



**TÜBİTAK-2209-A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA
PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI**

ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

2019

Ekim (Güz) Dönem Başvurusu

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

A. GENEL BİLGİLER

Başvuru Sahibinin Adı Soyadı: Mustafa AKBEL
Araştırma Önerisinin Başlığı: ÇOK AMAÇLI META-SEZGİSEL OPTİMİZASYON PROBLEMLERİ İÇİN UYARLANIR FONKSİYON BİRLEŞTİRME YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ
Danışmanın Adı Soyadı: Hamdi Tolga KAHRAMAN
Araştırmanın Yürütüleceği Kurum/Kuruluş: Karadeniz Teknik Üniversitesi

ÖZET

Optimizasyon çalışmaları incelendiğinde çok boyutlu, konveks olmayan ve büyük arama uzaylarına sahip karmaşık problemler için genel çözümün bulunmasının oldukça zor olduğu anlaşılmaktadır. Bu tür problemlerin matematik tabanlı geleneksel optimizasyon yöntemleri çözülmediği bilinmektedir. Karmaşıklık düzeyi yüksek problemlerde optimum çözüme ulaşabilmek için sıklıkla meta-sezgisel arama algoritmaları kullanılmaktadır. Günümüzde optimizasyon problemleri bir çok kategoride sınıflandırılmaktadır. Problemler, ayrık değerli-sürekli değerli, kısıtlı-kısıtsız, tek modlu-çoklu modlu, ayrılabilir-ayrılmaz, tek amaçlı-çok amaçlı şeklinde özelliklerine bağlı olarak sınıflandırılmaktadır. Mühendislik problemlerinin büyük bir çoğunluğu ise konveks olmayan, kısıtlı ve çok amaçlı özelliklerdedirler. Böylesi özelliklere sahip çok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözülmesi ise tek amaçlı olanlara kıyasla çok daha zor ve karmaşıktır.

Günümüzde çok boyutlu ve karmaşık yapıları optimizasyon problemlerinin çözülmesinde kullanılan başlıca yöntem meta-sezgisel arama algoritmalarıdır. Meta-sezgisel algoritmaların performansları ise problemlerin özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir. Bu durum problemlerin tiplerine ve özelliklerine bağlı olarak meta-sezgisel algoritmaların performanslarının belirlenmesi için araştırma yapılmasını gerektirmektedir. Haliyle her yeni problem tanımı ve her yeni meta-sezgisel arama algoritması tasarımı, yapılması gereken yeni deneysel çalışmaları ve karşılaştırmaları da beraberinde getirmektedir. Tüm bu sebeplerden ötürü literatürde yüzlerce meta-sezgisel arama algoritmasına ve on binlerce optimizasyon uygulamasına rastlanılmaktadır. Meta-sezgisel algoritma geliştirme çalışmaları incelendiğinde bazı ortak uygulamaların benimsendiği görülmektedir. Buna göre algoritma geliştirme çalışmalarının büyük bir çoğunluğu (tamamına yakını) sürekli değerli, tek amaçlı ve kısıtsız optimizasyon problemleri üzerinde denenmekte ve test edilmektedirler. Bu durumda geliştirilen algoritmaların çok azı kısıtlı mühendislik problemlerinde test edilirken hemen hiçbir çok amaçlı optimizasyon problemlerine tatbik edilememektedirler. Bu durumun sebebi ise algoritmaların kısıtlı ve/veya çok amaçlı optimizasyon problemlerine tatbik edilebilmeleri için farklı bir çaba gösterilmesi gerektiğidir. Haliyle literatüre kazandırılan algoritmaların neredeyse hiçbirinin çok amaçlı optimizasyon problemleri üzerindeki performansı bilinmemektedir. Literatürde çok amaçlı optimizasyon çalışmaları bulunmakla beraber, bu çalışmalar sadece problem alanında faaliyet gösterenler tarafından ve sınırlı yeteneklere sahip olarak yerine getirilebilmektedir. Çok amaçlı optimizasyon çalışmalarının en ayırt edici gereksinimi olan amaç fonksiyonların birleştirilmesi/değerlendirilmesi konusunda çoğu kez yeterli nitelikte araştırma yapılamamaktadır. Çünkü bu konudaki araştırma faaliyetlerini yürütebilmek hem programcılık, hem meta-sezgisel algoritmalar, hem de ilgili matematiksel yöntemler konularında uzmanlık gerektirmektedir.

Bu proje kapsamında, optimizasyonun en zor ve en az çalışılan konularından biri olan çok amaçlı optimizasyon problemleri üzerinde çalışılacaktır. Çalışmanın başlıca amacı, meta-sezgisel arama algoritmalarının çok amaçlı optimizasyon problemlerine tatbik edilmelerinde karşılaşılan kısıtları ortadan kaldırmak ve problemten bağımsız olarak uygulanabilecek olan "uyarlanır fonksiyon birleştirme yöntemini" geliştirmektir. Bu amaçla meta-sezgisel arama algoritmalarının ve çok amaçlı optimizasyon problemlerinin derinlemesine bir analizi yapılacak ve her iki ögenin sahip oldukları somut bağımlılıklar ortaya çıkarılacaktır. Ortaya çıkarılan somut bağımlılıklar, yazılım tasarım prensipleri tatbik edilerek soyut bağımlılıklara dönüştürülecektir. Böylelikle algoritmanın probleme ve problemin de algoritmaya olan bağımlılığı ortadan kaldırılacaktır. Ayrıca amaç birleştirme fonksiyonlarının kullanıcı çabası gereksizsinin tatbik edilmesi için literatürde yer alan başlıca yöntemler de geliştirilecek olan platforma entegre edilecektir. Probleme en uygun matematiksel tekniği belirlemek ve "uyarlanır fonksiyon birleştirme yöntemini" geliştirmek için meta-sezgisel arama algoritmalarının tasarımları ve arama stratejileri konularında akademik çalışmalar ve araştırma faaliyetleri yürütülecektir. Proje neticesinde, çok amaçlı farklı optimizasyon problemlerinin ve farklı meta-sezgisel arama algoritmalarının tatbik edilebileceği ve uyarlanır fonksiyon birleştirme yöntemi ile çalışan bir yazılım platformu geliştirilmiş olacaktır. Geliştirilecek yazılım platformuna internet üzerinden erişilebilecek ve uygulamanın sahip olacağı işlevler web ortamından çalıştırılabilir olacaktır. Proje çalışmasının ilk bilimsel çıktısı, 18-20 Nisan 2020 tarihleri arasında Antalya'da gerçekleştirilecek olan ICAIAME'20 konferansında (yapay zekâ temalı uluslararası bir konferans) sunulacaktır. Hâlihazırda proje konusunun belirlenmesinde olduğu gibi, projede yer alan faaliyetlerin gerçekleştirilmesi hususunda da akademik danışman desteği ve yönlendirmesi olacaktır.

