



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPAY ALG ALGORİTMASI (AAA) KULLANARAK KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLARIN YAŞAM SÜRESİ OPTİMİZASYONU

Wakass AL-TEKREETI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalını

Temmuz -2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAPAY ALG ALGORİTMASI (AAA) KULLANARAK KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLARIN YAŞAM SÜRESİ OPTİMİZASYONU

Wakass AL-TEKREETI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Ersin KAYA

2019, 65 Sayfa

Jüri
Dr.Öğr.Üyesi Ersin KAYA
Dr.Öğr.Üyesi Mehmet HACIBEYOĞLU
Doç. Dr. Barış KOÇER

Kablosuz iletişim ve mikro -elektro mekanik sistemler (MEMS) alanındaki büyük teknolojik gelişme sayesinde, Kablosuz Algılayıcı Ağları (KAA) geliştirilmiştir ve bunlar yaşamın birçok alanında çok etkili hale gelmiştir. Son birkaç yılda, küçük boyutu, düşük maliyeti ve yüksek verimliliği nedeniyle kablosuz algılayıcı ağlarına olan talep anlamlı derecede artmıştır. Birçok uygulamada ve çoklu alanlarda kullanılmıştır. Giderek artan sayıda ki kablosuz algılayıcı ağı kullanan uygulamadan dolayı, kablosuz algılayıcı ağları tarafından karşılaşılan sorunlara ve zorluklara çözüm bulmak gerekiyordu. Tüm sorunlar ve zorluklar nihayetinde kısalan bir ağ yaşam süresine neden oluyorlardı. Ağın kullanım yaşam süresi uzatan önemli faktörlerden birisi de kapsama alanı veya algılayıcının doğru bir şekilde yerleştirilmesidir. Düğümler, önceden tanımlanmış bölgeyi kapsamak bakımından asli sorumluluk taşımaktadırlar. Bu, algılayıcı düğümlerinin, alanın maksimum kapsama alanına ulaşacak şekilde yerleştirildiği anlamına gelmektedir. Kapsama problemine en uygun çözümü bulmada oldukça etkili olduğu kanıtlanan bir Yapay Alg Algoritması (AAA) olan yeni bir biyo-ilhamlı metasezgisel optimizasyon algoritmasından birini kullandık. Sonuçlar, kapsama sorunlarının üzerine gitmek için üç algoritmanın (Yapay arı kolonisi algoritması (ABC), parçacık sürüsü optimizasyon algoritması (PSO) ve Diferansiyel Evrim Algoritması (DE)) sonuçları ile karşılaştırıldı. Yapay alg algoritmasının (AAA) sorunların çözülmesinde daha etkili olduğu kanıtlandı. Algoritmaların simülasyonu MATLAB tarafından yapılmaktadır; sonuçlar önerilen algoritmanın etkinliğini göstermek için analiz edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kablosuz Algılayıcı ağı, Kapsama Problemi, Yapay alg algoritması.

ABSTRACT

MS THESIS

LIFETIME OPTIMIZATION FOR WIRELESS SENSOR NETWORKS BASED ON ARTIFICIAL ALGAE ALGORITHM (AAA)

Wakass AL-TEKREETI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN COMPUTER ENGINEERING

Advisor: Asst.Prof.Dr. Ersin KAYA

2019, 65 Pages

Jury
Asst.Prof.Dr. Ersin KAYA
Asst.Prof.Dr. Mehmet HACIBEYOĞLU
Assoc.Prof.Dr. Barış KOÇER

With the great technological development in the field of wireless communication and micro electro mechanical systems (MEMS), has been developed of wireless sensor networks (WSN) and they have become very effective in many areas of life. In the past few years, the demand for wireless sensor networks has increased significantly due to its small size, low cost and high efficiency. It has been used in many applications and in multiple fields. Owing to the ever-increasing number of applications using the wireless sensor network, it was necessary to find solutions to the problems and challenges faced by the wireless sensor network. All problems and challenges eventually lead to a shortened the network lifetime. One of the important factors that lead to prolong the lifetime of the network is the coverage or sensor deployment correctly. The nodes bear the actual liability to cover the pre-defined region. That is means the sensor nodes is placed in such a way as to achieve the maximal coverage of the area. We have used one from a novel bio-inspired metaheuristic optimization algorithm, the artificial algae algorithm (AAA), which has proved highly efficient in finding an optimal solution to the problem of coverage. The results were compared with the results of three algorithms (Artificial bee colony algorithm (ABC), particle swarm optimization algorithm (PSO) & Differential evolution Algorithm (DE)) to address the coverage problem. The artificial algae algorithm (AAA) proved more effective in solving the problem. The simulation of the algorithms is performed by MATLAB; the results are analyzed to show the efficiency of the proposed algorithm.

Keywords: Artificial algae algorithm, Coverage Problem, Wireless Sensor network.

ÖNSÖZ

Bu tez konusunu seçmemde beni yönlendiren, destek ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Dr.Öğr.Üyesi Ersin KAYA'ya, teşekkürlerimi .

Her durumda maddi manevi yardımlarını esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



Wakass AL-TEKREETI
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Kablosuz Algılayıcı Ağları (KAA) 3

1.2. Kablosuz Algılayıcı Ağları Uygulamaları 4

1.3. Kablosuz Algılayıcı Ağı Dezavantajı 5

1.4. Kablosuz Algılayıcı Ağın Yaşam Süresi Tanımı 7

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **9**

2.1. KAA' ların Yaşam Süresi ve Kapsamı 9

3. MATERYAL VE YÖNTEM **15**

3.1. Problemin Tanımı 15
3.2. Yapay Alg Algoritması 17
3.2.1. Evrimsel işlem 18
3.2.2. Adaptasyon 18
3.2.3. Helisel hareket 19
3.3. AAA Yönetimini Kullanarak Kablosuz Algılayıcı Ağların Yerleştirilme Problem 23
3.4. Yaklaşımımızla Karşılaştırmak İçin Kullanılan Optimizasyon Algoritmaları 25
3.4.1. Arı koloni optimizasyon algoritması 25
3.4.2. Parçacık sürüsü optimizasyon algoritması 26
3.4.3. Diferansiyel evrim algoritması 28

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **30**

4.1. Simülasyon Kurulumu 30
4.2. Simülasyon sonuçları 31

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **59**

5.1 Sonuçlar 59
5.2 Öneriler 60

KAYNAKLAR 61

ÖZGEÇMİŞ.....65

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Ap : AAA'da adaptasyon parametresi

D : Problem boyutu

e : AAA'da enerji kaybı parametresi

F : Amaç fonksiyonu

G : AAA'da alg kolonilerinin büyüklükleri

N : Popülasyondaki alg koloni sayısı

Δ : AAA'da kesme kuvveti katsayısı

W: atalet ağırlığı

F : diferansiyel ağırlık

CR : Çapraz Olasılık

C : öğrenme faktörleri

Kısaltmalar

KAA : Kablosuz Algılayıcı Ağları (Wireless Sensor Networks)

MEMS : Mikro elektromekanik Sistemler (Micro Electromechanical Systems)

CAGR : Yıllık bileşik büyüme oranı (Compound annual growth rate)

AAA : Yapay alg algoritması (Artificial algae algorithm)

ABC : Yapay arı kolonisi algoritması (Artificial bee colony algorithm)

PSO : Parçacık sürü optimizasyonu (Particle swarm optimization)

DE : Diferansiyel evrim algoritması (Differential evolution Algorithm)

CG : sütun oluşturma yöntemi (colum creation method)

VFA : sanal kuvvet algoritması (Virtual Force Algorithm)

TIVFA : Hedef İçeren Sanal Kuvvet Algoritması (Target Involved Virtual Force Algorithm)

PPSO : paralel parçacık sürüsü optimizasyonu algoritması (parallel particle swarm optimization)

VFPSO : sanal kuvvet yönelimli parçacık sürüsü optimizasyonu algoritması (virtual force directed particle swarm optimization)

PFPSO : Potansiyel Alan Yönlü Parçacık Sürü Optimizasyonu algoritması (Potential Field-Directed Particle Swarm Optimization)

GA : Genetik algoritma (Genetic algorithm)

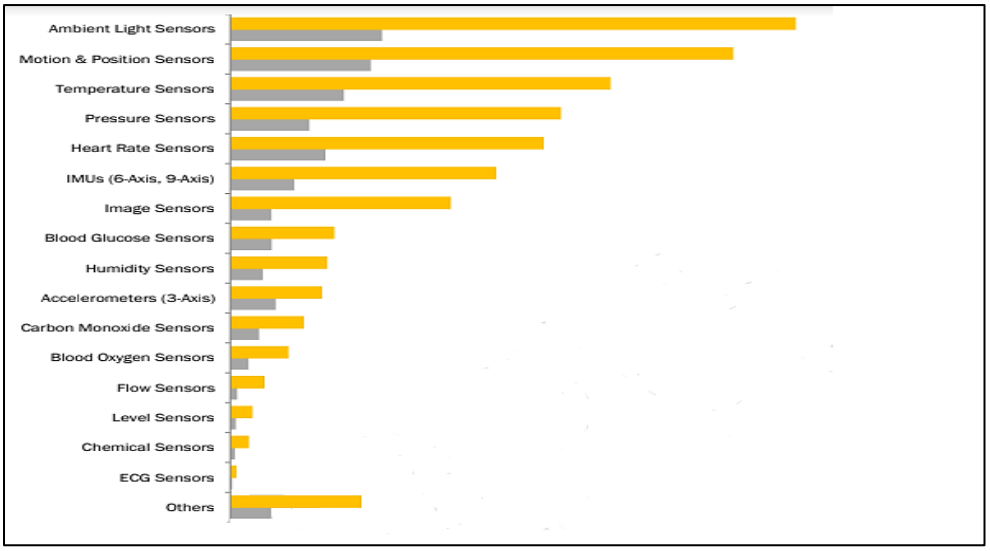
Std. : Standart sapma (Standard deviation)

1. GİRİŞ

Dünyanın tanık olduğu büyük teknolojik devrimi, her türlü bilimle ilgili hızlı, yazılım ve uygulamalarda sürekli gelişmektedir, yaşamımızda karşılaştığımız tüm sorunları çözmeyi amaçlanmaktadır. Gelecekte en umut verici teknolojilerden biri olan Kablosuz Algılayıcı Ağları. Bunun nedeni, birçok avantaja sahip olmasıdır, en önemlisi küçük boyutlu, ucuz, akıllı ve kolay kullanılmasıdır (Rawat ve ark., 2014).

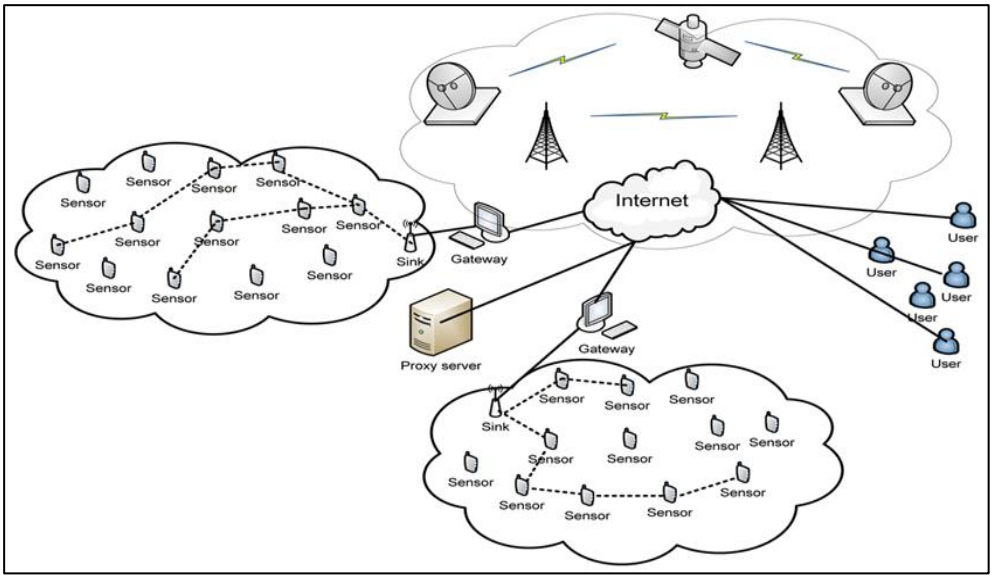
Son yıllarda en çok araştırılan konulardan biri olarak KAA dünya çapında büyük ilgi görmektedir. Kablosuz Algılayıcı ağı küçük cihaz ağı (Algılayıcı düğümleri) olarak tanımlanmaktadır. Alan hakkında bilgi edinmek için belirli bir alana dağıtılmaktadır. Tüm cihazlar işbirliği içinde çalışır, bilgi toplar ve kablosuz bağlantılar yoluyla gönderirler. Her düğüm toplanan verileri, verilerin yerel olarak kullanıldığı veya başka bir ağa gönderildiği bir baz istasyona (sink) gönderir (Rawat ve ark., 2014). KAA teknolojisi, düşük maliyetler, doğruluk, ölçeklenebilirlik, esneklik, güvenilirlik gibi geleneksel ağ çözümleri ile birden fazla özellik sunmaktadır. KAA'lar ilk olarak askeri uygulamalar için, düşman kuvvetlerinin tespit edilmesi ve silahsız bölgelerin denetlenmesinde stratejik araçlar olarak bir savaş alanı olarak oluşturulmuştur (Park, 2009). Kullanım kolaylığı ve düşük maliyetli nedeniyle çevre, sağlık, akıllı evler, trafik sorunları, güvenlik ve ticari uygulamalar gibi birçok farklı uygulamada kullanılmıştır. KAA'lar bağımsız sistemlerdir. Bu nedenle enerji yönetimi, aygıtların çalışmalarını gerektiği kadar ve mümkün olduğunca sürdürmeleri için "kritik" faktördür. Algılayıcı düğümlerin içindeki pillerde depolanan enerji düğümden düğüme bilgi aktarımı tarafından kullanılır. Kablosuz iletim, düğümler arasındaki mesafeye ve değiş tokuş edilen veri miktarına bağlı olarak, veri dolaşımını doğru olarak belirli bir enerji seviyesine ihtiyaç duymaktadır. Veriler yönlendirmesi KAA'daki enerji tüketiminin temel kaynağıdır.

