemir, E. 2005. Genetik Algoritma Parametrelerinin Betonarme Kiriş Tasarımı Üzerine Etkisi. Bölgesel Jeoloji-Tektonik ve Sismotektonik Deprem Kaynak Mekanizmaları ve Dalga Yayınımı Sempozyumu, 23-25 Mart, Kocaeli, 46-54.
- Dobslaw, F. 2010. A Parameter Tuning Framework for Metaheuristics Based on Design of Experiments and Artificial Neural Networks. Proceeding of the International Conference on Computer Mathematics and Natural Computing, 13-14 September, Rome, 213-216.
- Doğru F. 2015. Güncel Optimizasyon Yöntemleri Kullanılarak Rezidüel Gravite Anomalilerinden Parametre Kestirimi. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 36(1), 31-43.
- Dorigo, M., Gambardella, L.M. 1997. Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 1(1), 53-66.
- Gambardella, L.M., Dorigo, M. 1995. Ant-Q: A Reinforcement Learning Approach to the Traveling Salesman Problem. In Proceedings of the Eleventh International Conference on Machine Learning, 9-12 July, California, 252-260.
- Imbault, F., Lebart, K. 2004. A stochastic optimization approach for parameter tuning of support vector machines. 17th International Conference on Pattern Recognition (ICPR), 23-26 August, Cambridge, 597-600.
- Köse, U., Güraksın, E., Deperlioğlu, Ö. 2015. Girdap Optimizasyon Algoritması Tabanlı Destek Vektör Makineleri ile Diyabet Tespiti. Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi(TIPTEKNO), 15-18 Ekim, Muğla, 471-474.
- Lee, S., Kang, S., Han, D. 2006. Agent-Based Flexible Video conference System with Automatic QoS Parameter Tuning. Trends in Artificial Intelligence, 9th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI), 7-11 August, Guilin, 51-60.
- Maniezzo, V., Colorni, A., Dorigo, M. 1994. The ant system applied to the quadratic assignment problem, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 11(5), 769-778.
- Manuel, F., Franziska, K., Frank, P. 2004. Techniques for Analysis and Calibration of Multi-Agent Simulations. ss. 305-321, Gleizes, M.P., Omicini, A., Zambonelli, F. ed. 2004. Engineering Societies in the Agent World(ESAW), Springer Berlin Heidelberg, Berlin.
- Manuel, F., Franziska, K., Frank, P. 2006. Approaches for Resolving the Dilemma between Model Structure Refinement and Parameter Calibration in Agent Based Simulations. In 5th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-agent Systems, 8-12 May, Hakodate, 120-122.
- Öksüm, E., Dolmaz, M.N. 2006. Prizma Modelleri Kullanılarak Sentetik Mağnetik Anomalilerin Gauss-Newton Yöntemi ile Ters Çözümlemesi. Süleyman Demirel Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(3), 437-446.
- Pereira, A., Duarte, P., Reis, L.P. 2008. Agent-based Ecological Model Calibration - on the Edge of a New Approach. Computing Research Repository, abs/0809.1686, 107-113
- Sallans, B., Pfister, A., Karatzoglou, A., Dorffner, G. 2003. Simulation and validation of an integrated markets model, J. Artificial Societies and Social Simulation, 6(4), 693-706
- Salwala, C., Kotrajara, V., Horkaew, P. 2010. Improving Performance for Emergent Environments Parameter Tuning and Simulation in Games Using

- GPU. 2010 3rd International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT), 9-11 July, Chengdu, 37-41.
- Saraçoğlu, H., Demirören, A. 2007. Parametreleri Genetik Algoritma ile Ayarlanan Bulanık Kontrolör Yardımıyla Otomatik Gerilim Kontrolü. Elektrik Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 12. Ulusal Kongresi, 14-18 Kasım, Eskişehir.
- Saraçoğlu, B., Güvenç, U., Dursun, M., Poyraz, G., Duman, S. 2013. Biyocoğrafya Tabanlı Optimizasyon Metodu Kullanarak Asenkron Motor Parametre Tahmini. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 2(1), 46-54
- Stützle, T., Hoos, H. 1997. The MAX-MIN Ant System and Local Search for the Traveling Salesman Problem. Proceedings of the IEEE International Conference on Evolutionary Computation (ICEC'97), 13-16 April, USA, 313-329.
- Stützle, T., Hoos, H. 1997. Improvements on the Ant System: Introducing the MAX-MIN Ant System. ss. 245-249. Smith, George D., Steele, Nigel C., Albrecht, Rudolf F. ed. 1997. Artificial Neural Networks and Genetic Algorithms, Springer Vienna, Norwich.
- Şahin, Y., Eroğlu, A. 2014. Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemi İçin Metasezgisel Yöntemler: Bilimsel Yazın Taraması, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(4), 337-355.
- Valenzano, R.A., Sturtevant, N.R., Schaeffer, J., Buro, K., Kishimoto, A. 2010. Simultaneously Searching with Multiple Settings: An Alternative to Parameter Tuning for Suboptimal Single-Agent Search Algorithms. Proceedings of the 20th International Conference on Automated Planning and Scheduling-ICAPS, 12-16 May, Toronto, 177-184.
- White, T., Pagurek, B., Oppacher, F. 1998. ASGA: Improving the Ant System by Integration with Genetic Algorithms. Proceedings of the Third Genetic Programming Conference, 22-25 July, Wiskonsin, 610-617.
- Yanıkoglu, H., Özkara, E., Yüceer, M. 2010. Kinetik Model Parametrelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Optimizasyon Tekniklerinin Kıyaslanması. 9. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi(UKMK-9), 22-25 Haziran, Ankara.
- Yüceer, M., Atasoy, İ., Berber, R. 2004. Kinetik Modellerde Optimum Parametre Belirleme İçin Bir Yazılım: PARES, 6. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi- UKMK-6, 7-10 Eylül, İzmir.
- Yüceer, M., Atasoy, I, Berber, R. 2005. An integration based optimization approach for parameter estimation in dynamic models. Computer Aided Chemical Engineering, Cilt. 20(1), 631-636.
- Yüceer, M., Atasoy, I., Berber, R. 2008. A software for parameter estimation in dynamic models. Brazilian J. of Chem. Engineering, Cilt. 25(4), 813 – 821.