1. ÖZGÜN DEĞER

1.1. Konunun Önemi, Araştırma Önerisinin Özgün Değeri ve Araştırma Sorusu/Hipotezi

a) *Konunun Önemi:* Günümüzde optimizasyonun olmadığı bir sürece ya da sektöre rastlamak mümkün değildir. Sistemlerin ve süreçlerin işleyişlerini en etkin hale getirmek, maliyetleri asgari seviyeye düşürürken kazancı azami seviyeye çıkarmak optimizasyon konusudur. Optimizasyon, belirli ya da dinamik şartlar altında en düşük enerjiyle en yüksek verimi elde etme çabasıdır. 1950'li yıllara kadar matematik tabanlı geleneksel yöntemlerle çözümlenen optimizasyon problemleri özellikle 1950-1990 yılları arasında geliştirilen ve olgunlaşan meta-sezgisel yöntemlerle çözümlenmeye başlanmıştır. Meta-sezgisel optimizasyon yöntemleri, geleneksel optimizasyon yöntemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda sıklıkla kullanılmakta ve etkili çözümler üretmektedirler. Günümüzde optimizasyon problemlerinin sayısı artmakta ve zamanla daha fazla karmaşıklığa sahip problemler ortaya çıkmaktadır. Zorluk düzeyi yüksek optimizasyon problemleri için geleneksel optimizasyon yöntemleri kullanılarak kabul edilebilir bir çözümün kabul edilebilir bir sürede elde edilemediği görülmektedir. Bunun yanında doğayı taklit eden algoritmalar olan meta-sezgisel arama (MSA) algoritmaları, zor optimizasyon problemleri için kabul edilebilir çözümleri makul sürelerde keşfedebilmektedirler. Bu durum meta-sezgisel optimizasyon yöntemlerinin yaygınlaşmalarını da izah etmektedir. Optimizasyon problemlerini amaç fonksiyon sayısına göre "tek amaçlı" ve "çok amaçlı" olarak iki kategoride sınıflandırmak mümkündür. MSA algoritmaları öncelikle tek amaçlı problemlerin çözümü için tasarlanmakta ve geliştirilmektedirler. Ancak çok amaçlı problemlerin çözülmesi gerektiğinde bu problemlere uyarlanmaktadır. Bu süreç önemli problemleri de beraberinde getirmektedir. Sıklıkla karşılaşılan problemlerden bir kaçısı sırasıyla: (i) tek amaçlı ve sürekli değerli problemlerin optimizasyonu için geliştirilen bir MSA algoritmasının çok amaçlı fonksiyonların optimizasyonu için uyarlanması zor oluşu ve teknik bir bilgi/tecrübe/yetenek gerektirmesi, (ii) çok amaçlı problem için uyarlanan algoritmanın tek amaçlı problemlerde gösterdiği performansa paralel bir arama başarısı gösterememesi (bir başka deyişle tek amaçlı fonksiyonlarda rakiplerine kıyasla başarılı olan bir algoritma, çok amaçlı problemlerde rakiplerine yenilebilmektedir) (iii) çok amaçlı optimizasyon algoritmalarının probleme (uygulama alanı) yüksek seviyede bağımlı olması ve farklı problemlere tatbik edilmelerinde zorluklarla karşılaşılması (iv) çok amaçlı optimizasyon problemlerinde amaç fonksiyonların birleştirilmelerinde kullanılan yöntemlerin hangi problemlerde nasıl etkiler yaptığının bilinmemesi, (v) çok amaçlı optimizasyon problemleri için geliştirilmiş ve problemden bağımsız uygulanabilen bir algoritmanın olmayışı. Çok amaçlı optimizasyon problemleri konusunda karşılaşılan problemler bunlarla sınırlı değildir. Tüm bu problemler çok amaçlı optimizasyon çalışmalarını olumsuz yönde etkilemekte ve bu alanda yeterince araştırma yapılamamasına neden olmaktadır. Oysaki günümüzde optimizasyon problemlerinin önemli bir bölümü çok amaçlı tiptedir. Bu proje çalışması böylesi önemli bir konuda ve bu denli ihtiyaç duyulan bir araştırma faaliyetini kapsamaktadır.

b) *Araştırma Önerisinin Özgün Değeri:* proje önerisinin özgün değeri maddeler halinde aşağıda açıklanmaktadır:

- i) *Çok amaçlı optimizasyon çalışmalarının problemten bağımsız bir şekilde çözümlenebileceği bir platform geliştirilecektir.*
- ii) *Çok amaçlı optimizasyon problemleri için en uygun amaç fonksiyonu birleştirme yöntemini belirleyen bir algoritma geliştirilecektir.*
- iii) *Tek amaçlı optimizasyon problemleri için geliştirilmiş MSA algoritmalarının çok amaçlı optimizasyon problemleri alanında esnek bir şekilde uygulanabilmeleri sağlanacaktır. Bu yetenek, yazılım tasarım prensipleri ve tasarım desenleri ile kazandırılacaktır.*
- iv) *MSA algoritmaları ile amaç fonksiyon birleştirme yöntemleri arasında arayüz sınıflar tasarlanarak yazılım-tabanlı soyutlama sağlanacaktır.*

Literatürde, yukarıdaki maddelerde sıralanan özelliklere sahip bir uygulama ya da algoritma bulunmamaktadır.

c) *Araştırma sorusu:* Çok amaçlı optimizasyon problemlerinin meta-sezgisel algoritmalarla çözümlenmesinde hangi düzeyde soyutlama sağlanabilir? Problemden ve algoritmadan bağımsız çalışacak düzeyde bir soyutlama sağlanabilir mi? Çok amaçlı optimizasyon problemleri ve meta-sezgisel arama algoritmaları yazılım tasarım prensipleri (SOLID) ile tasarlanacak ve yazılım tasarım desenleri ile gerçekleştirilecek olurlarsa problem ve algoritma düzeyinde bir soyutlama sağlanabilir mi? Çok amaçlı optimizasyonda fonksiyon birleştirme yöntemlerinin etkisi nedir? Farklı problemler için en uygun çok amaçlı fonksiyon birleştirme yöntemi nasıl belirlenebilir? En uygun fonksiyonel birleştirme yönteminin problemten bağımsız bir şekilde ve kullanıcı müdahalesi olmadan kolay ve etkili bir şekilde belirlenmesi mümkün müdür?

Hipotez: Çok amaçlı optimizasyon problemlerinin meta-sezgisel arama algoritmaları ile çözümlenmelerinde karşılaşılan engellerin temelinde yazılım tasarımından kaynaklanan sorunlar bulunmaktadır. Bu durum, çok amaçlı optimizasyon uygulamalarının yeterince araştırılmamasının ve yaygınlaşmasının başlıca sebebidir. Dolayısıyla hem problemlerin hem de algoritmaların tanımlanmalarında ve yazılım ortamında gerçekleştirilmelerinde karşılaşılan somut bağımlılıkların ortadan kaldırılması gerekir. Bunun için her iki öğenin de etkili bir şekilde analiz edilmeleri, yazılım tasarım prensipleri çerçevesinde tasarlanmaları ve tasarım desenleri ile kodlanmaları etkili bir

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

çözüm sağlayabilir. Ayrıca, çok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözülmesinde ve amaç fonksiyonların birleştirilmesinde kullanılan yöntemler optimizasyonun nihai başarısı üzerinde farklı etkilere sahiptirler. Bu etkinin araştırılması ve her problem için optimum çözümü sağlayan yöntemin belirlenmesi gerekir. Bu proje çalışmasında tasarlanacak platform sayesinde problemler için en uygun birleştirme yönteminin uyarlanır bir yaklaşımla gerçekleştirilmesi sağlanabilir. Bu amaçla, meta-sezgisel arama algoritmalarının arama stratejileri ve tasarımları üzerinde çalışmalar yapılmasıyla, farklı fonksiyon birleştirme yöntemlerinin arama sürecindeki etkileri probleme özgü olarak modellenebilir. Bu sayede algoritmadan, problemde ve fonksiyon birleştirme yönteminden bağımsız olarak çalışan, çok amaçlı optimizasyon problemlerinin en etkili şekilde çözülmesini sağlayan, esnek bir platform ve güçlü bir algoritma geliştirilmiş olur.

1.2. Amaç ve Hedefler

Bu proje çalışmasında, çok amaçlı optimizasyon problemleri için uyarlanır fonksiyon birleştirme yönteminin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaca yönelik olarak aşağıdaki çıktıların elde edilmesi hedeflenmektedir:

- i) Çok amaçlı optimizasyon çalışmalarının problemde bağımsız bir şekilde çözümlenebilmesi sağlanacaktır. Bu yeteneğe sahip olarak geliştirilecek platformun öğeleri olan optimizasyon problemi, MSA algoritması ve amaç fonksiyonu birleştirme yöntemi birbirinden bağımsız olarak çalışabilecek şekilde modüler yapıda tasarlanacaktır.
- ii) Çok amaçlı optimizasyon problemleri için en uygun amaç fonksiyonu birleştirme yöntemi belirlenecektir.
- iii) Tek amaçlı optimizasyon problemleri için geliştirilmiş MSA algoritmalarının çok amaçlı optimizasyon problemleri alanında esnek bir şekilde uygulanabilmeleri sağlanacaktır. Bu yetenek, yazılım tasarım prensipleri ve tasarım desenleri ile kazandırılacaktır.
- iv) Proje neticesinde, çok amaçlı farklı optimizasyon problemlerinin ve farklı meta-sezgisel arama algoritmalarının tatbik edilebileceği ve uyarlanır fonksiyon birleştirme yöntemi ile çalışan bir yazılım platformu geliştirilmiş olacaktır. Geliştirilecek yazılım platformuna internet üzerinden erişilebilecek ve uygulamanın sahip olacağı işlevler web ortamından çalıştırılabilir olacaktır.