Kablosuz algılayıcı ağ (KAA) pazarının 2016 yılında 29.06 Milyar dolar olduğu ve 2023 yılına kadar %18,55'lik bir CAGR'da (Yıllık bileşik büyüme oranı) tahmin aralığı içerisinde 93.86 Milyar Dolarına ulaşacağı tahmin edilmektedir. Çalışma yılı 2016'dır ve pazar büyüklüğünün tahmini 2017 ile 2023 arasındaki aralık için sağlanmıştır (Upadhyay, 2017). Şekil 1.1 Algılayıcıların KAA pazarını göstermektedir.



Şekil 1.1. Algılayıcıların KAA pazarı (Upadhyay, 2017).

Günümüzde, milyarlarca kablosuz algılayıcı birçok farklı uygulamaya yayılmıştır. Bu nedenle, yeni uygulamaları desteklemek için kablosuz algılayıcı ağlarının standartları ve teknikleri sürekli geliştirilmelidir (Harrop ve Das, 2012). Enerji kullanımı, donanım ve yazılım sorunları, fiziksel saldırılar ve güvenlik, hizmet kalitesi (hk), veri toplama ve aktarma, öz yönetim, hata toleransı, sınırlı bellek ve depolama kablosuz algılayıcı ağlarının verimliliğini sınırlayan, alan dağıtım ve kapsama gibi birçok zorluk vardır. Kablosuz Algılayıcı Ağları (KAA) Şekil 1.2'de gösterilmektedir.

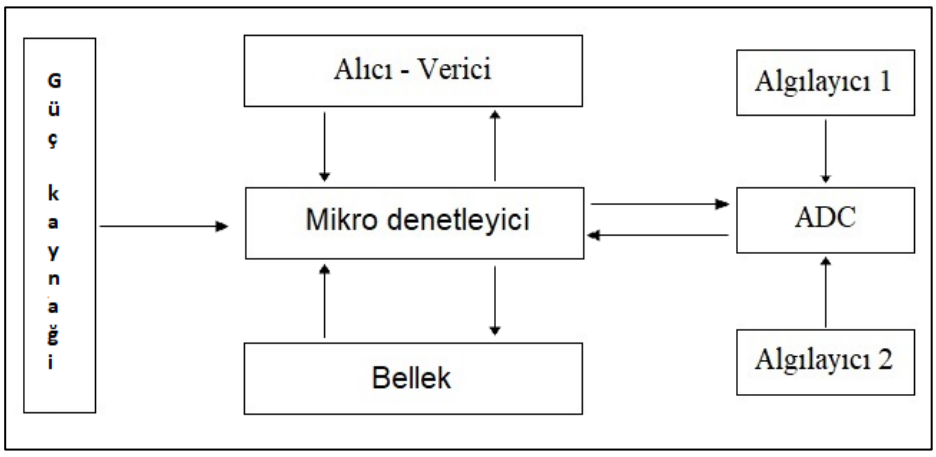


Şekil 1.2. Kablosuz Algılayıcı Ağları (KAA) (Mangla ve ark., 2016)

1.1. Kablosuz Algılayıcı Ağları (KAA)

Kablosuz algılayıcı ağı, algılayıcılarla birleştirilen nispeten küçük, hafif kablosuz düğümlerin dağıtılmış bir ağıdır. Algılayıcı düğümleri veya (motes), KAA' nın temelini oluşturur. Tipik bir düğüm, alıcı verici (radio interface), İşlemci, algılayıcılar, harici bellek ve güç kaynağından oluşur. Şekil 1.3'te , bir algılayıcı düğümü mimarisini göstermektedir (Anisi ve ark., 2015).

İşlemci, düğüm yönetimi işlevlerini sağlar ve veri işlemeyi gerçekleştirir. Düğüme bağlı algılayıcılar, sıcaklık, nem, ışık vb. algılamaya uygundur. Düğümler çoğunlukla, bant genişliği ve güç kısıtlaması nedeniyle sınırlı dijitalleşme ve sınırlı algılama oranına sahip düşük veri birimlerini destekler. Analog-Dijital Dönüştürücüler (ADC), algılanan sinyali analogdan dijital sinyallere dönüştürür. Bellek, depolama ve verileri (ham ve işlenmiş algılayıcı ölçümleri) programlamak için kullanılır. Düğümler düşük hızlı (10 - 100 kbps) ve kısa – aralıklı (100 m'den az) bir kablosuz radyo (alıcı-verici birimi) ile birlikte verilir. Radyo iletişimi enerjinin çoğunu tükettiğinden, radyonun enerji verimli iletişim teknikleri içermesi gerekir. Genellikle kullanılan güç kaynağı şarj edilebilir pillerdir. Düğümler uzak ve düşmanca ortamlara yerleştirilebildiklerinden, az güç kullanmaları gerekir ve ağ yaşam süresini artırmak için yerleşik mekanizmalar kullanmaları gerekir (Rawat ve ark., 2014). Kablosuz algılayıcı düğümleri çevreleyen ortamlarını algılar ve duyusal verileri toplayan ve daha fazla analiz için kullanıcılara yükleyen bir baz istasyonuna (Bİ) (Sink veya veri merkezi olarak da bilinir) gönderir (Huang ve ark., 2019). Ağ, bir veya daha fazla baz istasyonundan oluşmaktadır ve bu sayı ondan binlerce kablosuz algılayıcıya kadar ölçeklenebilir.



Şekil 1.3. Algılayıcı düğümü mimarisini (Anisi ve ark., 2015).

1.2. Kablosuz Algılayıcı Ağ Uygulamaları

Algılayıcı ağları, sismik, düşük örnekleme oranlı manyetik, termal, görsel, kızılötesi, akustik ve radar gibi birçok farklı algılayıcı türünden oluşabilir, bu algılayıcılar, sıcaklık, nem, araç hareketi, yıldırım durumu, basınç, toprak oluşumu, gürültü seviyeleri, belirli tür nesnelerin varlığı veya yokluğu, ekli nesneler üzerindeki mekanik gerilme seviyeleri, bir nesnenin hızı, yönü ve boyutu gibi mevcut özelliklerini içeren çok çeşitli ortam koşullarını izleyebilirler. Algılayıcı düğümleri sürekli algılama, olay algılama, olay kimliği ve konum algılama için kullanılabilir. Bu düğümlerin mikro algılama ve kablosuz bağlantı konsepti birçok yeni uygulama alanı sağlamaktadır. Uygulamaları askeri, sağlık, çevre, ev ve diğer ticari alanlardır. Bu sınıflandırmayı kimyasal işleme, uzay araştırmaları ve afet yardımı gibi daha fazla kategoriyle genişletmek mümkündür (Singh ve ark., 2017).

Askeri uygulamalar: Kablosuz algılayıcı ağları askeri komuta, kontrol, iletişim, bilgi işlem, istihbarat, gözetleme, keşif ve hedefleme yapılarının kritik bir parçası olabilir. Algılayıcı ağların, belirli operasyon, Kendi kendine girişim ve hataya dayanıklılık özellikleri, kendisini askeri C4ISRT (komuta, kontrol, haberleşme, bilgi işlem, istihbarat, beka, keşif ve hedef bulma**)** için umut verici bir algılama yaklaşımı haline getirmektedir. Algılayıcı ağları, askeri uygulamalar, düşman kuvvetlerini izleme, tatbikat veya savaş alanı gözetleme, muharebe hasar tespiti, nükleer, biyolojik ve kimyasal saldırı tespiti için kullanılmaktadır (P Sreeja ve ark., 2018).

Çevre uygulamaları: Algılayıcı ağlarının birkaç çevresel uygulaması orman yangını tespiti, hava kirliliği tespiti ve taşkın tespitidir. Ayrıca böceklerin, kuşların ve küçük hayvanların hareketlerini izlemek, gezegensel keşif, bitkileri ve hayvancılığa etki eden koşulları izlemek ve sulamayı kolaylaştırmak için kullanılmaktadır (Ritika Sharma ve Kumar, 2013).

Sağlık uygulamaları: Algılayıcı ağları için sağlık uygulamalarından bazıları, engelli insanlar, entegre hasta izleme, tanılama, hastanelerde ilaç yönetimi, böceklerin veya diğer küçük hayvanların hareketlerini ve iç süreçlerini izleme, insan fizyolojik verilerinin uzaktan izlenmesi, doktorların izlenmesi ve izlenmesi için ara yüzler sağlamaktır. İnsan fizyolojik kayıtlarının izlenmesi Algılayıcı ağları aracılığıyla tahakkuk eden fizyolojik istatistikler uzun bir süre boyunca kaydedilebilir ve klinik araştırmalar için kullanılabilir. Kurulmuş algılayıcı ağları yaşlı insanların davranışlarını izleyip tespit edebilir. Bu küçük algılayıcı düğümleri, daha fazla hareket özgürlüğü dolayısıyla doktorların semptomları önceden tespit etmelerini sağlamaktadır. Hastane içindeki

doktorların ve hastaların takibi ve izlenmesi, ayrıca her hastanın kendisine bağlı küçük ve hafif algılayıcı düğümleri vardır. Her algılayıcı düğümü kendine özgü bir atamaya sahiptir. Örneğin, bir algılayıcı düğümü kalp durumunu algılarken diğer algılayıcı düğümü kan grubunu belirlemektedir (Zubiete ve ark., 2011).

Ev uygulamaları: Birden fazla algılayıcıya dayalı otomatik ısıtma ve iklimlendirme ve akıllı cihazlarla işbirliği yapan çevre ya da alarm sistemleri gibi işlevleri sağlar. Akıllı cihazların çeşitliliği nedeniyle bunların programlanması zor haline gelir. Akıllı cihazların sayısı artması sebebiyle bunların arasındaki işbirliğini sağlamak için standartların artması gerekmektedir (Serna ve ark., 2015).

Diğer ticari uygulamalar: Duruma Dayalı Makine Bakımı (DMB) için önemli maliyet tasarrufları ve yeni işlevsellik sağlamak üzere kablosuz algılayıcı ağları geliştirilmiştir. Kablolu sistemlerde, yeterli algılayıcıların kurulumu genellikle kablolamanın maliyetine bağlamaktadır. DMB, algılayıcıları kullanarak bir cihazın durumunu ölçen öngörücü bakımın türlerinden biridir. Kablosuz algılayıcılar, dönen makineler gibi kablolarla bağlanması zor olan konumlarda veri toplamak için gerçek hayattaki konumlara yerleştirilebilir. KAA'lar ayrıca, çevresel bilgilerin izlenmesi, suyun kalitesi ve seviyesi, sivil altyapıların durumu, gerçek zamana yakın ilgili jeofiziksel süreçler ve tarlada ve mahzende şarap üretimini izlemek için veri toplamak için veri merkezi izleme için kullanılır (Bokare ve Ralegaonkar, 2012).

Ayrıca diğer birçok ticari uygulamada kullanıldığı gibi, trafik izleme, dinamik yönlendirme, otoparkların yönetimi ve izlenmesi vb. gibi ulaştırma sistemleri alanında kullanılan kablosuz algılayıcı ağ uygulamaları kullanılmaktadır (Palely ve ark., 2018).

1.3. Kablosuz Algılayıcı Ağı Dezavantajı

Yaşamın birçok alanında kablosuz algılayıcı ağlarını kullanan uygulamaların sayısı artmaktadır. Kablosuz algılayıcı ağının çalışmasını kısıtlayan ve yaşam süresini kısaltan, bunlardan bazılarını göstereceğimiz gibi birçok engel ve sorun bulunmaktadır:

Enerji: KAA uygulamaları, etkinliklerini yapabilmek için diğer elektronik aygıtlar gibi bir güce ihtiyacı vardır. Veri toplama, veri işleme ve veri iletişiminde enerji tüketilir. Ek olarak, güvenilir çalışma için besiyerinin sürekli dinlenmesi, CPU ve iletişim yongaları gibi düğüm bileşenleri nedeniyle büyük miktarda enerji gerektirir. Güç sağlayan pillerin tüketildikten sonra değiştirilmesi veya şarj edilmesi gerekir. Bazen, algılayıcı düğümlerinin demografik koşulları nedeniyle, pilleri şarj etmek veya değiştirmek zor olabilir, KAA araştırmacıları için en önemli araştırma zorluğu KAA'ler

için enerji verimli donanım ve yazılım protokolleri tasarlamak, geliştirmek ve uygulamaktır. (Sharma ve ark., 2013).

Öz yönetim: Kablosuz algılayıcı ağlar, gerçek dünyadaki bir yere yerleştirildikten sonra, herhangi bir insan müdahalesi olmadan düzgün çalışabilmeleri için dinamik ve yüksek derecede uyarlanabilir olmalı ve kendi kendilerini organize etmeleri gerekmektedir. KAA'lar, ağ yapılandırmasını, uyarlamasını, bakımını, onarımını ve mevcut faaliyet seviyelerini merkezi yönlendiriciye kendi başlarına yönetebilmeli (Vaidyanathan ve Vaidyanathan, 2011).

