

TÜBİTAK 2209-A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ YURT İÇİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEK PROGRAMI

Proje Yürütücüsünün Adı Soyadı: Mehmet KATI
Araştırma Önerisinin Başlığı: Meta-Sezgisel Optimizasyon Algoritmalarının DSK Yöntemiyle Geliştirilmesi ve Kısıtlı Mühendislik Tasarım Problemlerinin Optimizasyonu
Danışmanın Adı Soyadı: Doç. Dr. Hamdi Tolga KAHRAMAN
Araştırmanın Yürütüleceği Kurum/Kuruluş: Karadeniz Teknik Üniversitesi

ÖZET

Klasik optimizasyon teknikleri, problem boyutunun, yani tasarım değişkenlerinin sayısının çok olması, problemin lineer olmaması, arama uzayının büyük olması durumlarında kabul edilebilir bir çözüm bulmakta yetersiz ve etkisiz kalmaktadırlar. Karmaşıklık düzeyi yüksek optimizasyon problemleri için en uygun çözümü bulmak zor bir görevdir. Günümüzde karmaşıklık düzeyi yüksek arama uzaylarına sahip optimizasyon problemlerinin çözümlenmesinde sıklıkla meta-sezgisel arama algoritmaları kullanılmaktadır. Meta sezgisel arama (MSA) algoritmaları doğadan esinlenilerek geliştirilmiş yöntemlerdir [1].

MSA algoritmalarının tatbik edildiği alanlar optimizasyon problemleri ile de sınırlı değildir. MSA algoritmaları başta tahmin, sınıflandırma ve kümeleme problemlerinin modellenmesinin yanı sıra melez yapay zekâ algoritmalarının tasarımında ve geliştirilmesinde de yaygın ve başarılı bir şekilde uygulanmaktadırlar. Özellikle yapay sinir ağlarının optimizasyonu [2], k-en yakın komşu sınıflandırıcısının [3], karar ağaçlarının [4-5] ve bulanık mantık-temelli algoritmaların [6] melezleştirilmesi ve son dönemlerin popüler araştırma konularından derin öğrenme [7], büyük veri uygulamalarında [8], Endüstri 4.0 [9-10] gibi modern otomasyon sistemlerinin ve uygulamalarının geliştirilmesinde meta-sezgisel optimizasyon tekniklerinden faydalanılmaktadır.

MSA algoritmalarının performansları, komşuluk araması ve çeşitlilik görevlerini yerine getirmelerindeki başarılarına bağlıdır. Özellikle, karmaşıklık düzeyi yüksek problemlerin çözümlenmesinde MSA algoritmalarının üstesinden gelmeleri gereken iki zorluk bulunmaktadır. Bunların ilki, çok modlu problemlerin (multi-modal) arama uzaylarında çok sayıda yer alan yerel minimum tuzaklarını aşmamak iken, ikincisi ise arama sürecinin

sonunda küresel çözüme yeterince yakınsayamamaktır. Yerel çözüm tuzaklarına yakalanmanın başlıca nedeni, algoritmaların çeşitlilik görevlerini etkili bir şekilde yerine getirememeleridir. Yakınsama konusundaki problemler ise algoritmaların komşuluk aramasını hassas bir şekilde gerçekleştirememelerinden kaynaklanmaktadır. Mevcut yöntemlerden daha güçlü arama performansı sergileyen MSA algoritmaları geliştirmek için 1980'li yıllardan bu yana yüzlerce çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmı doğadan esinlenilerek geliştirilen yeni MSA algoritmaları iken, büyük bir bölümü ise mevcut MSA algoritmalarının çeşitli yöntemlerle yeniden tasarlanarak (modifiye edilerek) performanslarının iyileştirilmesi esasına dayanmaktadır [11-25]. MSA algoritmalarının yeniden tasarlanmalarında ve melezleştirilmelerinde ise çoğunlukla doğadan esinlenilerek geliştirilmiş çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemleri üç başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar, “dağılım”, “seçim” ve “kontrol” (DSK) olarak adlandırılan yöntemlerdir.