2. YÖNTEM

Bir yazılım projesi planlı bir şekilde gerçekleştirilmesi için yazılım yaşam döngüsünden oluşmalıdır. Yazılımın yaşam döngüsü tek yönlü veya doğrusal değildir ve birkaç temel aşamadan oluşur. Döngü içerisinde her hangi bir aşamada geriye dönmek ve tekrar ilerlemek söz konusudur. Bu proje de yazılım yaşam döngüsü aşamalarını takiben geliştirilecektir. Bu aşamalar sırasıyla planlama, analiz, tasarım, gerçekleştirim, test ve bakımdır.

Yazılım yaşam döngüsünün ilk adımı planlama kısmında problem tanımı, literatür taraması, fizibilite ve proje planlaması gerçekleştirilmektedir. Bu proje yapay zeka ile modellenecek ve çeşitli meta sezgisel algoritmalar kullanılacaktır. Bu meta-sezgisel algoritmalar kullanıcının istediği fonksiyon birleştirme yöntemini veya uyarlanabilir fonksiyon birleştirme yöntemini kullanarak çok amaçlı optimizasyon problemlerini tatbik edecek hale dönüştürmekteyiz.

2.1. Projenin Temel Öğeleri

2.1.1. Çok amaçlı optimizasyon problemleri

Birden fazla amaç içeren optimizasyon problemleridir. Bütün amaçlar optimize edilmelidir. Çok amaçlı optimizasyon problemleri aşağıdaki gibi formüle edilmiştir :

$$F(x) = \{f_1(x), f_2(x), \dots, f_0(x)\} \quad (1)$$

$$g_i(x) \geq 0, i = 1, 2, \dots, m \quad (1.1)$$

$$h_i(x) = 0, i = 1, 2, \dots, p \quad (1.2)$$

$$lb_i \leq x_i \leq ub_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1.3)$$

m eşitsizlik kısıtlayıcısının sayısıdır, p ise eşitlik kısıtlayıcısının sayısıdır.

Bu problemlerin çözümlerinin üretilmesi zordur. Çünkü birden fazla kısıtlayıcı bulunmaktadır. Çözümleri karşılaştırılıp birbirinden üstü n olup olmadığını anlamak için pareto baskınlığı kavramı kullanılmaktadır [16-18].

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

Pareto Baskınlığı :

Aşağıdaki iki vektör olsun: $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ ve $\vec{y} = (y_1, y_2, \dots, y_k)$

Eğer x vektörü y vektörüne göre baskın ise :

$$\forall i \in \{1, 2, \dots, k\}, [f_i(\vec{x}) \leq f_i(\vec{y})] \wedge \exists i \in \{1, 2, \dots, k\},$$

$$[f_i(\vec{x}) < f_i(\vec{y})] \quad (1.4)$$

1.4 denklem incelendiğinde bir çözümün başka bir çözümden daha iyi olduğu görülebilmektedir. Sonuçlarda eşit ve en az bir değerin daha iyi olması onu baskın kılmaktadır. Pareto iyimserliği de çok amaçlı optimizasyon için önemlidir.

Pareto İyimserliği :

$\vec{x} \in X$ olduğunu varsayarsak, \vec{x} pareto optimal bir çözüm olabilir:

$$\{ \nexists \vec{y} \in X \mid \vec{y} < \vec{x} \} \quad (1.5)$$

Çok amaçlı problemler için optimum çözümler bulunmaktadır. Bu optimum çözümlere optimizasyonda pareto optimal çözüm seti denilmektedir. Pareto optimal çözümlerinin izdüşümüne pareto optimal cephesi denilmektedir.

Pareto Optimal Seti :

Pareto seti, pareto optimal çözümlerini içeren settir :

$$P_s := \{ \vec{x}, \vec{y} \in X \mid \nexists \vec{y} < \vec{x} \} \quad (1.6)$$

Pareto Optimal Cephesi :

Set içinde bulunan değerlerden oluşmaktadır.

$$\forall i \in \{1, 2, \dots, k\}, P_f := \{ f_i(\vec{x}) \mid \vec{x} \in P_s \} \quad (1.7)$$

Yapmış olduğumuz dört tanımla çözümler kolayca karşılaştırılabilir ve çok amaçlı problemler çözümlenebilir. Değişkenler, amaçlar ve kısıtlar tekrar arama uzayı oluşturur. Tek amaçlı aramaya benzer şekilde her alanın arama sınırları belirlenir ve sınırlandırılır. Pareto optimal cephesinde birden fazla çözüm bulunabilmektedir. Çok amaçlı optimizasyonda solüsyonların dağıtımı çok önemlidir. Birden fazla pareto optimal cephesi vardır : içbükey, dışbükey, doğrusal, ayrılmış vb. Bu cephelerden en iyi şekilde dağıtılmış bir pareto optimal cephesi bulmak çok önemlidir..

Çok amaçlı optimizasyon algoritması:

Eski yöntemlere göre çok amaçlı problem tek amaçlı probleme dönüştürülmektedir. Bu işlemi bir dizi ağırlık kullanılarak yapılmaktadır. Bu ağırlıklar genellikle uzmanlar tarafından yapılmaktadır. Amaçlar birleştirildikten sonra tek amaçlı optimizasyon algoritmaları kullanılabilir. Bu tekniğin dezavantajı ise her seferinde ağırlıkların değiştirilip algoritmanın yeniden çalışması ile pareto optimal çözüm seti elde edilmesidir [17]. Bununla birlikte posteriori yaklaşımı vardır. En büyük avantajı tek bir çalışma ile pareto optimal çözüm seti belirlenebilmektedir [18]. Dezavantajı ise çok amaçlı hedefler ve özel mekanizmalar ele alınmasıdır. Bu durum posteriori optimizasyonunu daha zor ve hesaplama açısından daha pahalı hale getirmektedir.

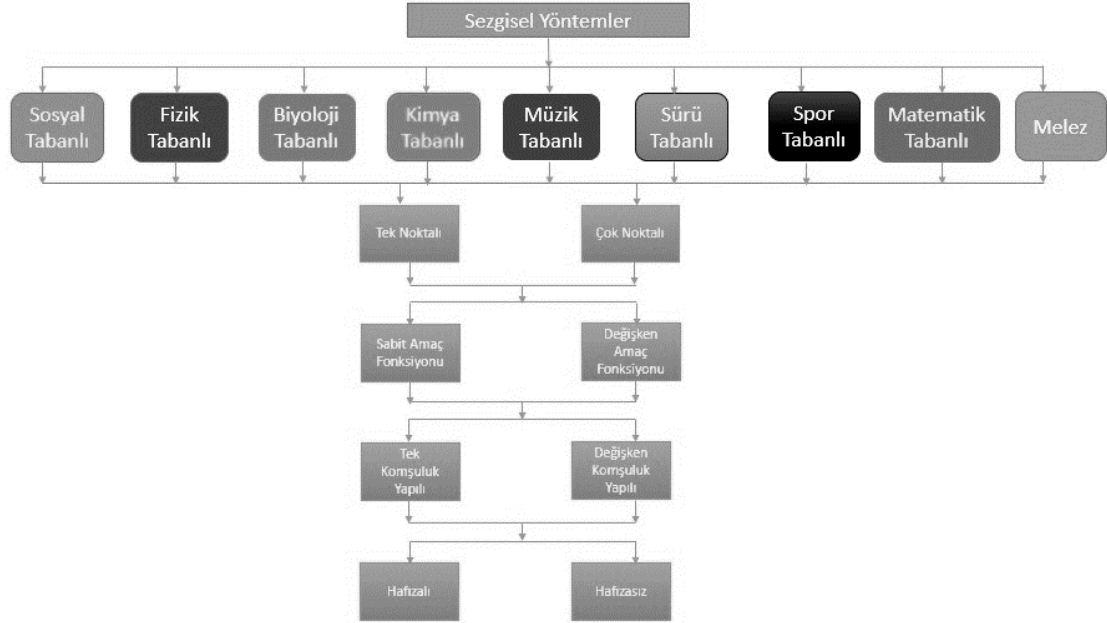
2.1.2. Meta-sezgisel arama algoritmaları