Fiziksel Saldırılar ve Güvenlik: Gerçek dünyaya yerleştirilmiş bir kablosuz algılayıcı, rakiplere açık bir ortamda, kötü hava koşulları ve bölgenin coğrafi özellikleri gibi çevre koşullarında çalışmaktadır. Kablosuz algılayıcı üzerindeki fiziksel saldırıların, güvenli bir yerde bulunan ve sürekli ağdan gelen saldırılarla karşılaşan bilgisayarlardan çok daha olasıdır. Kablosuz algılayıcı düğümlerin fiziksel güvenliği garanti edilemez. Saldırganlar, düğüm donanımını değiştirebilir veya imha edebilir, örneğin kötü bir algılayıcı veya yapay bir algılayıcıyla değiştirilmesidir. Güvenlik oldukça zor bir konu olduğuna rağmen KAA, Ağın algılayıcı devreleri arasında veya algılayıcılar ve baz istasyonu arasında dolaşan bilgileri korumak için KAA'larda gizlilik gerekmektedir. Aksi takdirde, iletişimin gizlice dinlenmesiyle sonuçlanabilir.(Khan ve ark., 2016).

Sınırlı Bellek ve Depolama Alanı: Kablosuz algılayıcılar, kod için çok sınırlı hafıza ve saklama alanına sahip küçük bir cihazlardır. Bu nedenle, iyi ve etkili bir yazılım oluşturmak için kod boyutunu sınırlamak gerekmektedir. Kablosuz algılayıcılar için tasarlanan yazılım, sınırlı hafıza ve hesaplama kaynakları nedeniyle oldukça küçük olmalıdır (Khan ve ark., 2016).

Dağıtım ve kapsama: Kapsam ve yerleştirme sorunu her zaman ilişkilidir. KAA'ların kapsamında, her bir algılayıcı düğümü çevrenin belirli bir görünümünü elde etmektedir. Çevreye verilen algılayıcıların görüş alanı hem menzilde hem de doğrulukta sınırlıdır, yalnızca çevrenin sınırlı bir fiziksel alanını kapsamaktadır. Dağıtım, kablosuz algılayıcı ağının gerçek hayatta yerleştirilmesine ifade etmektedir. Ancak çok zahmetli ve külfetli bir faaliyet sayılır, ayrıca uygulamanın demografik konumuna ve ağın nasıl kullanılacağına bağlıdır. Bazı yerlere ulaşmak zor olduğundan, algılayıcılar helikopterden düşürülürler veya bazı topolojilere göre yerleştirilirler. Akünün şarj edilmesi ve değiştirilmesi gibi enerji yönetimi sorunları, gerçek hayatta uygulanmalarının zorluklarından biridir. Algılayıcı ağlarının dağıtımı, ağ tıkanıklığına neden olur, çünkü birkaç algılayıcı düğümü aynı anda iletim denemelerini yapmaktadır. Ağın yetersiz

miktarda bilgi sağlaması ve enerji tüketiminin artması, ağ yaşam süresinin kısalmasına neden olurken düşük veri verimliliği gerçek hayat senaryosunda bir sorundur. (Sharma ve ark., 2013).

1.4. Kablosuz Algılayıcı Ağın Yaşam Süresi Tanımı

Kablosuz Algılayıcı Ağının yaşam süresi, araştırmacılar tarafından çeşitli formatta aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

1. Genellikle, ağın çalışmış olduğu sırada süre olarak tanımlanır. Başka bir deyişle, ağın yaşam süresi, ağın çalışma süresi olarak atanmış görevleri gerçekleştirebildiği süre olarak tanımaktadır.(Kumar ve Singh, 2017).
2. Ağdaki ilk algılayıcı düğümü veya algılayıcı düğümü grubunun enerjisinin tükenmesine kadar geçen süredir.(Kleinschmidt, 2009)
3. Dağıtılmış algılayıcıların ilgilenilen olayları izleme yeteneğine sahip olduğu maksimum süre olarak tanımlanır.(W., 2019)
4. Bir Kablosuz Algılayıcı Ağının tamamen çalışır durumda kalacağı süredir. Ağ yaşam süresi en çok kullanılan tanımlarından biri, ilk ağ düğümünün bir paket göndermek için enerjisini tükettiği zamandır, çünkü bir düğümü kaybetmek ağın bazı işlevleri kaybedebileceği anlamına gelebilir. Ancak, istenen bilgileri yakalamak veya bilgi mesajlarını hedeflerine yönlendirmek için başka ağ düğümleri kullanılabildiğinde, bazı düğümlerin pil gücünden tükenebileceği mümkündür.(Mohanty ve Patra, 2017)
5. Bir veya daha fazla algılayıcı düğümünün arızası nedeniyle ağ bağlantısının kesilme süresidir (tur sayısı).(Ricardo ve ark., 2010).
6. Genellikle KAA literatüründe kullanılan bu metrik, ağın ilk dağıtımından ilk kapsam kaybına kadar geçen süreyi yansıtmayı amaçlamaktadır. Dolayısıyla, ağ yaşam süresi alternatif olarak ‘ilk düğüm bitene kadar geçen süre’ olarak tanımlanabilir. Bu metriğin yakalanmasının en kolay göstergesi, bir düğümün yükü, verilen düğümden gönderilen veya yönlendirilen paketlerin sayısına karşılık gelir. Açıkça, maksimum düğüm yükünü en aza indiren ağ kurulumu, maksimum ağ yaşam süresini sağlayacak olandır.(Meghanathan ve Mumford, 2014)

Kablosuz algılayıcı ağının kullanım yaşam süresi tanımlanmasıyla bilinir, kablosuz algılayıcı ağının maksimum kullanım yaşam süresine ulaşılması, algılayıcı

düğümlerinin optimum şekilde dağıtılması yoluyla optimum kapsama alanıyla doğrudan orantılıdır.

Bu tezin amacı, ağın yaşam süresi artırmak için anahtar faktör olan optimum kapsamaya yol açan algılayıcı düğümlerinin optimum dağıtımını sağlamaktır. Yapay alg adı verilen biyolojik esinlenilmiş metasezgisel optimizasyon algoritmalarından birini kullanılmıştır. Genellikle, algılayıcılar üç farklı işlev gerçekleştirir, birincisi algılanan verilerin toplanması, ikincisi bilişsel süreci veya bazı algoritmaları yürütmesi ve üçüncüsü, verileri baz istasyonuna ulaştırmasıdır.

Düğüm dağıtım modeli, KAA'ların yaşam süresi için çok önemlidir. Algılayıcıların, dikkatsiz bir şekilde yerleştirilmeleri enerji tüketimlerinde dengesizliğe neden olacaktır. Bu yüzden bazı düğümler bataryasını diğer düğümlerden daha hızlı kullanacak ve bu da ağın hızlı bir şekilde ölmesine neden olur. Genel olarak, algılayıcı ağlarında, düğümler ya deterministtik ya da rasgele dağılmıştır. Düğümün iletim aralığına göre, verileri doğrudan baz istasyonuna göndermek her zaman mümkün değildir. Bu nedenle, bu düğüm ve baz istasyonu arasındaki düğümler bu verinin baz istasyonuna ulaşmasını sağlarlar. Böylece, verileri ileten algılayıcı, verilerini almak ve iletmek için enerji harcamaktadır.

Bu tezde, Optimum kapsamayı elde etmek ve ağın yaşam süresini uzatmak için algılayıcı düğümlerinin optimum bir şekilde yerleştirilmesini sağlamaktadır. Bunu sağlamak için, Yapay Alg Algoritması (AAA) adlı bir algoritma, biyo-ilhamlı metasezgisel optimizasyon algoritmalarından biri olarak kullanılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Son yıllarda, kablosuz algılayıcı ağlarında kapsama alanı ve yaşam süresi konusunda çok fazla araştırma bulunmaktadır.

Bu bölümde önceki çalışmaların özeti sunulmaktadır. İlk olarak, kablosuz algılayıcı ağlardaki kapsama ve yaşam süresi problemi için metasezgiseltir optimizasyon algoritma kullanarak çalışma yapılmaktadır.

2.1. KAA' ların Yaşam Süresi ve Kapsamı

Optimum kapsam ve kullanım yaşam süresi için farklı yöntemler ve algoritmalar kullanılmıştır. Örneğin, kapsama alanının kablosuz algılayıcı ağları üzerindeki etkisi, türleri ve bunların bağlantı ve yaşam süresi gibi diğer performans standartlarına etkisi tartışılmıştır (Mulligan ve Ammari, 2010).

Bu Çalışmada, kablosuz algılayıcı ağının en iyi ve en kötü kapsama alanı değerlendirip hesaplanmıştır. Ek olarak, dağıtımda kullanılan ve hedeflerine iyi sağlayan bir algoritmalar kümesini sunulmaktadır.

Deniz gözetim uygulanması için, ardışık bir parçacık sürüsü optimizasyonu formu geliştirilmelidir. Deniz alanının sabit büyüklüğünde maksimum kapsama alanı elde etmek için sonar algılayıcılarının mükemmel konumlarının belirlenmesi. Bu yöntem, standart PSO'dan daha iyi kapsama alanı elde etmektedir. (Ngatchou ve ark., 2005).

İki fazlı PSO algoritmasının kullanılması, mobil KAA'nın maksimum kapsama alanı ve enerji tasarrufu için tercih edilmiştir. Önerilen yöntem, birinci aşamadaki kapsamın en üst düzeye çıkarılmasını ve ikinci aşamada enerji tasarrufunun ele alınmasını sağlamıştır.(Aziz ve ark., 2011).

Normal algılayıcı düğümleri arasındaki küme başlıklarının yerinin seçimini optimize etmek için kümelerin oluşumuna dikkat etmeden PSO kullanılmıştır.(Singh ve Lobiyal, 2012) & (Latiff ve ark., 2007).

En düşük dağıtım maliyetini elde etmek ve tüm ağın kapsama alanını sağlamak için arama hızını ve çözüm alanının kalitesini artırmak amacıyla karınca kolonisi optimizasyonu, karınca geçişinin üç kategorisiyle kullanılmıştır. (Liu, 2012).

Ağın maksimum yaşam süresini elde etmek için algılayıcı düğümlerinin çalışmasını planlamak için bir sezgisel yöntem, (Mini ve ark., 2011)'da önerilmiştir. Yöntemin tüm deney vakalarında teorik olarak yüksek verimli olduğu kanıtlanmıştır.

Kablosuz algılayıcı ağlarındaki veri toplama ve kapsama zamanlamasının yaşam süresini en üst düzeye getirmek belirleyici olmayan polinom problemdir. Kablosuz algılayıcı ağlarındaki veri toplama ve kapsama alanıyla ilgili zamanlama sorunlarını çözmek için, aynı zamanda ağ yaşam süresini en üst düzeye çıkarmak hedefiyle polinom-zaman sabiti-faktör yaklaşımı algoritması önerilmiştir. (Lu ve ark., 2015)

Iki bölümlü bir yöntemde (Mini ve ark., 2014) birinci bölüm algılayıcı düğümlerini üst kapsama sınırına ulaşmak için optimal bir şekilde yerleştirmek üzere önerilmiştir. İkinci bölüm, dağıtımın ardından ağın maksimum kullanım yaşam süresine ulaşmak için optimal konumlarda bu düğümlerin programlanmasını içerir. Yapay arı kolonisi (ABC) ve PSO, dağıtım problemini algılamak için kullanılmıştır. ABC, PSO' dan daha etkili olmuştur.

Idrees ve ark., yaptığı çalışmada, ilgili alanı bir grup bölgeye bölen çok yuvarlak dağıtılmış yaşam süresi kapsama optimizasyon protokolü (ÇODAÖK) adı verilen bir yöntemle kablosuz algılayıcı ağının maksimum yaşam süresi sağlanması için bir yöntem önerilmiştir. (Idrees ve ark., 2018), sonrasında protokol, bu bölgelerde algılayıcı düğümlerini dağıtır ve bu algılayıcı düğümlerinin çalışma zamanlaması ve kablosuz algılayıcı ağının yaşam süresini arttırmayı başarmıştır.

Farklı algılayıcı düğümleri içeren kablosuz algılayıcı ağının en uzun yaşam süresi sağlanması için bir sütun üretme algoritması kullanılmıştır, tüm farklı düğümlerin minimum kapsama alanında sürekliliğini sağlar. (Carrabs ve ark., 2015) ,Algoritma aynı zamanda hedefe sağlanmasında yüksek bir hız olduğunu kanıtlayan genetik bir algoritma yönlendirilmiştir.

Mobil ve durağan düğümleri içeren KAA'ların kapsamını arttırmak için kendi kendini organize tekniği. Mobil algılayıcı düğümleri, en geniş alanı kapsayacak şekilde farklı durumlarda en iyi dağıtımı bulmak için kendilerini yeniden konumlandırmışlar. Mobil düğümlerin yeni konumları, sürekli uzayda paralel parçacık sürüsü optimizasyonu (PPSO) algoritması olarak adlandırılan bir optimizasyon algoritması ile sağlanmıştır. Deneysel sonuçlar, mobil düğümlerin PPSO algoritmasıyla dağıtımı kapsama, çabukluk ve bağlantı açısından iyi bir performansa sahip olduğunu göstermiştir. (Wang ve ark., 2006).

Düğümleri gruplara ayırarak belirli bir alanda çok sayıda dağıtım algılayıcı düğümü yönetmek için merkezi bir plan önerilmiştir. Tüm gruplar, her bir grup belirli bir süre içinde aktif olacak şekilde programlanmıştır. Maksimum kullanım yaşam süresi

kapsamı sorununa etkili bir çözüm bulmak için sütun oluşturma (SO) yöntemini önerilmiştir.(Deschinkel, 2015).