Günümüzde, üzerinde yoğun bir şekilde çalışılan optimizasyon uygulamalarının başında kısıtlı mühendislik tasarım problemleri gelmektedir. Mevcut MSA algoritmalarının baz modelleri ile bu problemlerin birçoğu çözümlenememekte ya da kabul edilebilir bir çözüme ulaşılamamaktadır. Araştırmacılar bu durumda MSA algoritmalarını kendi problemlerine yönelik olarak özelleştirmek suretiyle modifiye etmekte ve daha iyi çözümleri keşfetmeye çalışmaktadırlar. Algoritmaların probleme özgü olarak tasarlanması ise uzmanlık isteyen ve zorluklarla dolu bir süreçtir. Bu süreçte MSA algoritmaları çok çeşitli tekniklerin tatbik edilebildiği DSK yöntemleri ile esnek ve etkili bir şekilde tasarlanabilmeli, test edilebilmeli ve doğrulanabilmelidirler. Böylesi bir çalışma ise ancak, yazılım tasarım prensiplerine bağlı olarak modüler yapıda geliştirilmiş bir yazılım mimarisini, DSK (dağılım, seçim ve kontrol) yöntemlerini, çeşitli karşılaştırma ve mühendislik test problemlerini, güçlü ve çok sayıda alternatif MSA algoritmalarını içeren ve algoritmaların performanslarını karşılaştırmak için istatistiksel analiz yöntemlerinin tatbik edilebildiği bir platformda gerçekleştirilebilir.

Bu proje çalışmasının amacı, DSK yöntemlerini kullanarak melez ve güçlü MSA algoritmaları geliştirmektir. Böylelikle, günümüzde üzerinde yoğun olarak çalışılan mühendislik tasarım problemlerini mevcut tekniklerden daha başarılı bir şekilde çözümleneyen MSA algoritmalarının geliştirilmesi hedeflenmektedir. Proje kapsamında,

MSA algoritmalarının performanslarını iyileştirme amacıyla araştırma ve geliştirme faaliyetleri yürütülecektir. Araştırma sürecinde literatürdeki en popüler teknikler (güçlü ve güncel 15 MSA algoritması), çeşitli DSK yöntemleri, 90 adet klasik karşılaştırma problemi, 5 adet mühendislik tasarım problemi (MSA makalelerinde 2-4 arası probleme yer verilmektedir) [26-29]. Wilcoxon [30] ve Friedman [31] test ve analiz yöntemleri kullanılacaktır. Bu süreçte üzerinde çalışmalar yürütülecek olan MSA algoritmalarının kaynak kodları MATLAB File Exchange platformundan elde edilmiştir. Çalışma sürecinin ilk adımında, literatürdeki en güncel ve en yaygın kullanılan MSA algoritmaları arasından 15'i (on beşi) seçilecektir. Hâlihazırda bu algoritmaların belirlenmesi için ön çalışma yapılarak 26 MSA algoritmasının makalelerine ve MATLAB kodlarına erişilmiştir [28, 29, 32-55]). Bu 26 algoritma arasından 15'i seçilecektir. Bu algoritmalar arasından ise mühendislik tasarım problemlerinde en iyi performansa sahip olan ilk 3'ü belirlenecektir (algoritmaların mühendislik tasarım problemlerindeki performansları Friedman yöntemiyle analiz edilecek ve sıralanacaklardır). İkinci adımda, bu üç (3) algoritmaya çeşitli DSK yöntemleri tatbik edilerek algoritmaların arama performansları iyileştirilmeye çalışılacaktır. DSK yöntemleri ile güçlendirilen algoritmaların mühendislik tasarım problemlerindeki performansları araştırılacaktır. Bu süreçte algoritmaların komşuluk araması ve çeşitlilik görevlerini dengeli ve daha etkili bir şekilde yerine getirebilmeleri için DSK yöntemlerinden faydalanılacaktır. Üçüncü adımda, modifiye edilmiş MSA algoritmalarının klasik test problemleri, CEC 2014 problem havuzu [56], CEC 2017 problem havuzu [57] ve mühendislik tasarım problemleri [58-61] üzerindeki performansları araştırılacaktır. Bu süreçte algoritmaların baz modelleri ile yeniden tasarlanmış modelleri arasında performans karşılaştırmaları yapılacaktır. Dolayısıyla toplamda altı (6) rakip yöntem arasından en başarılı olanı belirlenmiş olacaktır. Son olarak algoritmaların performansları istatistiksel test ve analiz yöntemleri (wilcoxon ve friedman testleri) ile analiz edilerek kısıtlı mühendislik problemleri için en güçlü MSA algoritması literatüre kazandırılacaktır. Geliştirilecek algoritmaların ve yapılacak çalışmaların uluslararası konferanslarda ve saygın akademik dergilerde yayınlanması için gerekli hazırlıklar ve başvurular yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: FDB Seçim Yöntemi, Meta-Sezgisel Optimizasyon, Yapay Zeka Algoritma Tasarımı