Meta-sezgisel arama sürecinde doğadaki başarı öyküleri algoritmalarla taklit edilmektedir. 1950'li yıllardan bu yana çok sayıda meta-sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Son 10 yıl içinde ise geçmiş 50 yıldakine yakın sayıda algoritma literatüre kazandırılmıştır. Bu durum meta-sezgisel algoritmalara ilginin giderek arttığının en önemli göstergesidir. Bu ilginin başlıca sebebi ise optimizasyon, veri madenciliği ve bilgi güvenliği gibi alanlardaki çalışmaların yaygınlaşması ve önem kazanmasıdır. Özellikle optimizasyon her alanda yaygınlaşmakta, problemlerin karmaşıklık düzeyleri artmakta ve maliyetleri azaltmanın yolları aranmaktadır. Meta-sezgisel algoritmalar optimizasyon problemlerinin çözümünde etkili sonuçlar üretmektedirler. Tüm bu faktörler meta-sezgisel arama algoritmalarının son yıllarda neden bu kadar önem kazandığını açıklamaktadır [1-24].

Meta sezgisel yöntemler, geleneksel en iyileme yöntemlerinin kabul edilebilir bir çözüm üretemediği karmaşık en iyileme problemleri için kabul edilebilir bir zaman diliminde etkin ve uygun çözümler üretebilen yaklaşık

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

algoritmalarıdır. Meta sezgisel yöntemler, farklı problemlere kolayca uyarlanabilmeleri sayesinde çizelgeleme, rotalama, zaman planlama, çizge boyama gibi birçok farklı probleme etkin çözümler getirebilmektedir [11].



Şekil 1. Meta sezgisel yöntemler

Meta sezgisel arama sürecinin temel adımları aşağıda görülmektedir.

1. Problemin yaratılması (uygunluk fonksiyonunun, ceza fonksiyonunun tanımlanması)
2. Çözüm adayının tasarımı ve çözüm adayları topluluğunun yaratılması
3. Adayların uygunluk değerlerinin hesaplanması
4. İteratif süreç (Stochastic arama)
 - Komşuluk Araması
 - Çeşitliliğin Sağlanması
 - Çözüm adayı setinin güncellenmesi
5. Sonlandırma kriteri sağlandı mı?
 - Hayır (Adım 4'e dön)
 - Evet (arama sürecini sonlandır ve en iyi çözüm adayını kaydet)

Tek amaçlı optimizasyon için birçok meta sezgisel algoritmalar geliştirilmiştir. Ancak günlük hayatımızda karşılaştığımız problemler birden çok amacı içerdiğinden dolayı tek amaçlı meta sezgisel optimizasyon algoritmaları ile çözememekteyiz. Bunun için tek amaçlı meta sezgisel optimizasyon algoritmalarını fonksiyon birleştirme yöntemlerini kullanarak çok amaçlı optimizasyon problemlerini tatbik edecek hale dönüştürmekteyiz. Dönüştürdüğümüz bu meta sezgisel algoritmaları sisteme entegre ederek kullanıcıya basit, kullanımı kolay çok amaçlı meta sezgisel optimizasyon algoritmalarını kıyaslayabileceği, fonksiyon birleştirme yöntemlerini kıyaslayabileceği bir araç geliştirmeyi hedeflemekteyiz.

2.1.3. Çok amaçlı fonksiyon birleştirme yöntemleri

2.1.3.1. Ağırlık tabanlı yöntem

Çok amaçlı optimizasyon problemlerini çözmek için kullanılan en basit yöntemdir. Amaç fonksiyonlarını bir ağırlık katsayısı ile çarparak toplar. Sonuçta çok amaçlı optimizasyon problemi tek amaçlı optimizasyon problemine dönüşmüş olur [12].

2.1.3.1.1. Sabit ağırlıklı amaç fonksiyonu

Sabit ağırlıklı amaç fonksiyonu, birden fazla amacı, tek amaç altında birleştirir ve tek amaçlı problem haline getirir

[12].

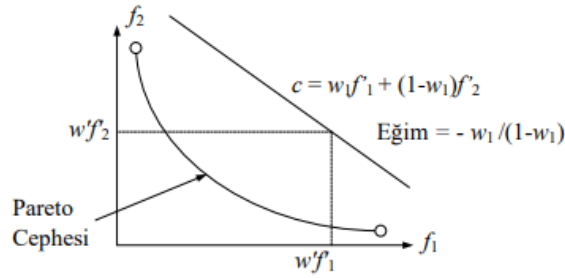
Denklem 2.1’de görüldüğü gibi her fonksiyon bir ağırlık değeri ile çarpılarak tek bir fonksiyon altında birleştirilir. Denklem 2.2’de ise ağırlık değerlerinin toplamı 1 olması gerektiği görülmektedir.

$$f(x) = W_1f_1(x) + W_2f_2(x) + \dots + W_nf_n(x) \quad (2.1)$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} w_i = 1 \quad (2.2)$$

Sabit ağırlıklı amaç fonksiyonu yönteminde bir veya birden fazla amacın ağırlık değeri yüksek verilerek, arama uzayında belirli bir yönde hareket etmesi sağlanabilir [13].

Bu durumda çok amaçlı optimizasyon problemi tek amaçlı hale $w_1f_1 + (1 - w_1)f_2$ ($w_2 = (1 - w_1)$) denklemi kullanılarak getirilir. Bu eşitlik iki boyutlu amaç uzayında bir doğruyu ifade etmektedir. Amaç fonksiyonlarının alacağı farklı değerlere göre bu doğru Pareto cephesine yaklaşmaktadır.



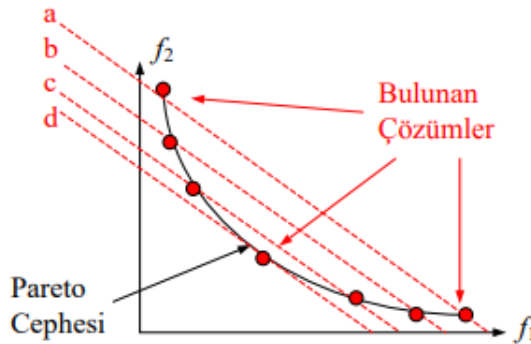
Şekil 2. Sabit ağırlıklı amaç fonksiyonu gösterimi

2.1.3.1.2. Değişken ağırlıklı amaç fonksiyonu

Değişken ağırlıklı amaç fonksiyonu, sabit ağırlıklı amaç fonksiyonunun eksikliklerini gidermek amacıyla oluşturulmuştur. Değişken ağırlıklı amaç fonksiyonu yöntemi ağırlıkları rasgele seçmektedir. Bu şekilde sabit ağırlıklı amaç fonksiyonu yöntemindeki gibi arama uzayı tek bir yönde olmamaktadır. Çok amaçlı optimizasyon problemlerinde arama uzayı farklı yönlerde giderek pareto çözüm kümesi bulabilmektedir. Bu eksikliği giderebilmek için değişken ağırlıklar kullanılmaktadır. Denklem 2.1 ve 2.2’ye ek olarak Denklem 2.3 şartı da sağlanmalıdır.

$$W_i = \frac{\text{rasgele}_i}{\text{rasgele}_1 + \text{rasgele}_2 + \dots + \text{rasgele}_n}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.3)$$

Ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak tüm Pareto cephesi elde edilmesi amaçlandığında aynı tek amaçlı optimizasyon algoritması farklı ağırlıklar için tekrarlanması gerekir. Bu çalışma zamanında artışa neden olmasına rağmen tüm Pareto cephesinin tespit edilmesi amaçlandığı için karar vericiye daha fazla seçenek sunacaktır.