Bir kablosuz algılayıcı ağının belirli bir alanda çalışması için etkin bir test önerisinde; herhangi bir zamanda performansın, iş kalitesinin ve enerji tüketiminin hesaplanmasını içeren makalede metasezgisel alt problemi içeren tam bir sütun oluşturma algoritması önerilmiştir. Bu sonuçlar önerinin başarısını göstermiştir (Carrabs ve ark., 2016).

Zou ve Krishnendu,2003, yaptığı çalışmada, ilk algılayıcıların rastgele yerleştirilmesinden sonra kapsama alanını arttırmak için algılayıcı dağıtımının bir stratejisi olarak Sanal bir Kuvvet Algoritması (SKA) varsaymaktadır. Algılayıcı düğümlerinin kapsamını arttırma girişimi, SKA algoritmasının temel amacıdır. Ayrıca, olasılıksal hedef yerleştirilmesi adı verilen yeni bir algoritma önerilmiştir. (Zou ve Krishnendu, 2003).

Ağdaki kapsama alanını arttırmaya çalışarak daha iyi performans elde etmek için, Celal Öztürk, 2012, yaptığı çalışmada, yalnızca mobil algılayıcılardan oluşan KAA'ların dinamik olarak yerleştirilmesi problemine ABC algoritması kullanmışlar ve iyi sonuçlara varmışlar. (CELAL ÖZTÜRK, 2012).

Shijian ve ark., yaptığı çalışmada, hedef izleme bağlamında bir algılayıcı dağıtım sorunu sunulmuştur. İlk önce, Hedef İçeren Sanal Kuvvet Algoritması (HİSKA) adı verilen algoritmaya göre bir algılayıcı dağıtım optimizasyonu stratejisi önermişler. Bu algoritma, algılayıcı ve kapsama olasılığını geliştirmek için algılayıcı ağların zekaya, arazilere ve tespit edilen manevra hedeflerine dayalı olarak dinamik bir şekilde yapılandırılmasını sağlayabilmişler. İkincisi, geliştirilmiş bir algılayıcı sıralama algoritması ve hedeflerin önem sırasına sahip bir stratejiyi koruma stratejisi sunmuşlardır. Deneylerin sonuçları, önerilen yaklaşımın etkinliğini göstermiştir. (Shijian ve ark., 2005).

Sangwan ve Singh, yaptığı çalışmada, kablosuz algılayıcı ağlarında kapsama problemi ağın kullanım yaşam süresinin önemi açısından bir anket sunmuşlar ve Hesaplama Geometrisinin kapsama stratejilerindeki etkilerinin tartışılmasının yanı sıra kablosuz algılayıcı ağlarının kapsamını etkileyen çeşitli stratejileri tartışmışlardır. (Sangwan ve Singh, 2015).

Sanal kuvvete yönelik parçacık sürüsü optimizasyonu (SKPSO) algoritması olarak adlandırılan, kendini düzenleyen bir algoritma, mobil ve durağan düğümler içeren KAA'lar için kapsam ve algılama olasılığını arttırmayı önermiştir. Önerilen algoritma, parçacık sürüsü optimizasyonunu (PSO), sanal kuvvet (SK) algoritması ile

birleştirilmiştir; burada VF, sanal hareket yollarını belirlemek için çekici ve itici kuvvetlerden oluşan çekici bir kombinasyon kullanır ve algılayıcılar ve PSO için hareket hızını optimize etmek için kullanılır. Çok boyutlu fonksiyonlar. Simülasyonun sonuçları, önerilen algoritmanın, küresel arama ve bölgesel yakınsama konusunda PSO'dan daha iyi bir performansa sahip olduğunu ve KAA'lerin dinamik dağıtımını daha hızlı ve verimli bir şekilde yapabilme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. (Xue Wang 2007).

Mobil algılayıcı ağlarının dinamik dağıtımını ve özerkliğini etkin bir şekilde çözmek için bir kara tahta mekanizmasına göre karınca kolonisi algoritması adlı bir biyonik sürü zeka algoritması önermişler. Deney sonuçları, algoritmanın güç tüketimini ortalama %13, yol planlamasının ve mobil dağıtım KAA'nın verimlilik artışının ortalama %15 azaltma kabiliyetine sahip olduğunu göstermiştir.(Qi ve ark., 2008).

Mobil ve sabit algılayıcı ağlarının dinamik dağıtım problemi için yapay arı kolonisi (ABC) algoritması önerilmiştir.(Ozturk ve ark., 2011), ağın kapsama alanını maksimize etmeye çalışarak daha iyi performans elde edilmiş. Bu çalışmada, olasılıksal algılama modelini sağlanmış. Algoritmanın performansı, parçacık sürüsü optimizasyon algoritmasının performansıyla karşılaştırılmış ve sonuçlar, ABC algoritmasının KAA'nın dinamik dağıtım probleminin optimizasyonu için kullanılabileceğini göstermiştir.

Wong ve ark., 2012, yaptığı çalışmada, ağın kapsama alanını maksimize ederek daha iyi performans elde etmek için mobil ve statik algılayıcı ağlarının dinamik dağıtımı için biyocoğrafyaya dayalı optimizasyon adlı yeni bir algoritma kullanılmıştırlar. (Wang ve ark., 2012), Araştırmacılar algoritmayı ABC algoritmasıyla karşılaştırmışlar. Sonuçlar, biyocoğrafyaya dayalı optimizasyonun KAA' ların dinamik dağıtımında yararlı olabileceğini göstermiştir.

Wong ve ark., 2004, yaptığı çalışmada, algılayıcıların ilk kez yerleştirilmesinden sonra kablosuz mikro algılayıcı ağlarının kapsamını artırmak için kendi kendini organize etme tekniğidir. Algılayıcı pozisyonu için önerilen kendi kendini organize eden algoritma simülasyon çalışmaları ile etkili olduğu onaylanmıştır. (Wong ve ark., 2004)

Gözlemci arının besin kaynağı seçimi olasılık formülünü geliştirmek için mesafe faktörünü sunarak ve kötü kapsama oranını elde etmemek için izci arı çalışma modunu değiştirip şansı artırarak izci arı fazı için parametre limitini değiştirerek daha iyi bir çözüm elde etmek için standart ABC algoritmasını iyileştirmişlerdir. Standart ABC algoritması ile karşılaştırıldığında, sonuçlar geliştirilmiş algoritmanın daha yüksek kapsama oranına ve daha hızlı yakınsama hızına sahip olduğunu göstermiştir. (He ve Jiang, 2014).

Potansiyel Alan Yönlü Parçacık Sürü Optimizasyonu (PYPSO) algoritması adı verilen yeni bir algoritma, düğümler başlangıçta dağıtıldığında zayıf çekiciliği kullanarak mobil düğümlerin konuşlandırılmasının zorluğunun üstesinden gelmek için önerilmiştir. Ayrıca NPFPSO (Düzgün olmayan PYPSO) algılayıcı yerleşimi tanıttı. Öte yandan, gerçek yapılarla çalışmak konusunda işlerini olanaksız kılan birkaç tahmin kullanılmıştır. (Zhang ve ark., 2015).

Romoozi ve ark., 2010, yaptığı çalışmada, ağ yaşam süresi ve algılayıcılar arasındaki iletişimi optimize edilmiştir. Çalışmanın hedefini sağlanması için, algılayıcıların düzeni genetik algoritma (GA) kullanılarak optimize edilmiştir. K-ortalama kümeleme algoritması kullanılarak algılayıcılar kümelerde en yakın mesafeye yerleştirildi. Ek olarak, algılayıcılar birbirleriyle iletişim kurabilir, verilerini veri işleme birimi (sink) ve algılayıcılar arasında bir arayüz olarak görev yapan yüksek enerjili bir iletişim düğümüne (küme başı) iletebilir. Deneyler ağ faktörlerinde iyileşme göstermiştir. Bununla birlikte, kullanılan GA içindeki hesaplamaların sayısı oldukça artırılmıştır. (Romoozi ve ark., 2010)

Algılayıcı kısıtlı olarak yerleştirme sorunu çok amaçlı optimizasyon problemi olarak formüle edilmiştir. Bu çalışmanın amacı, algılayıcıları ağ kapsamını en üst düzeye çıkaracak, enerji tüketimini en aza indirecek, ağ yaşam süresini en üst düzeye çıkaracak, maliyeti ve yerleştirme yükünü azaltmak için algılayıcı sayısını en aza indirecek şekilde yerleştirmektir. Sorunu çözmek için, yazarlar çok amaçlı işlevi farklı tek amaç optimizasyon sorunlarına bölmüşler ve algılayıcılar ile (sink) arasındaki bağlantıyı korumak için bir ağaç yapısı kullanmışlar. Yazarlar çalışmalarını diğer çalışmalarla karşılaştırmış ve çalışmalarının daha iyi olduğunu bulmuşlardır(Sengupta ve ark., 2013).

KAA'larda enerji verimli kapsama protokollerinin özel bir incelemesi (More ve Raisinghani, 2017) 'de yapılmıştır. KAA'larda kapsama probleminin temel bilgisi sunulmuştur. Gözden geçirilen kapsama protokolleri, protokol özelliklerine (dağılıma göre kümelenmişe) ve algılayıcı düğümleri konum bilgisine (konum farkında, konum farkında değil) dayalı olarak geniş bir şekilde sınıflandırılır. İnceleme, yalnızca deterministtik algılayıcı düğümleri dağıtımı ve rastgele algılayıcı düğümleri dağıtımı için alan kapsamı protokollerini dikkate alınmıştır. Son olarak, statik düğümleri kullanan ve Boole algılama modeline dayanan kapsam protokollerine odaklanılmıştır.

KAA'larda kapsam ve bağlantı arasındaki ilişki Zhu ve ark., 2012, 'de incelenmiştir. Kapsam protokolleri üç kategoriye ayrılmıştır: kapsam dağıtım stratejileri, uyku zamanlama mekanizmaları ve ayarlanabilir kapsam yarıçapı protokolleri. Ancak bu

incelemede, temel olarak Boole algılama modelini benimseyen kapsama protokollerine odaklanılmıştır. (Zhu ve ark., 2012)

KAA'larda bariyer kapsamı üzerine kapsamlı bir anket Wu ve ark., 2016, yaptığı çalışmada verilmiştir. İncelenen bariyer kapsamı protokolleri temel olarak iki kategoriye ayrılır: statik algılayıcı düğümleri için bariyer kapsamı ve mobil algılayıcı düğümleri için bariyer kapsamı. Protokoller ayrıca aşağıdaki kriterlere göre de sınıflandırılır: algılama menzili yönü (çok yönlü ve yönsel), algılama modeli (Boole, olasılıklı ve tam görünüm) ve kapsama gereksinimi (zayıf k-bariyer kapsamı ve güçlü k bariyeri kapsama). Ayrıca, bariyer kapsamındaki çeşitli optimizasyon problemleri incelenmiştir. (Wu ve ark., 2016)

Kapsama konusu KAA'larda bir topoloji kontrol tekniği olarak tartışılmıştır. İncelenen kapsama protokolleri sırasıyla üç kategoriye ayrılır: alan kapsama protokolleri, bariyer kapsam protokolleri ve tarama kapsam protokolleri. Alan kapsamı protokolleri ayrıca KAA'larda bulunan algılayıcıların tiplerine (yani statik, mobil veya hibrit) ve kapsam gereksinimine (1 kapsamı veya k kapsamı) göre de sınıflandırılır. Dahası, hem deterministtik hem de olasılıksal algılama modelleri için bariyer kapsamı protokolleri incelenmiştir(Li ve ark., 2013).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Problemin Tanımı

Algılayıcı ağının performansı algılayıcı konumlarına bağlıdır. Bu nedenle, algılayıcıların dağıtılması görev alanındaki aktif algılama veya kapsama kontrolü sorunu olarak adlandırılan bir problemdir ((Meguerdichian ve ark., 2001),(Cortes ve ark., 2004),(Wei ve Cassandras, 2005)). Algılayıcılar, ilgi alanına girebilecek kabiliyetine sahip oldukları bilgilerin miktarını ve kalitesini maksimize ederek dağıtılmalıdır. Algılayıcıların ilk dağıtılmasından sonra, problemin statik versiyonunda ağda ek bir hareketlilik olmayacaktır. Optimal yerler, çevrimdışı bir şema ile tesis yerinin optimizasyon sorunu olarak bulunabilir. Aksi takdirde, algılayıcılar ağların dinamik versiyonunda görev alanında hareket etme kabiliyetine sahiptir. Algılayıcıların algılama yarıçapı içinde, ilgilenilen alanla ilgili bilgileri toplamaktadır. Daha sonra, bu bilgiler kendilerine yakın diğer algılayıcılarla (yani komşular) paylaşmaktadır. Bu nedenle, birbirleriyle iletişim halinde algılayıcılar içeren bu ağlarda etkin bir araştırma sağlamak için pozisyonun algılayıcılar tarafından mümkün olduğunca kapsanması gerekir. Kapsama alanını arttırmak için mobil algılayıcıların konum değişimi özellikleri kullanılır ((Heo ve Varshney, 2003),(Molina ve Alba, 2008)).