Şekil 3. Değişken ağırlıklı amaç fonksiyonu gösterimi

2.1.3.2. Entropi tabanlı yöntem

Bu yöntem Shannon'un (1948) belirsizliğin ölçüsü olarak tanımlanan Entropi kavramı üzerine inşa edilmiştir. Enformasyon (Information) teoreti entropi; ayrık (discrete) olasılık dağılımı ile verilen belirsizliğin miktarının bir kriteridir. Entropi değeri yüksek olan veri grubunda belirsizlik daha fazladır. Alternatifler için belli bir miktarda bilgileri içeren karar matrisine sahip isek, entropi yöntemi kriterlerin önem sırasını yani ağırlık değerlerini belirlemek için kullanılabilecek bir araçtır.

m alternatifli ve n kriterli bir çok kriterli karar verme problemi için karar matrisi:

$$D = \begin{matrix} & X_1 & X_2 & \dots & X_j & \dots & X_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Burada x_{ij} : i. alternatifin j. kritere göre başarı değeridir, $i = 1, 2, \dots, m$ ve $j = 1, 2, \dots, n$.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{p=1}^m x_{pj}}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$$

formülü ile

$R = [r_{ij}]_{m \times n}$ normalleştirilmiş karar matrisi elde edilir.

$$e_j = -\frac{1}{\ln(m)} \sum_{i=1}^m r_{ij} \ln r_{ij}, j = 1, 2, \dots, n.$$

formülü ile her bir kriterin entropi değeri bulunur. Burada e_j , j. kriterin entropi değerini göstermektedir.

$$W_{ij} = \frac{1-e_j}{\sum_{p=1}^n (1-e_p)}, j = 1, 2, \dots, n.$$

ile kriterlerin ağırlık değerleri atanmış olur.

$$\sum_{j=1}^n W_j = 1 \text{ olmalıdır.}$$

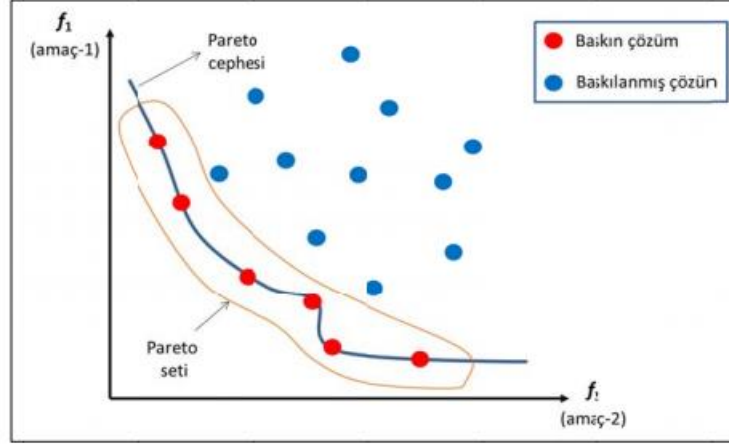
2.1.3.3. Pareto tabanlı yöntem

Pareto-Optimal kavramı 1900'lü yılların başlarında, esasen İtalyan bir iktisatçı ve sosyolog olan Vilfredo Pareto tarafından bulunmuştur. Pareto-Optimal kavramı, evrimsel algoritmalara uyarlanmasıyla, çok amaçlı evrimsel optimizasyon algoritmaları geliştirilmiştir. Buna göre, bir çözüm amaç değerlerine göre, en iyi, en kötü ve diğer çözümlere eşit olabilir. En iyi çözüm, amaçların herhangi biri içinde en kötü olmayan ve en azından bir amaç içinde diğerlerinden daha iyi olan çözüm anlamındadır. Pareto-Optimal çözüm, arama uzayında, herhangi bir diğer çözüm tarafından domine edilmeyen çözümdür [9].

Pareto tabanlı yöntem de ise çözüm adaylarında baskın ve basılgınlık kavramları ortaya çıkmaktadır. Karar uzayında tanımlanmış herhangi bir $x(1)$ çözümü yine aynı uzayda tanımlanmış herhangi bir $x(2)$ çözüm adayını aşağıdaki koşulların hepsi sağlandığı durumda $x(1)$, $x(2)$ 'yi baskılıyor denir [14].

1. tüm amaç değerleri için $x(2)$ 'den daha kötü (büyük) değere sahip olmayacak
2. $x(1)$ en azından tek bir amaç değeri için $x(2)$ 'den daha küçük amaç değerine sahip

Baskın olan tüm çözümlerin kümesi, "Pareto Cephesi" olarak adlandırılır. Pareto cephesi çok amaçlı optimizasyon problemlerinde ulaşılması mümkün olan çözümlerin sınırını belirler.