Bu çalışmada, dağıtım problemi dinamik bir dağıtım sorunu olarak ele alınacak. Algılama alanı hakkında önceden bilgi bulunmadığı için algılayıcıların baştaki pozisyonları rastgele seçilir. Kaplanacak alan grafik olarak gösterilecek ve her nokta bir konum noktasını temsil edecektir. Merkez noktası, algılayıcı düğüm konumunu temsil eder. Öklid mesafesi ile, her merkez noktası ve tüm konum noktaları arasındaki mesafe hesaplanır.

Bir konum noktasına (x1, y1) yerleştirilen algılama aralığı r olan bir algılayıcı, bir konum noktasını (x2, y2) kaplayabilmek için bu iki nokta arasındaki Öklid mesafesi r'ye eşit veya daha küçük olması gerekmektedir. Denklem 3.1 de göre hesaplanmaktadır.

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \leq r \tag{3.1}$$

Alan küçük bölgelere ayrılır, her bölge merkez noktası ve en yakın konum noktalarını içerir. Sonrasında, merkez noktası konumu, aynı gruba ait konum noktalarının oranını hesaplayarak yeniden hesaplanır.
Konum noktalarının (x_i, y_i) ortalama değeri,(mx, my) ile temsil edilmektedir, i = 1,2,…M. Denklem 3.2 ve 3.3'teki göre hesaplanmaktadır.

$$mx = \frac{\sum_{i=1}^{M}(x_i)}{M} \tag{3.2}$$

$$my = \frac{\sum_{i=1}^{M}(y_i)}{M} \tag{3.3}$$

Algılayıcı dağıtım problemi bir optimizasyon problemi olarak formüle edilebilir. Konum noktaları kümesi (P) ve sabit sayıda algılayıcılar (R), tüm R algılayıcılarını yerleştirmek için en uygun konumu sağlarlar, öyle ki her konum noktası kaplanacak ve gerekli algılama aralığı minimum olacaktır. Denklem 3.4' ta tanımlanan amaç fonksiyonunu gösterilmektedir.

$$F = \forall_R, \forall_j(max(distance(S_R, P_j))) \tag{3.4}$$

Burada, S_R, ise algılayıcı dağıtım noktası, P_j ise konum noktası ve distance (mesafe), Öklid mesafesini gösterir ve denklem 3.1'deki gibi hesaplanır. Amaç, tüm konum noktalarını kaplamak için gereken algılama aralığının minimum olacağı şekilde F'yi en aza indirmektir. (Udgata ve ark., 2009).

Algılama mesafesini en aza indirilmesi, daha az enerji tüketim oranına sahip olacaktır. Daha az enerji tüketimi daha fazla ağ yaşam süresine yol açacaktır. Problemi bir veri kümeleme problemi olarak kabul edilmektedir ve her bir konum noktası bir veri noktasını / nesneyi temsil ettiğini koordine etmektedir. Küme, algılayıcı düğümü olarak kabul edilir ve algılama aralığı, aynı kümedeki merkez noktası ve en uzak konum noktası arasındaki mesafedir.

3.2. Yapay Alg Algoritması

Yapay alg algoritması (AAA) hareketli mikro alglerin karakteristik özelliklerinden ve yaşam davranışlarından ilham alan, metasezgisel bir optimizasyon algoritmasıdır.(Uymaz ve ark., 2015)

Yapay algler, alglerin özelliklerini idealize ederek problem alanındaki her çözüme karşılık gelir. Gerçek alglere benzer şekilde, yapay algler, sarmal yüzme ile fotosentezlenmeye ışık kaynağına doğru hareket edebilir ve çevreye uyum sağlayabilir, mitotik bölünme ile çoğalır. Denklem 3.5 ve 3.6 da algın hücresi bölündüğünde iki yeni hücre üretilir ve birlikte yaşar. Algal kolonisi böyle bir hücre gibi çalışır, birlikte hareket eder ve uygun olmayan şartlar altında hücreler ölebilir. Koloninin, kesme kuvveti gibi harici bir kuvvete maruz kalması halinde, gruplara ayrılabilir ve her grup, bir yaşam ürünü gibi yeni bir koloni haline gelir. Koloni, ideal noktada var ise optimum koloni olarak adlandırılır ve bu, optimum alg hücrelerinden oluşur (Uymaz ve ark., 2015). Algoritma, (Evrimsel işlem, Adaptasyon ve helisel hareket) olarak adlandırılan 3 temel bölümden oluşmuştur.

Alga koloni popülasyonu= $\begin{bmatrix} x_1^1 & \cdots & x_1^D \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_N^1 & \cdots & x_N^D \end{bmatrix}$ (3.5)

$$x_i^j = [x_i^1, x_i^2, \ldots x_I^D] \qquad i = 1,2, \ldots . N \qquad j = 1,2, \ldots . D \tag{3.6}$$

Burada x_i^j, i alg kolonisinin j boyutundaki alg hücresidir. alg kolonisindeki alg hücrelerinin sayısı problem boyutuna eşittir. Algal kolonilerin büyüklüğü (G). denklem 3.7 & 3.8' te göre değerlendirilir.

$$\mu_i = S/(K_s + S) \tag{3.7}$$

$$G_i^{t+1} = \mu_i^t G_i^t \qquad i = 1, 2, \dots, N \tag{3.8}$$

Burada, μ alg kolonisinin spesifik büyüme hızı, t zamanında yarı besinsel algal kolonisi koşullarındaki büyüme oranı K ve S besin konsantrasyonudur.

3.2.1. Evrimsel işlem

Algal kolonisi yeterli beslenme koşullarında ve yeterli ışık altında büyür ve çoğalır. Çoğalma sürecinin bir sonucu olarak, t zamanında gerçek mitotik bölünme gibi iki yeni hücre elde edilmektedir. Aksi takdirde, alg kolonisi yeterince ışık almadığında ölür. Algoritmada, elde ettikleri besin miktarına göre iyi bir solüsyon veren algal kolonisi büyür ve en büyük algal koloninin alg hücresi çoğaltılır. En küçük alg kolonisinin alg hücresi bu aşamasında ölecektir. Bu süreç denklem 3.9 – 3.11 ile gösterilmektedir.

$$Biggest^t = max\, G_i^t \quad i = 1, 2, 3 \dots . . N \tag{3.9}$$

$$Smallest^t = min\, G_i^t \quad i = 1, 2, 3 \dots . . N \tag{3.10}$$

$$Smallest_m^t = biggest_m^t \quad m = 1, 2, 3 \dots . D \tag{3.11}$$

Burada biggest, en büyük alg kolonisi, *D* problem boyutu, *m* alg hücresi ve smallest, en küçük alg kolonisidir.

3.2.2. Adaptasyon

Adaptasyon, yeteri kadar büyümemiş bir algal kolonisinin, ortamdaki en büyük algal koloniye benzemeye çalıştığı süreçtir. Bu işlem, algoritmadaki açlık seviyesindeki değişim ile sona erer. İlk açlık değeri her yapay alg için sıfırdır. Açlık değeri, alg hücresi yetersiz ışık aldığında zamanla artar. Bu süreç denklem 3.12 ve 3.13 ile gösterilmektedir.

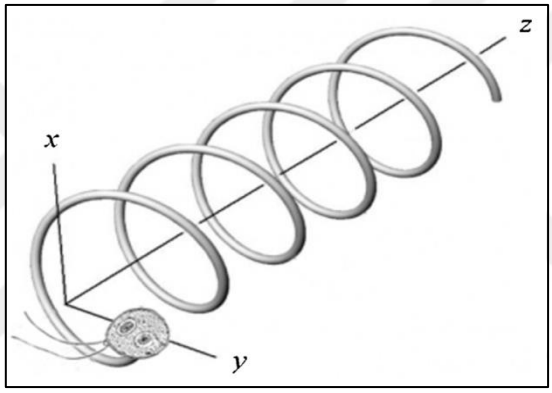
$$Starving^t = max\, A_i^t \quad i = 1, 2, 3 \dots . . N \tag{3.12}$$

$$Starving^{t+1} = starving^t + (biggest^t - starving^t) \times rand \tag{3.13}$$

Burada starving, t zamanında maksimum açlık değerine sahip algal kolonidir. A^t_i, t zamanındaki i algal koloninin açlık değeridir, adaptasyon parametresi (Ap), adaptasyon işleminin t zamanında uygulanıp uygulanmayacağını belirlemektedir. Ap, (0-1) arasındaki aralığa sabittir.

3.2.3. Helisel hareket

Işığa yakın olmak isteyen algler, yüzeyde daha fazla bulunan ışığa doğru hareket etmek istemektedir. Algler kamçıları sayesinde su içinde helisel olarak hareket etmektedir. alg kolonisi de üç boyutta hareket eder (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Alglerin üç boyuttaki helisel hareketi (Uymaz ve ark., 2015)

Alg hücresi enerjisine göre hareket eder. t zamanındaki alg hücresinin enerjisi, aynı zamanda besin alım miktarıyla doğrudan orantılıdır. Alg hareketi viskoz sürtünme ve yerçekimi olmak üzere iki faktör tarafından engellenmektedir. Algler büyüdükçe, sürtünme yüzeyleri artmaktadırr ve suda daha yavaş hareket etmektedir. Bu durumda, alg yerel arama yeteneğini arttırır (sömürü). Küçük alg hücreleri daha hızlı bir harekete ve sıvı içinde daha fazla hareket mesafesine sahiptir. Bu çözüm uzayında adım büyüklüğünün fazla olması demektir, böylece global arama özelliği daha da artmaktadır. Denklem 3.14 ile hesaplanmaktadır.

$$\tau(x_i) = 2\pi\left(\sqrt[3]{3G_i/4\pi}\right)^2 \tag{3.14}$$

Burada τ (x_i) sürtünme yüzeyidir.

Algoritmada, alg hücresinin helisel hareketi için üç boyut rastgele seçilir. Bu boyutlardan biri doğrusal bir harekettir ve kalan boyutlar açısal bir hareketle hareket etmektedir. Denklem 3.15 alg hücresi / koloni bir yönde hareket ettiğinde, yani bir boyutlu problemlerde kullanılmaktadır. İki boyutlu problemlerde ise denklem 3.15 ve 3.17 kullanılmıştır ve üç veya daha fazla boyut için denklem 3.15 ve 3.16 kullanılmıştır.

$$X_{i_m}^{t+1} = X_{i_m}^{t} + \left(X_{j_m}^{t} - X_{i_m}^{t}\right)\left(\Delta - \tau^{t}(X_i)\right)P \tag{3.15}$$

$$X_{i_k}^{t+1} = X_{i_k}^{t} + \left(X_{j_k}^{t} - X_{i_k}^{t}\right)\left(\Delta - \tau^{t}(X_i)\right)\cos\alpha \tag{3.16}$$

$$X_{i_l}^{t+1} = X_{i_l}^{t} + \left(X_{j_l}^{t} - X_{i_l}^{t}\right)\left(\Delta - \tau^{t}(X_i)\right)\sin\beta \tag{3.17}$$

Burada X^{t}_{im}, X^{t}_{ik} *ve* X^{t}_{il}, t zamanındaki i algal hücrenin X, Y ve Z koordinatlarını temsil eder. *m*, *k* ve *l* (1-D) arasında rastgele bir tam sayıdır. J alg kolonisinin indeksini gösterir ve turnuva seçimi ile elde edilir. P, 0-1 arasında rastgele bir sayıdır. *α ve β*, 0 ila 2π arasında rastgele bir derecedir. Δ kayma kuvvetidir; $\tau^{t}(X_i)$, i algal hücresinin sürtünme yüzey alanıdır.

Yapay Alg Algoritması - Artificial Algae Algorithm (AAA)

Amaç fonksiyonu $f(x)$, $x = (x_1, x_2, \ldots, x_d)$

Parametreleri belirle (kesme kuvveti Δ, enerji kaybı e ve adaptasyon parametresi Ap)

n adet alg kolonisinden oluşan populasyonu rastgele çözümler ile başlat

Herbir alg kolonisinin büyüklüğünü 1 ve açlık değerini 0 olarak tanımla

Herbir alg kolonisinin amaç fonksiyon değerini ve büyüklüğünü (**G**) hesapla

While (t <Maksimum Hesaplama Sayısı)

Alg kolonilerinin enerji (E) ve sürtünme yüzeylerini (τ) hesapla

For i=1:n

iStarve = 1

While ($E(x_i) > 0$)

Amaç fonksiyon değerlerine göre turnuva yöntemi ile j alg kolonisini (ışık kaynağını) seç

Helisel hareket için rastgele üç boyut (alg hücresi) (k, l ve m) seç

$$X_{i_m}^{t+1} = X_{i_m}^{t} + \left(X_{j_m}^{t} - X_{i_m}^{t}\right)\left(\Delta - \tau^{t}(X_i)\right)P$$

$$X_{i_k}^{t+1} = X_{i_k}^{t} + \left(X_{j_k}^{t} - X_{i_k}^{t}\right)\left(\Delta - \tau^{t}(X_i)\right)\cos\alpha$$

$$X_{i_l}^{t+1} = X_{i_l}^{t} + \left(X_{j_l}^{t} - X_{i_l}^{t}\right)\left(\Delta - \tau^{t}(X_i)\right)\sin\beta$$

α, β ∈ [0,2π]; p ∈ [-1,1];

Yeni çözümü hesapla

$E(x_i) = E(x_i) - (\frac{e}{2})$ hareket kaynaklı enerji kaybı

if yeni çözüm daha iyi, i alg kolonisini güncelle ve iStarve = 0

else $E(x_i) = E(x_i) - (\frac{e}{2})$ metabolizma kaynaklı enerji kaybı **end if**

end While

if iStarve=1, A(x_i) açlık seviyesini bir arttır **end if**

end For

Alg kolonilerinin büyüklüklerini (G) hesapla

Rastgele belirlenen r boyutunda en büyük alg kolonisinin hücresini en küçük alg kolonisinin hücresine kopyala