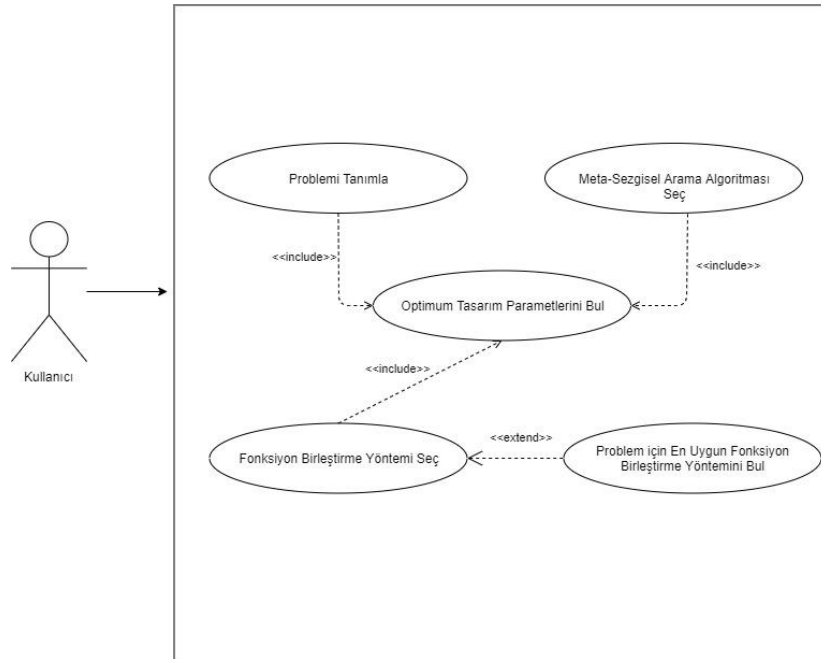


Şekil 4. Baskın ve baskılanmış çözümlerin ilişkisi

2.2. Proje Planı

2.2.1. Kullanım senaryosu

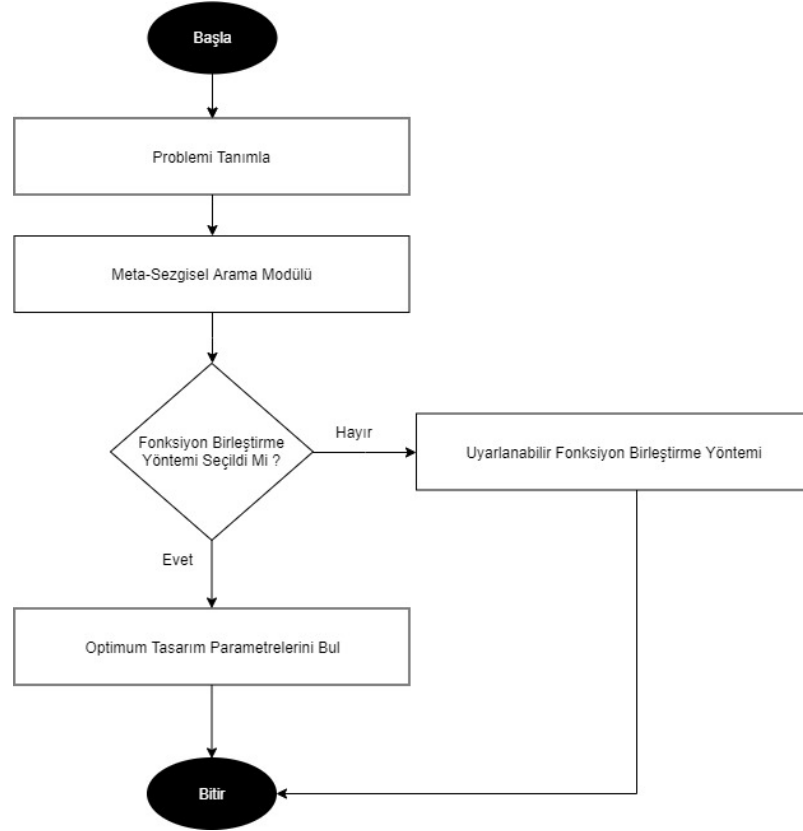
Yazılım yaşam döngüsünün ikinci adımı analizdir. Yazılım yaşam döngüsünün en önemli aşamalarından biri olan analiz sürecinde projenin tüm işlevleri detaylı olarak belirlenir. Bu belirtilere bağlı olarak sistem gereksinimleri netleşir ve buna bağlı talepler hazırlanıp, kullanım senaryoları çizilir. Kullanım senaryosu diyagramları sayesinde, sistemdeki aktörler ve bu aktörlerin rolleri belirlenmiş olur. Projeye ait analizler büyük oranda tamamlanmıştır.



Şekil 5. Geliştirilecek olan aracımızın kullanım senaryosu

2.2.2. Akış diyagramı

Herhangi bir sorunun çözümü için izlenmesi gerekli olan aritmetik ve mantıksal adımların söz veya yazı ile anlatıldığı algoritmanın, görsel olarak simge ya da sembollerle ifade edilmiş şekline akış diyagramı adı verilir. Akış diyagramlarını kullanarak karmaşık olan süreci şemalar ile göstererek sistemin çalışma yapısını açık, anlaşılması kolay hale getirmektediriz.



Şekil 6. Geliştirilecek olan aracımızın akış diyagramı

2.3. Yazılım Tasarımı ve Mimarisi

Yazılım yaşam döngüsünün üçüncü adımı tasarımıdır. Analiz çalışması sonucu ortaya çıkartılan proje detayları baz alınarak proje gerekli durumlarda bileşenlerine ayrılırlar, proje içerisinde yapılacak işlemler adım adım belirlenir ve proje planı oluşturulur. yapılır. Yazılımın ekranları, ekranlarda nelerin bulunacağı, hangi ekranlara nasıl geçileceği, fonksiyonel olarak hangi adımların oluşturulacağı, yazılımın bileşenleri ve modülleri bu aşamada tasarlanır.

Bu proje, yazılım tasarım prensipleri (SOLID) baz alınarak geliştirilecektir. Bu sayede, kalitesi yüksek, geliştirilmeye açık, bakımı ve onarımı kolay bir uygulama tasarlanmış olacaktır.

SOLID (Single responsibility, Open-closed, Liskov substitution, Interface segregation ve Dependency inversion) yazılım tasarım prensipleri için kullanılan bir kısaltmadır. Tasarım Prensipleri kodumuzun daha performanslı, daha az karmaşık ,daha okunur ve geliştirilebilir olması için çıkarılan prensiplerdir.

Tek Sorumluluk Prensibi(Single Responsibility Principle)

Bu prensibin amacı projede bir değişiklik yapılmak istendiğinde buna bağlı olarak nelerin etkileneceği düşüncesinden kurtulmak ve özgürce isteğimiz geliştirmeyi yapabilmemize olanak sağlamaktır. Kohezyon olgusuyla yakından ilişkili olan bu prensip, bir modülün(örneğin sınıfın) sadece tek bir sorumluluğu yerine getirmek üzere tasarlanmasını öngörür.

Açık/Kapalı Prensibi (Open/Close Principle)

Yazılımlar genellikle zaman içinde değişim göstermek zorunda kalır. Değişim engellenemeyecek bir durum olduğuna göre, yazılımcının yapması gereken şey; tasarladığı sistemin bir noktasında ortaya çıkması muhtemel bir değişim halinde, diğer pek çok yerde zincirleme bir değişim olmasını ve kaosu engellemektir. Programı geliştirmek, programa yeni bir davranış biçimi eklemek anlamına gelmektedir.

Zayıf Bağlaşım Prensibi (Low Coupling Principle)

Çoğu zaman birbirleriyle ilişki ve iletişim halinde olan nesneler birbirlerini içerebilir ya da çeşitli biçimlerde

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

kullanabilirler. İşte coupling; nesneler arasındaki böylesi ilişkilerin nesneleri birbirlerine ne kadar bağlı kıldığıнын bir ölçüsüdür.

Arayüz Ayırma Prensibi (Interface Segregation Principle)

Ortak bir arayüzü gerçekleyen (implemente eden) sınıflarla oluşturulan yapılarda, bazı sınıfların söz konusu arayüzün zorunlu kıldığı tüm fonksiyonları içermemesi, başka bir deyişle arayüzdeki bazı fonksiyonları implemente etmemesi isteniyor olabilir. Bu problemi arayüzü ayırarak çözebilemekteyiz.

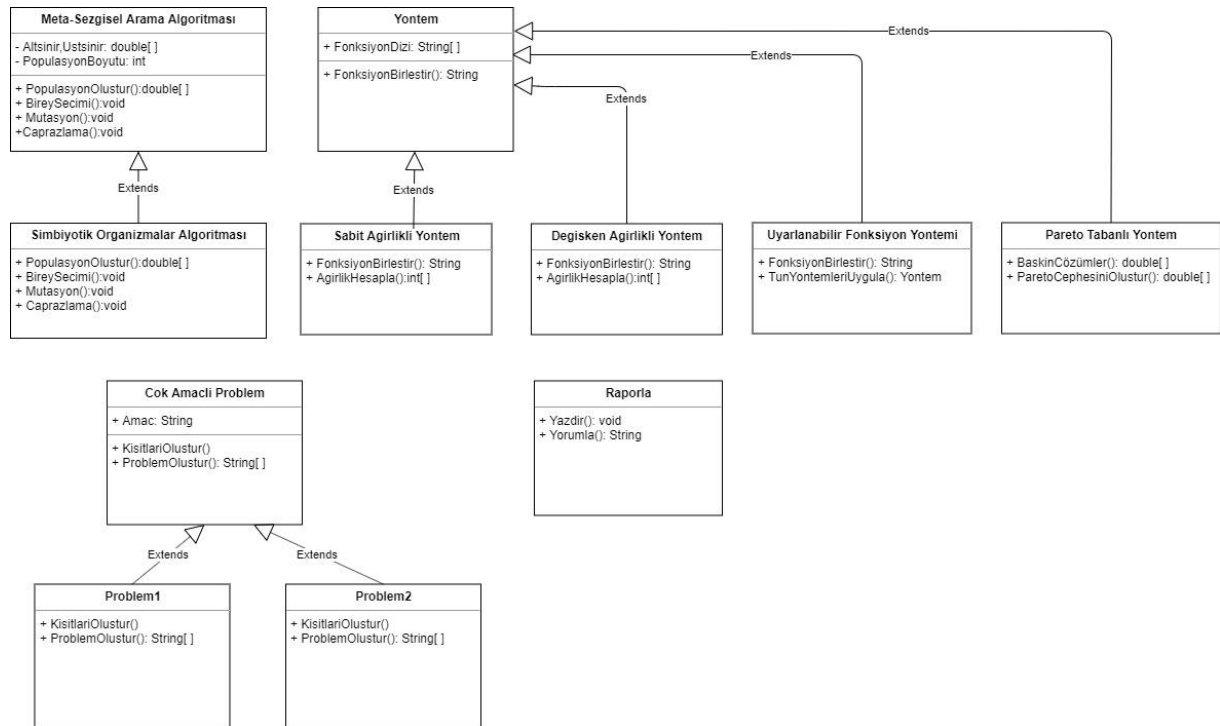
Bağımlılığı Ters Çevirme Prensibi (Dependency Inversion Principle)

Bu prensip, yüksek seviyeli sınıfların, aşağı seviyeli sınıflarla doğrudan bir bağımlılığının olmamasını öngörür. Aşağı seviyedeki sınıflar temel işlevleri yerine getiren sınıflardır. Yüksek seviyeli sınıflar ise aşağı seviyeli sınıfları anlamlı kılan sınıflardır. Her biri bir işlev getirmek üzere tasarlanmıştır.

Projemizde meta-sezgisel arama algoritması sınıfımızı, çok amaçlı optimizasyon problemimizi ve fonksiyon birleştirme yöntemleri sınıfımızı abstract yapmaktayız. Bu sayede arayüzleri ayırmış olacağız. Her sınıfta tek bir işlev bulunmaktadır. Bir sınıfın işini başka bir sınıf yapmamaktadır. Böylece projede karmaşıklığı ve büyük bir değişimi engellemiş olmaktadır.

Sınıf Diyagramı

Sınıf diyagramı projemizdeki sınıfların, özelliklerin birbiri ile olan ilişkisini göstermeyi sağlar. Sınıf diyagramı sayesinde proje yapısı başta belirlendiğinden dolayı tekrar tekrar tasarım ve kod yazmayı engellemektedir.



Şekil 7. Geliştirilecek olan aracımızın sınıf diyagramı

İstatistiksel analiz ve raporlama olarak bulunan çözüm kümesine wilcoxon işaretli-sıra testi ve friedman testi uygulanarak meta-sezgisel arama algoritmaları arasında kıyaslama yapılacaktır. Wilcoxon işaretli-sıra test iki algoritma arasındaki anlamlı farklılıkları tespit etmeyi amaçlar. Eğer iki algoritmanın çıktılarına göre bir kıyaslama yapılacaksa, iki algoritmanın karşılıklı davranışlarını değerlendirir. Friedman testi, iki veya daha fazla meta-sezgisel optimizasyon algoritması kıyaslanması durumunda kullanılır. Bir çözüm kümesinden k işlem için sıralı, skor ya da aralıklı ölçekle elde edilmiş verilerin, işlem etkilerini test etmek amacıyla kullanılır. Buradan elde edilen sonuçlar kullanıcıya rapor halinde sunulacaktır.

Yazılım yaşam döngüsünün dördüncü adımı gerçekleştirilmiştir. Bu adımda planlama, analiz ve tasarımı

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

tamamlanmış olan sistemin geliştirilmesi yapılmaktadır. Bu adıma geçilmeden önce sistem hakkında tüm kararlar netleşmiş olmalıdır. Bu adımdan sonra herhangi bir analiz işlemi yapılmamalı, proje alınan kararlar doğrultusunda gerçekleştirilmelidir.

Yazılım yaşam döngüsünün beşinci adımı testtir. Projenin geliştirilmesi tamamlandıktan sonra veya proje geliştirilirken gerçekleştirilmektedir. Bu adım tamamlandıktan ve varsa hatalar giderildikten sonra proje yayına alınır.

Yazılım yaşam döngüsünün altıncı adımı bakımdır. Gerçek ortama alınan projenin hata giderilmesi, yazılımın iyileştirilmesi ve yeni işlevlerin eklenmesi gibi işlemlerinin yapıldığı aşamadır. Bu süreçte kullanıcılardan gelen bilgiler doğrultusunda istekler gerçekleştirilmektedir.

Yazılım süreç modellerinden artırımı model kullanılacaktır. Takvime bağlı olarak yazılım adım adım geliştirilecektir. Bu modelde bir taraftan üretim bir taraftan da kullanım yapılır. Projemiz modüler olarak tasarlanıp, modüller arasındaki bağlantılar sonradan tanımlanacağından yani modüller tekil olarak da işlevselliğini koruyacağından dolayı bu model seçilmiştir.

3 PROJE YÖNETİMİ

3.1 İş- Zaman Çizelgesi

Proje iş zaman çizelgesi, yöntem bölümünde ifade edildiği gibi yazılım yaşam döngüsü adımlarının takvime bağlanmasıyla hazırlanmıştır. Temmuz-Eylül döneminde projenin problem tanımı ve analiz çalışması yapılmıştır. Analiz çalışmasının sonucunda kullanım senaryosu diyagramı oluşturulmuştur. Ekim ayı itibarıyla tasarım çalışmaları özellikle probleme ait nesnelerin tespiti, bunların kapsüllenmesi, sınıf tasarımları, SOLID yazılım prensipleri üzerinden devam ettirilmektedir. Daha sonra gerçekleştirim çalışması ve eş zamanlı olarak yapılan test çalışmasıyla proje modülleri tamamlanacaktır.

Çok amaçlı optimizasyon problemleri için meta-sezgisel optimizasyon aracının verimli bir şekilde çalışmasını sağlayabilmek adına araştırmalara her aşamada devam edilecektir. İçerisinde dört modül bulunan bir yazılım aracı geliştirilecek ve bu modüller arası bağlantılar tamamlanacaktır. Tüm aşamalar tamamlandıktan sonra sistemin son testleri yapılacak ve hedeflenen ölçütlere ulaşılması sağlanacaktır.

İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ (*)

İP No	İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri	Kim(ler) Tarafından Gerçekleştirileceği	Zaman Aralığı (... Ay)	Başarı Ölçütü ve Projenin Başarısına Katkısı
1	Problem Tanımı ve Planlama	Başvuru Sahibi	02.07.2019-07.08.2019	Bu proje yapay zeka ile modellenecek ve çeşitli meta sezgisel algoritmalar kullanılacaktır. Bu meta-sezgisel algoritmalar kullanıcının istediği fonksiyon birleştirme yöntemini veya uyarlanabilir fonksiyon birleştirme yöntemini kullanarak çok amaçlı optimizasyon problemlerini tatbik edecek hale dönüştürmekteyiz. Katkı:%25
2	Analiz ve Tasarım Çalışmaları	Başvuru Sahibi	05.08.2019-17.11.2019	Kullanım senaryolarının ve sınıf diyagramlarının oluşturulması: 4+1 UML diyagramlarının hazırlanması. Katkı:%15
3	Gerçekleştirim Çalışması	Başvuru Sahibi	13.12.2019-01.05.2020	Tek amaçlı meta-sezgisel arama algoritmalarını uyarlanabilir fonksiyon birleştirme yöntemi ile çok amaçlı problemlerimizi tatbik edecek hale dönüştürülmesi. Katkı:%25
4	Test, Doğrulama, Bakım	Başvuru Sahibi	25.01.2020-27.05.2020	Uygulamanın web ortamından erişime açılması: Araştırmacıların çok amaçlı optimizasyon problemlerini sisteme yükleyerek elde ettikleri sonuçları ve çok amaçlı fonksiyon birleştirme yöntemlerini kıyaslayabilmesi. Katkı:%35

(*) Çizelgedeki satırlar ve sütunlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

3.2 Risk Yönetimi

RİSK YÖNETİMİ TABLOSU*

İP No	En Önemli Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Zaman kısıtından dolayı projeyi yetiştirememesi	Öncelik olarak yöntemler web ortamından kullanıma açılacaktır. Kullanıcılar uyarlanabilir fonksiyon birleştirme yöntemi yerine standart ağırlık tabanlı, pareto tabanlı veya entropi tabanlı fonksiyon birleştirme yöntemlerini kullanarak çok amaçlı problemlerini çözümleyebilecektir.
2	Uyarlanabilir fonksiyon birleştirme yönteminin beklendiği kadar başarılı olamaması	Klasik yöntemlerin her biri ayrı şekilde çok amaçlı optimizasyon problemi üzerinde çalıştırılacaktır. Bu çalışmadan en iyi yöntem belirlenecek ve kullanıcıya bu yöntem sunulacaktır. Bu planın dezavantajı her yöntem problem üzerinde tam olarak çalışacağından maliyetli olacaktır. Klasik yöntemleri problem üzerinde tatbik edebilecek web tabanlı ücretsiz uygulama da bulunmaktadır.