$smallest_{r}^{t} = biggest_{r}^{t}$

En aç alg kolonisini seç

if rand<A_p

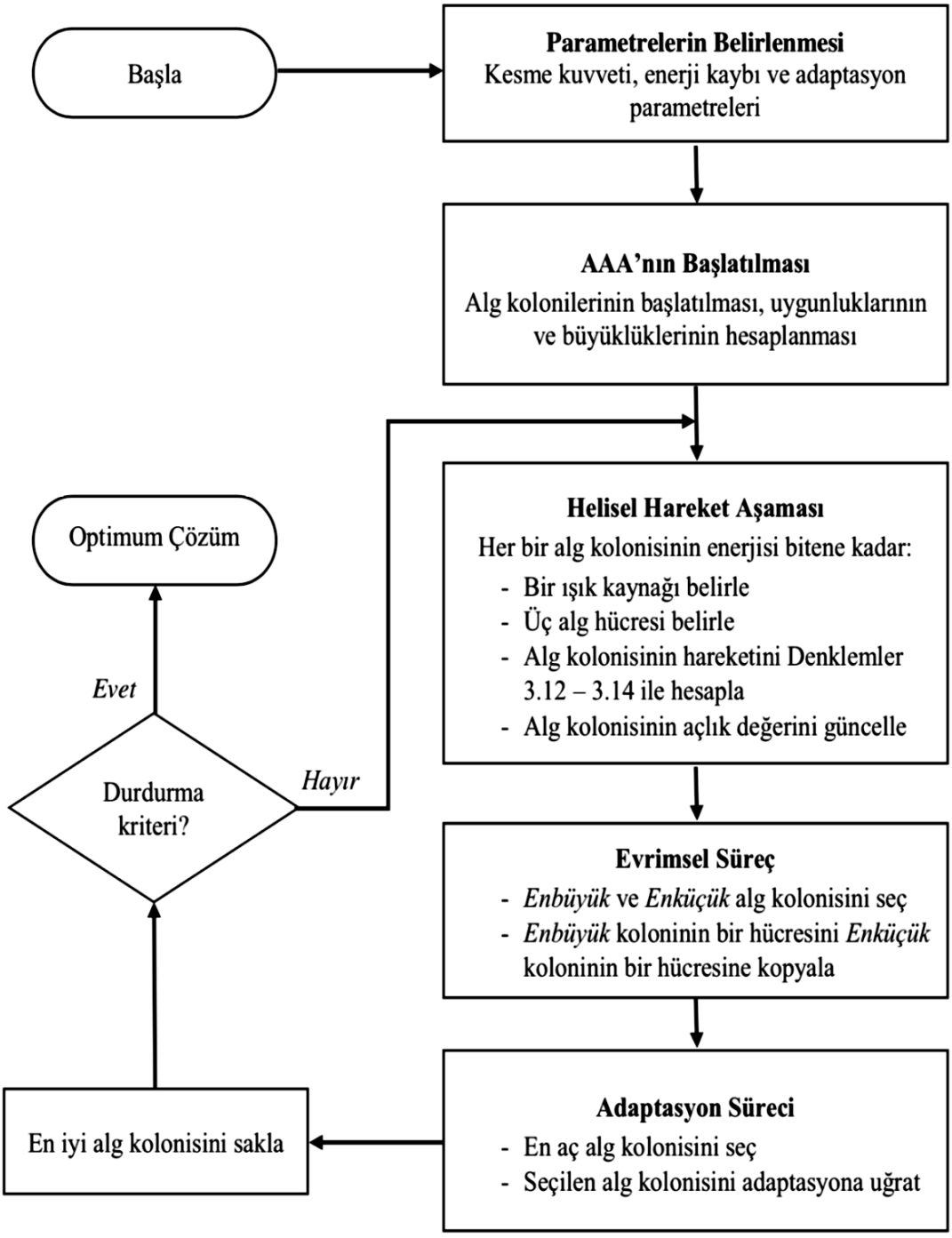
$$Starving^{t+1} = starving^{t} + (biggest^{t} - starving^{t}) \times rand$$

end if

En iyi çözümü sakla

end While

Şekil 3.2. Yapay Alg Algoritmasının sözde kodu.(Uymaz, 2015)



Şekil 3.3. Yapay Alg Algoritmasının akış şeması (Uymaz ve ark., 2015)

3.3. AAA Yönetimini Kullanarak Kablosuz Algılayıcı Ağların Yerleştirilme Problem

Daha önce de belirtildiği gibi, AAA algoritması KAA'ların dinamik dağıtım sorunu için kullanılan biyo-ilhamlı metasezgisel optimizasyon algoritmalarından biri olarak kabul edilebilir. Bu optimizasyon tekniğinin kullanım amacı, ağın kapsama oranını maksimize etmektir ve gerekli algılama aralığı ise minimumdur. Dolayısıyla, bu çalışmada, ağın maksimum kapsama oranını elde etmek (komşu düğümler arasındaki mesafeyi en aza indirgemek) amacıyla algılayıcı düğümünün algılama aralığını en aza indirmeye yönelik bir çözümün amaç fonksiyonu, denklem 3.4 ile verilmektedir. Böylece, algılayıcıların dağıtımı optimum olacaktır ayrıca tüketilen enerjinin azaltılmasını ve ağın yaşam süresinin arttırılmasını sağlamaktadır. KAA'ların kapsamı algılayıcı algılama modeline bağlıdır.

Bu çalışmada, KAA'lar yalnızca mobil algılayıcıları kapsamaktadır, (Kukunuru ve ark., 2010)'a benzer şekilde aşağıdaki varsayımlar yapılmıştır:

- Tüm algılayıcı düğümleri homojendir ve mobilite özelliğine sahiptir
- Yerleştirilmiş algılayıcı düğümlerinin algılama alanını tamamen kapsayabileceğini varsayıyoruz. Her bir düğümün algılama kapsamı ve iletişim kapsamı, herhangi bir düzey hatası olmaksızın dairesel bir şekle sahip olduğu kabul edilmektedir
- Tasarım değişkenleri, algılayıcı düğümlerinin iki boyutlu koordinatlarıdır.
- Bütün düğümler eşit algılama alanını kapsamaktadır.

  Yukarıdakiler, birçok algılayıcı ağ uygulaması için ortak varsayımlardır.

Önerilen algoritma Yapay alg algoritmasının arama yeteneğinden yararlanmaktadır. Daha belirgin olarak, görev, gerekli algılama aralığını (Denklem 3.4) en aza indirilecek şekilde uygun küme merkezleri (c1, c2, · · · , cR) aramaktır.
Parametreler 4. bölümde açıklanacaktır. Algoritma, ilk n alg kolonisi popülasyonuyla başlar. Her bir algal kolonisi, bir dizi R küme merkezi olarak potansiyel bir kümeleme çözümünü göstermektedirler. Tüm küme merkezlerinin başlangıç konumları rastgele atanır.

Her bir veri nesnesi (konum noktası) ve tüm küme merkezleri arasındaki Öklid uzaklıkları konum noktasının ait olduğu kümeyi belirlemek için hesaplanır (yani, konum noktasına en yakın merkezi olan küme).

Bu şekilde, ilk kümeler oluşturulabilir. Kümeler oluşturulduktan sonra, orijinal küme merkezleri (rastgele seçilmiş küme merkezleri), belirli bir kümeleme çözümünü tanımlamak için gerçek küme merkezleri ile değiştirilirler. Gerçek küme merkezinin, o belirli kümenin tüm konum noktalarının ortalaması olarak tanımlandığı yerde, Uygunluk değeri, her bir algal kolonisi için objektif fonksiyon hesaplanarak hesaplanır (denklem 3.4). Böylece algılayıcıların dağıtımının bütün konum noktalarını kapsayacak şekilde optimum olması ve gerekli algılama aralığının minimum olması sağlanır.

Bu algoritmada, $C_i = (c_{i1}, c_{i2} \ldots c_{id})$, i'ninci algal koloninin küme merkezi pozisyonunu/konumunu ifade etmekte ve d ise boyutu (algılayıcı düğümlerinin sayısı) göstermektedir.

Aşağıdaki, üç adımda işlenecek ve maksimum hesaplama sayısına ulaşılana kadar tekrar etmeye devam edecektir.

Birinci adım: Her bir alg kolonisi için besin kaynağı seçilir, üç alg hücresi rastgele seçilir ve ondan sonra koloni denklem 3.15 & 3.17 ile değiştirilir ve Hareketin neden olduğu enerjiyi azaltır, yeni çözüm daha iyiyse, yeni pozisyona geçmek metabolizma ile enerji azaltmak. Bu işlem, koloninin enerjisi tükenene kadar tekrar edilir.

İkinci adım: En büyük ve en küçük alg kolonisi denklem 3.9 ve 3.10 ile seçilecektir, sonrasında rastgele en büyük alg kolonisinden bir alg hücresi seçilir ve denklem 3.11 ile en büyükten en küçüğe kopyalanır.

Üçüncü adım: Bu adımda denklem 3.12 ile en aç olan koloni seçilir. Sonrasında koloni denklem. 3.13 ile modifiye edilir. Üçüncü adımın sonunda, koloni en iyi çözümü elde edecektir. Bu adımlar durdurma kriteri karşılanıncaya kadar tekrar edilir. Sonra optimum çözüme ulaşılır.

3.4. Yaklaşımımızla Karşılaştırmak İçin Kullanılan Optimizasyon Algoritmaları

Optimizasyon algoritmaları, belirli kısıtlamalar altında mevcut en iyi alternatifi bulmak için makine öğreniminde kullanılan bir grup matematiksel algoritma olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle, optimizasyon problemlerini çözmek için kullanılan bir çeşit algoritmadır.

Bu tezde, bir kablosuz algılayıcı ağındaki yaşam süresi problemini optimize etmek ve önerilen algoritmamızın performansını doğrulamak için yapay alg algoritmasını ve Karşılaştırma için üç optimizasyon algoritması kullanılmıştır. Her algoritmanın sonuçları önerilen algoritmamızla karşılaştırılmıştır.

Kullanılan algoritmalar:

3.4.1. Arı koloni optimizasyon algoritması (Artificial bee colony algorithm (ABC))

Yapay Arı Koloni Optimizasyon Algoritması (YAKOA) 2005 yılında Karaboğa tarafından geliştirilmiştir. YAK algoritması, bal arılarının doğada besin kaynakları bulma ve nektar toplama davranışlarının prensiplerine dayanan bir algoritmadır.(Karaboga, 2005).

ABC algoritmasında yapay arı kolonisi üç grup arı içermektedir: çalışan arılar, izleyiciler ve izcilerdir. Koloninin ilk yarısı çalışan yapay arılardan, ikinci yarısı ise izleyicilerden oluşmaktadır. Her besin kaynağı için sadece bir tane çalışan arı vardır. Başka bir deyişle, çalışan arıların sayısı, besin kaynaklarının sayısına eşittir. Terkedilmiş bir gıda kaynağında çalışan arı bir izci olur. Yapay arılar tarafından yapılan araştırmalar aşağıdaki gibi özetlenebilir: Çalışan arılar, besin kaynağının bölgesindeki bir besin kaynağını hafızalarında belirlerler. - Çalışan arılar bilgilerini kovandaki izleyicilerle paylaşır ve izleyiciler besin kaynaklarından birini seçer. - İzleyiciler, kendi seçtikleri besin kaynakları bölgesinde bir besin kaynağı seçerler. - Kaynağından vazgeçilen çalışan bir arı izci olur ve rastgele yeni bir besin kaynağı aramaya başlar. Algoritmanın ana adımları aşağıda verilmiştir:

Başlat

TEKRAR ET

- Çalışan arıları besin kaynaklarına taşıyın ve nektar miktarlarını belirleyin.
- İzleyicileri besin kaynaklarına taşıyın ve nektar miktarlarını belirleyin.
- Yeni besin kaynakları aramak için izcileri hareket ettirin.

• Şu ana kadar bulunan en iyi besin kaynağını ezberleyin. A kadar (şartlar yerine getirildi)

Aramanın her döngüsü üç adımdan oluşur: çalışan ve izleyici arıların besin kaynaklarına taşınması, nektar miktarlarının hesaplanması, izci arılarının belirlenmesi ve ardından rastgele olası besin kaynaklarına taşınması. Bir besin kaynağı, optimize edilmesi gereken soruna olası bir çözümü temsil eder. Bir gıda kaynağının nektar miktarı, o gıda kaynağı tarafından temsil edilen çözeltinin kalitesine karşılık gelir. İzleyiciler, "rulet tekerleği seçimi" yöntemini kullanarak yiyeceklere yerleştirilir. Her arı kolonisinde, koloninin kaşifleri olan izciler bulunur. İzciler besin ararken hiçbir yönlendirmeye sahip değildir. Öncelikle herhangi bir besin kaynağı bulmakla ilgilenmektedirler. Bu tür davranışların bir sonucu olarak, izciler düşük arama maliyetleri ve düşük bir gıda kaynağı kalitesinde ortalama ile karakterize edilir. Zaman zaman, izciler yanlışlıkla zengin ve tamamen bilinmeyen besin kaynaklarını keşfedebilirler. Yapay arılar söz konusu olduğunda, yapay izciler bir görev olarak uygulanabilir çözümler grubunu hızlıca keşfedebilirler. ABC algoritmasında, çalışan arılardan biri seçilir ve izci arı olarak sınıflandırılır. Sınıflandırma, "limit" olarak adlandırılan bir kontrol parametresi ile kontrol edilir. Eğer bir besin kaynağını temsil eden bir çözelti önceden belirlenmiş sayıda deneme ile iyileştirilmezse, o zaman besin kaynağı çalışan arı tarafından terk edilir ve bu besin kaynağı ile bağlantılı çalışan arı bir izci haline gelir. Bir besin kaynağının serbest bırakılması için yapılan denemelerin sayısı, ABC algoritmasının önemli bir kontrol parametresi olan "limit" değerine eşittir (Karaboga, 2005).

3.4.2. Parçacık sürüsü optimizasyon algoritması (Particle swarm optimization (PSO))

Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) ilk olarak Kennedy ve Eberhart (1995) tarafından tanımlanmıştır. Kuş sürüsünün besin ararken davranışlarına dayanan, evrimsel bir meta-buluş niteliğindedir.(Kennedy ve Eberhart, 1995), PSO veya sürü popülasyonu, arama alanındaki (bir çözümü temsil eden) bağlantılı çok boyutlu bir gerçek noktaya ve bağlantılı bir hıza (çok boyutlu gerçek alandaki noktanın hareketi) sahip parçacıklardan (kuşlar) oluşur. Bir partikülün hızı tipik olarak üç tip hızın doğrusal bir kombinasyonudur:

1- atalet hızı;
2- parçacık tarafından bulunan en iyi noktaya kadar olan hız;
3- sürü tarafından bulunan en iyi noktaya kadar olan hız.

Popülasyondaki her partikülün i noktası ve hızı, optimum bir çözüm aradığı için algoritma tarafından yinelenerek değiştirilir. parçacıkların noktası ve hızı, aşağıdaki iki denkleme göre değiştirilir:

$$v_{t+1,i} = v_{t,i} + c_1.\left(p^*_{t,i} - x_{t,i}\right) + c_2.\left(sp^*_t - x_{t,i}\right) \quad (1)$$

$$x_{t+1,i} = x_{t,i} + v_{t+1,i} \quad (2)$$

Burada, vt, i t yinelemedeki i parçacığının atalet hızıdır. Xt, i t yinelemedeki i parçacığının noktasıdır, $p^*_{t,i}$, i parçacığının t yinelemeye kadar bulunan en iyi noktasıdır, SP*t, sürünün t yinelemeye kadar bulduğu en iyi noktadır, ve c1 ve c2, son iki hız tipinin uygunluğunu ağırlıklandıran, ivme katsayıları adı verilen katsayılardır.

PSO algoritmasında parçacık dinamiklerinin etkisini azaltmak gerekliydi ve önerilen çözüm, Vmax'ın orijinal PSO'nun bir parametresi olduğu, [-Vmax, + Vmax] aralığında hızı korumaktır.

Çözülecek soruna göre uygun bir Vmax değeri bulmak zor bir iştir. Böylece, Shi ve Eberhart (1998b), orijinal ilk PSO denklemini (Denk.1) aşağıdaki ifadeyle değiştirmeyi önermişlerdir:

$$v_{t+1,i} = \omega.v_{t,i} + c_1.\left(p^*_{t,i} - x_{t,i}\right) + c_2.\left(sp^*_t - x_{t,i}\right) \quad (3)$$

Burada ω atalet hızını kaldıran katsayıdır (atalet ağırlığı). Denklemler (3) ve (2) klasik PSO çekirdeğidir. PSO algoritmasının her yinelemesinde, Denklemler (3) ve (2), her bir parçanın kendi keşiflerini takip etme, bulduğu en iyi noktaya doğru hareket etme ve sürünün bulduğu en iyi noktaya doğru hareket etme arasındaki uyumu yansıtmaktadır. Şekil 1, klasik PSO algoritmasının sahte kodunu göstermektedir.

1. Ayar t = 0
2. Tüm parçacıkların konumlarını rastgele başlat
3. Tüm parçacıkların hızlarını boşluk hızıyla sıfırla
4. Durdurma ölçütlerine ulaşılmadığında:
5. Sürüdeki her i parçacık için:
6. Uygunluk hesapla: Set fi = uygunluğu $X_{t,i}$
7. Güncelleme $p^*_{t,i}$: eğer fi , $p^*_{t,i}$ uygunluğundan daha iyiyse , $p^*_{t,i}$, yi $X_{t,i}$ ye ayarlayın.
8. Son için
9. Güncelle SP^*_t : Ayar $Xbest_t$ = eğer mevcut sürünün en iyi noktası $Xbest_t$ SP^*_t, den daha iyiyse , SP^*_t'yi $Xbest_t$' ye ayarlayın
10. Sürüdeki her parçacık i için :

11. Güncelleme hızı: Denklem (3) kullanarak i, Vt + 1 hızını hesaplayın
12. Güncelleme noktası: Denklem (2) kullanarak i, Xt + 1 noktasını hesaplayın
13. Son için
14. Ayar t = t + 1
15. Bitene kadar

Bu algoritmanın epeyce değişkenleri vardır. Parçacık sürüsü optimizasyonu, tasarım ve optimizasyon, görüntü işleme ve zamanlama dahil olmak üzere bilim ve mühendislikteki hemen hemen her alana uygulanmıştır.

3.4.3. Diferansiyel evrim algoritması (Differential Evolution Algorithm (DE))

Diferansiyel Evrim (DE) algoritması, sürekli alanlardaki optimizasyon problemleri için Rainer Storn ve Kenneth Price, 1997, tarafından geliştirilen evrimsel programlamanın bir dalıdır. DE'deki her değişkenin değeri gerçek bir sayı ile temsil edilir. DE'nin avantajları basit yapı, kullanımı kolay, hızlı ve sağlamdır. (Storn ve Price, 1997).

DE algoritması, benzer operatörleri kullanan genetik algoritmalar gibi popülasyon tabanlı bir algoritmadır; çaprazlama, mutasyon ve seçim. Daha iyi çözümler üretmedeki ana fark, DE mutasyon işlemine dayanırken, genetik algoritmaların çaprazlamalara dayanmasıdır. Bu ana işlem, popülasyondaki rastgele örneklenmiş çözüm çiftlerinin farklılıklarına dayanmaktadır. Algoritma, bir arama mekanizması olarak mutasyon işlemini ve aramayı arama alanındaki potansiyel bölgelere doğru yönlendirmek için seçim işlemini kullanır. DE algoritması aynı zamanda alt vektör parametrelerini bir kaynaktan diğerlerinden daha sık alabilen tek tip bir çapraz geçiş kullanmaktadır. Deneme vektörleri oluşturmak için mevcut popülasyon üyelerinin bileşenlerini kullanarak, yeniden birleştirme (çaprazlama) operatörü başarılı kombinasyonlar hakkındaki bilgiyi verimli bir şekilde karıştırır ve bu da daha iyi bir çözüm alanı aramasını sağlar. D parametrelerinden oluşan bir optimizasyon görevi, D boyutlu bir vektör ile temsil edilebilir. DE'de, başlangıçta rastgele bir NP çözüm vektörleri popülasyonu yaratılır. Bu popülasyon, mutasyon, çaprazlama ve seçim operatörleri uygulanarak başarıyla iyileştirilir. DE algoritmasının ana adımları aşağıda verilmiştir:

1. Başlatma
2. Değerlendirme
3. Tekrar Etme
4. Mutasyon Yeniden Birleşmesi
5. Değerlendirme Seçene Kadar (Bitiş kriterleri karşılanır).

- Mutasyon

Her bir hedef vektör için xi, G, a tarafından bir mutant vektör üretilir.

$$v_{i,G+1} = x_{i,G} + K \cdot (x_{r1,G} - x_{i,G}) + F \cdot (x_{r2,G} - x_{r3,G}) \quad (1)$$

Buradaki i, *r1, r2, r3* ∈ {*1, 2, ..., NP*} rastgele seçilir ve birbirinden farklı olmalıdır. Denklem (1) 'de *F*, fark vektörü üzerinde etkisi olan ölçeklendirme faktörüdür ($x_{r2,G} - x_{r3,G}$), *K*, kombinasyon faktörüdür.

- Çaprazlama

Ana vektör, bir deneme vektörü $u_{\mathrm{ji,G+1}}$ üretmek üzere mutasyona uğramış vektör ile karıştırılır.

$$u_{\mathrm{ji,G+1}} = \begin{cases} v_{\mathrm{ji,G+1}} \; if \; (rnd_j \leq CR) \; or \; j = rn_{i,} \\ q_{ji,G} \quad if \; (\mathrm{rnd}_j > CR) \; and \; j \neq rn_i \end{cases}$$

buradaki j = 1,2, ..., D; rj ∈ [0, 1] rastgele sayıdır; CR çaprazlama sabiti ∈ [0, 1] ve rni ∈ (1,2, ..., D) rastgele seçilen bir göstergedir.

- Seçme

Popülasyondaki tüm çözümler, uygunluk değerlerine bağlı olmadan ebeveynler olarak seçilme şansına sahiptir. Mutasyon ve çaprazlama operasyonlarından sonra üretilen çocuk değerlendirilir. Daha sonra, çocuk vektörünün ve ebeveyninin performansı karşılaştırılır ve daha iyisi seçilir. Ebeveyn hala daha iyiyse, popülasyonda kalır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Simülasyon Kurulumu

Bu tez çalışmasında, yapılan deneylerde MATLAB 2016 versiyonu kullanılmıştır. Düzenli bir dikdörtgen yapı ile birçok farklı düzensiz arazi yapısı kullanıldı. Bunlar Şekil 4.1'de gösterilen düzenli yapı ve şekil (4.2, 4.3, 4.4)'te gösterilen diğer düzensiz arazi yapılarıdır. İmge düzenleyici programını kullanarak, yapıları çizildi ve ikili imgeye dönüştürülmüştür. Her görüntünün boyutu 100 X 100 pikseldir. Görüntüdeki her pikselin alanda ki bir metrekareyi temsil ettiğini düşünülerek. Araziye yerleştirilecek olan 4, 8, 16 ve 32 algılayıcı düğümü ile deneyleri simüle edilmiştir. Tüm algoritmalar için popülasyon büyüklüğü 20'dir. Her boyutta minimum ve maksimum aralık [0, 100] olarak belirlenir.

- **AAA algoritma parametrelerinin netleştirilmesi:**

  Adaptasyon parametresi (Ap): başlangıçta belirlenen sıfır ile bir arasında sabit bir değerdir. Adaptasyon işlemi sıfır ile bir arasında rastgele seçilen bir sayının başlangıçta belirlenen adaptasyon parametresinden büyük olduğu durumda gerçekleşir.

  kesme kuvveti (Δ): AAA algoritmasındaki hareketi kısıtlayan yerçekim sıfır olarak temsil edilir, ve viskoz sürtünme alg hücresi boyutuyla orantılı olan kesme kuvveti olarak gösterilir.

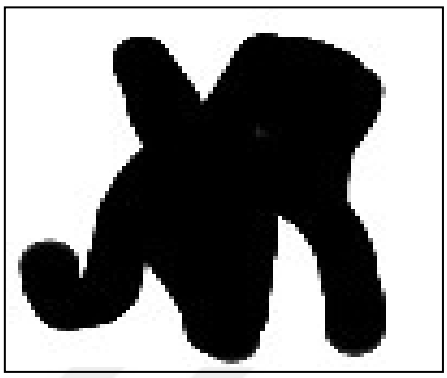
  Enerji değeri (e): Alg kolonisinin her bir helisel hareket çevriminde, çözüm uzayında kaç kez yer değiştireceği (yeni çözüm arayacağı) bu enerji değeri ile belirlenir.

- AAA parametreleri şu şekilde ayarlanmıştır:
  Ap = 0.5, Δ = 2, e = 0.3
- ABC parametreleri şu şekilde ayarlanmıştır:
  Hızlanma Katsayısı Üst Sınır = 1, Limit parametresi = round (0.6 * nVar * nPop).
- DE parametreleri şu şekilde ayarlanmıştır:
  Diferansiyel ağırlık (F) = 1, Çapraz Olasılık (CR) = 0.9, Strateji DE / En İyi / 1
- PSO parametreleri şu şekilde ayarlanmıştır:
  Öğrenme faktörleri (c1) = 2.05, öğrenme faktörleri (c2) = 2.05.

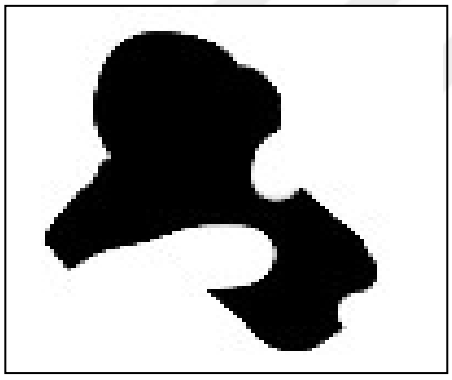
Algoritmalar 20 sefer için simüle edildi ve 150,000 maksimum hesaplama sayısı parametresi. Her arazi için dört test yapıldı, algılama aralığı, standart sapma hesaplandı ve aşağıdaki çizelge 4.1'de gösterilen tüm deneylerin ortalaması elde edilmiştir.