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

3.3. Araştırma Olanakları

ARAŞTIRMA OLANAKLARI TABLOSU (*)

Kuruluşta Bulunan Altyapı/Ekipman Türü, Modeli (Laboratuvar, Araç, Makine-Teçhizat, vb.)	Projede Kullanım Amacı
Bilgisayar laboratuvarları	Geliştirilecek olan algoritmanın test ve doğrulaması için kullanılacaktır.

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

4. YAYGIN ETKİ

ARAŞTIRMA ÖNERİSİNDEN BEKLENEN YAYGIN ETKİ TABLOSU

Yaygın Etki Türleri	Önerilen Araştırmadan Beklenen Çıktı, Sonuç ve Etkiler
Bilimsel/Akademik (Makale, Bildiri, Kitap Bölümü, Kitap)	Proje tamamlanıncaya kadar en az bir adet konferans bildirisi ve bir adet de makale yayınlanmış/incelenmek üzere ilgili sisteme yüklenmiş olacaktır.
Ekonomik/Ticari/Sosyal (Ürün, Prototip, Patent, Faydalı Model, Üretim İzni, Çeşit Tescili, Spin-off/Start-up Şirket, Görsel/İşitsel Arşiv, Envanter/Veri Tabanı/Belgeleme Üretimi, Telif Konu Olan Eser, Medyada Yer Alma, Fuar, Proje Pazarı, Çalıştay, Eğitim vb. Bilimsel Etkinlik, Proje Sonuçlarını Kullanacak Kurum/Kuruluş, vb. diğer yaygın etkiler)	Araştırmacılar, proje çerçevesinde geliştirilecek olan ürüne web ortamından erişim sağlayabilecekler ve çok amaçlı problemlerini ücretsiz şekilde meta-sezgisel arama algoritmalarında tatbik edebileceklerdir.
Araştırmacı Yetiştirilmesi ve Yeni Proje(ler) Oluşturma (Yüksek Lisans/Doktora Tezi, Ulusal/Uluslararası Yeni Proje)	Proje konusu yapay zekanın önemli bir araştırma alanıdır. Bu konuda HAVELSAN'da yaz stajımı tamamladım İş yeri eğitimim ise devam etmektedir. Lisans eğitimimden sonra lisansüstü eğitime devam etmek istiyorum. Çok amaçlı optimizasyon konusunun gerek yüksek lisans aşamasında gerekse de

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

	HAVELSAN'ın Yapay Zeka bölümünde aday mühendis olarak istihdam edilmemde önemli bir rol oynayacağını düşünmekteyim.
--	---

5. BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece araştırma önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi/veri (grafik, tablo, vb.) eklenebilir.

6. EKLER

EK-1: KAYNAKLAR

1. Dosoglu, M. K., Guvenc, U., Duman, S., Sonmez, Y., & Kahraman, H. T. (2018). Symbiotic organisms search optimization algorithm for economic/emission dispatch problem in power systems. *Neural Computing and Applications*, 29(3), 721-737.
2. Kahraman, H. T. (2016). A novel and powerful hybrid classifier method: Development and testing of heuristic k-nn algorithm with fuzzy distance metric. *Data & Knowledge Engineering*, 103, 44-59.
3. Elif, ARAS, KAHRAMAN, H. T., & Sefa, ARAS, (2018, September). Meta-sezgisel Algoritmaların Çok Boyutlu Problem Uzaylarındaki Arama Performanslarının Araştırılması. In 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP) (pp. 1-5). IEEE.
4. Sefa, ARAS., KAHRAMAN, H. T., & GEDİKLİ, E. (2018, September). Determination of the Effects of Penalty Coefficient on the Meta-Heuristic Optimization Process. In 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP) (pp. 1-6). IEEE.
5. Kahraman Hamdı Tolga, Aras Sefa, Gedikli Eyüp, Meta-Sezgisel Optimizasyon Çalışmalarında Benchmark Problemlerinde Karşılaşılan Standartsızlıklar Ve Çözüm Önerileri, International Academic Research Congress, Antalya, 30 Ekim-3 Kasım 2018, 1494-1501.
6. Kahraman Hamdı Tolga, Aras Sefa, Gedikli Eyüp, Meta-Sezgisel Algoritmaların Deneysel Çalışmalarındaki standartsızlıklar Ve Çözüm Önerileri, International Academic Research Congress, 30 Ekim-3 Kasım 2018,1466-1472.
7. Yılmaz, C., Kahraman, H. T., & Söyler, S. (2018). Passive Mine Detection and Classification Method Based on Hybrid Model. *IEEE Access*, 6, 47870-47888.
8. Sonmez, Y; Kahraman, H.T; Dosoglu, M. K; Guvenc, U; Duman, S; "Symbiotic organisms search algorithm for dynamic economic dispatch with valve-point effects", *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, doi: 10.1080/0952813X.2016.1198935, (2016).
9. Deb, K. (2001). *Optimization for engineering design: algorithms and examples*. (2). New Delhi: Twelfth Printing, 85-142.
10. Kahraman, H. T., Aras, S., Guvenc, U., & Sonmez, Y. (2017, October). Exploring the effect of distribution methods on meta-heuristic searching process. In 2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK) (pp. 371-376). IEEE.

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

11. Onan Aytuğ, "Metasezgisel Yöntemler ve Uygulama Alanları", "Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi", 17:2, (2015).
12. Murata, T., & Ishibuchi, H. (1995). MOGA: Multiobjective Genetic Algorithms. 2nd IEEE International Conference on Evolutionary Computation, (s. 289-294). Perth, Australia.
13. Deb, K. (2001). Multi-objective optimization using evolutionary algorithms. United States: John Wiley and Sons, 1-272.
14. ALTINÖZ, Ökkeş Tolga (2015) Çok amaçlı optimizasyon problemlerinde Pareto cephesinin maliyet etkin yöntemlerle temsil edilmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
15. Köse, U. (2017). Yapay zeka tabanlı optimizasyon algoritmaları geliştirilmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
16. Sağ, T. (2015). Sürü zekâsı kullanarak renkli görüntü segmentasyon tekniklerinin geliştirilmesi (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
17. Sağ, T. (2008). Çok kriterli optimizasyon için genetik algoritma yaklaşımları (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
18. SATAR, Barış (2015) Çok amaçlı optimizasyon temelli genel atama problemlerinin metasezgisel yöntemlerle çözümü
Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
19. Serkan, K. A. Y. A., and Nilgün FIĞLALI. "Çok Amaçlı Optimizasyon Problemlerinde Pareto Optimal Kullanımı." Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi 5.2 (2016): 9-18.
20. Kesici, B , Yıldız, M . "Kalite Kontrol Faaliyetlerinde Yapay Zekâ Kullanımı ve Bir Otomotiv Yan Sanayisinde Uygulanması". Yalova Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6: 307-323, (2012)
21. Acılar, A. M. (2013). Yapay bağışıklık algoritmaları kullanılarak bulanık sistem tasarımı (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
22. Coello CAC. Evolutionary multi-objective optimization: some current research trends and topics that remain to be explored. Front Comput Sci China 2009;3:18–30.
23. Parsopoulos KE, Vrahatis MN. Particle swarm optimization method in multiobjective problems. In: Proceedings of the 2002 ACM symposium on Applied
24. Deb K. Advances in evolutionary multi-objective optimization. In: Search based software engineering. Springer; 2012. p. 1–26