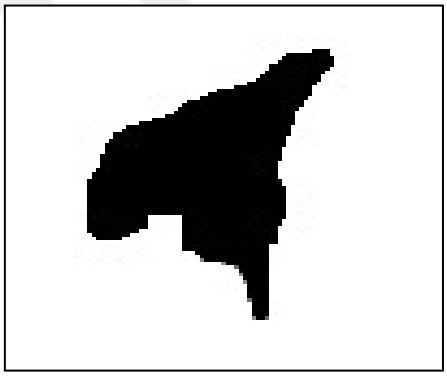
Şekil. 4.1. Arazi 1 (Düzenli)



Şekil. 4.2. Arazi 2 (Düzensiz)



Şekil. 4.3. Arazi 3 (Düzensiz)



Şekil. 4.4. Arazi 4 (Düzensiz)

4.2. Simülasyon sonuçları

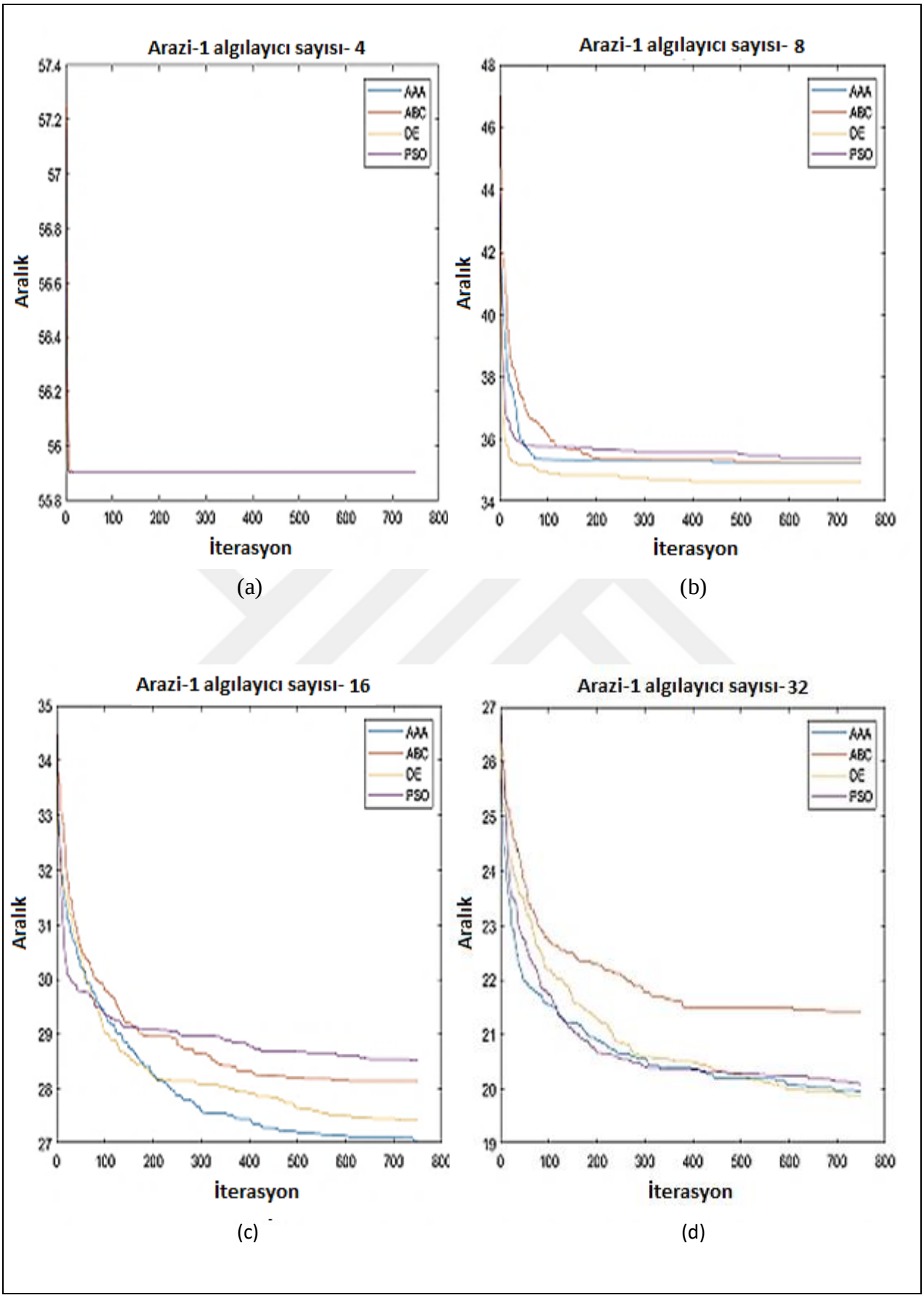
Bu deneylerde, algoritmalar daha önce belirtildiği gibi 4, 8, 16 ve 32 algılayıcı düğümleri bakımından test edilmiştir. Her çalışmanın amaç fonksiyonu değerini kullanarak ve algılama aralığını ve standart sapma (Sts) elde ederek, yerleştirilen alandaki düğümlerin sayısı arttıkça, algılayıcı düğümünün gerekli algılama aralığının azaldığını göstermektedir. Simülasyon sonuçları, düzensiz arazide yerleştirilen farklı sayıda algılayıcı düğümleri için algılama aralığı gereksinimlerinin, eşdeğer düzenli dikdörtgen araziden daha az olduğunu ortaya koymaktadır. Çizelge 4.1'de sonuçları göstermektedir.

Çizelge 4.1. İlk arazide 4, 8, 16 ve 32 algılayıcılar için test sonuçları

Arazi	Algılayıcı sayısı	AAA			ABC			DE			PSO		
		Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma	Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma	Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma	Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma
1	4	55.9017	**55.9017**	0	55.9017	**55.9017**	0	**55.9017**	55.9017	0	55.9017	**55.9017**	0
	8	34.65544	35.28535	0.221325	34.65544	35.29666	0.225737	34.65545	**34.65545**	7.49E-15	34.65544	35.43098	0.401819
	16	26.30589	**27.05917**	0.578442	26.92582	28.1444	0.570368	26.62705	27.42192	0.697911	27.29468	28.51565	1.397498
	32	19.23538	19.9557	0.434796	20.80865	21.4311	0.34602	19.10497	**19.89459**	0.670952	18.97366	20.10182	0.892521

Birinci arazi alanında dört deney yapılmıştır. Her deneyde farklı sayıda algılayıcı düğümü kullanılmıştır. Birinci deneyde 4 algılayıcı düğümü, ikinci deneyde 8 algılayıcı düğümü, üçüncü deneyde 16 algılayıcı düğümü ve dördüncü deneyde 32 algılayıcı düğümü kullanıldı. Birinci arazide AAA algoritması, algılayıcı sayısı 4 ve 16 olduğunda iki kez en iyi sonuçları verdi.

Şekil 4.5'te gösterilmiştir. İlk arazinin yakınsama değerinin eğrisi, şekil 4.5'de gösterilmiştir. Şekil 4.5.a, 4 algılayıcı kullanırken tüm algoritmaların benzer yakınsama değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Algılayıcı sayısı 8 olduğunda DE algoritması en iyi sonucu verirken, AAA algoritması, DE algoritmasına kıyasla 0,6 farkla ikinci sırayı almıştır, şekil 4.5.b. Şekil 4.5.c'de gösterildiği gibi, algılayıcı sayısı 16'ya yükseldiğinde, AAA algoritması en iyi sonuçları vermiştir. Şekil 4.5.d, 32 algılayıcı kullanılması durumunda, DE, AAA ve PSO algoritmalarının neredeyse aynı yakınsama değerlerine sahip olduğunu, aynı zamanda ABC algoritmasının sonucunun optimum sonuçlardan uzak olduğunu göstermektedir. Algoritmaların standart sapma değerleri birbirine yakındır.



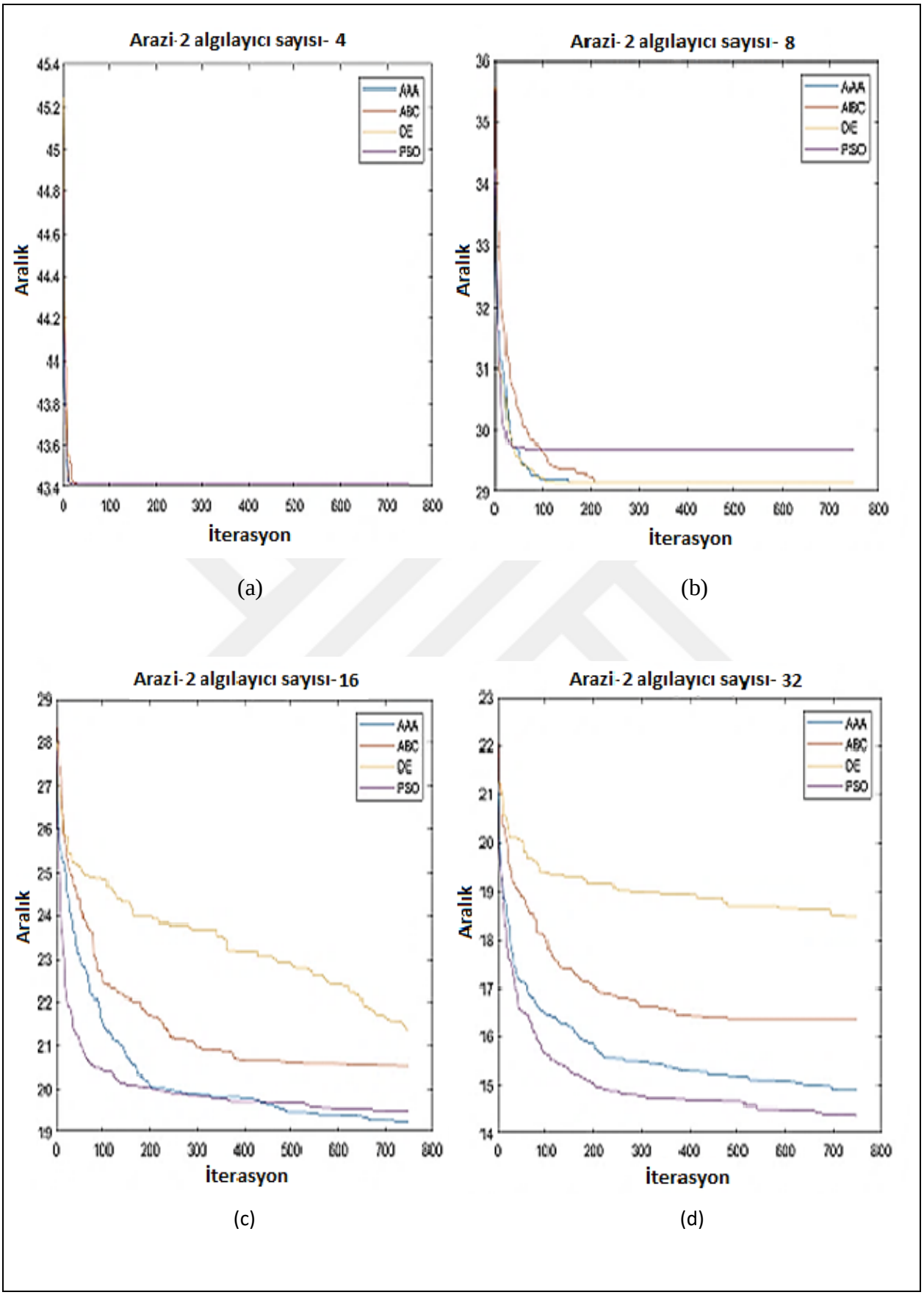
Şekil 4.5. Arazi 1(düzenli yapı) yakınsama grafiği

Çizelge 4.2. ikinci arazide 4, 8, 16 ve 32 algılayıcılar için test sonuçları

Arazi	Algılayıcı sayısı	AAA			ABC			DE			PSO		
		Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma	Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma	Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma	Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma
2	4	43.41659	**43.41659**	7.49E-15	43.41659	**43.41659**	7.49E-15	43.41659	**43.41659**	7.49E-15	**43.41659**	**43.41659**	7.49E-15
	8	29.15476	**29.15476**	0	29.15476	**29.15476**	0	29.15476	**29.15476**	0	29.15475	29.7019	1.153463
	16	18.35755	**19.25293**	0.37203	19.20937	20.53138	0.920475	19.20937	21.38528	1.876664	19.20937	19.49676	0.866941
	32	14.31782	14.88303	0.325757	15.81138	16.36919	0.526651	18	18.46664	0.304119	13.92838	**14.38164**	0.275599

İkinci arazi alanında dört deney yapılmıştır. Her deneyde farklı sayıda algılayıcı düğümü kullanılmıştır. Birinci deneyde 4 algılayıcı düğümü, ikinci deneyde 8 algılayıcı düğümü, üçüncü deneyde 16 algılayıcı düğümü ve dördüncü deneyde 32 algılayıcı düğümü kullanıldı. İkinci arazide AAA algoritması, algılayıcı sayısı 4, 8 ve 16 olduğunda üç kez en iyi sonuçları verdi.

Şekil 4.6'de gösterilmiştir.İkinci arazinin yakınsama değerinin eğrisi, şekil 4.6'da gösterilmiştir. Şekil 4.6.a, 4 algılayıcı kullanırken tüm algoritmaların benzer yakınsama değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Şekil 4.6.b, 8 algılayıcı kullanılması durumunda, AAA, ABC ve DE algoritmalarının daha başarılı olduğunu, ayrıca PSO algoritmasının diğer algoritmaların sonuçlarına yakın olduğunu göstermektedir. Şekil 4.6.c'de gösterildiği gibi, algılayıcının sayısı 16 olduğunda, AAA algoritması diğer algoritmalarına karşı en iyi sonucu verdi ve onun standart sapması en düşüktür. Algılayıcı sayısı 32 olduğunda, PSO algoritmasının yakınsama değeri en başarılıdır, ayrıca AAA algoritması ile PSO algoritması arasındaki fark 0,6 olduğu için ikinci sırayı almıştır, şekil 4.6.d.



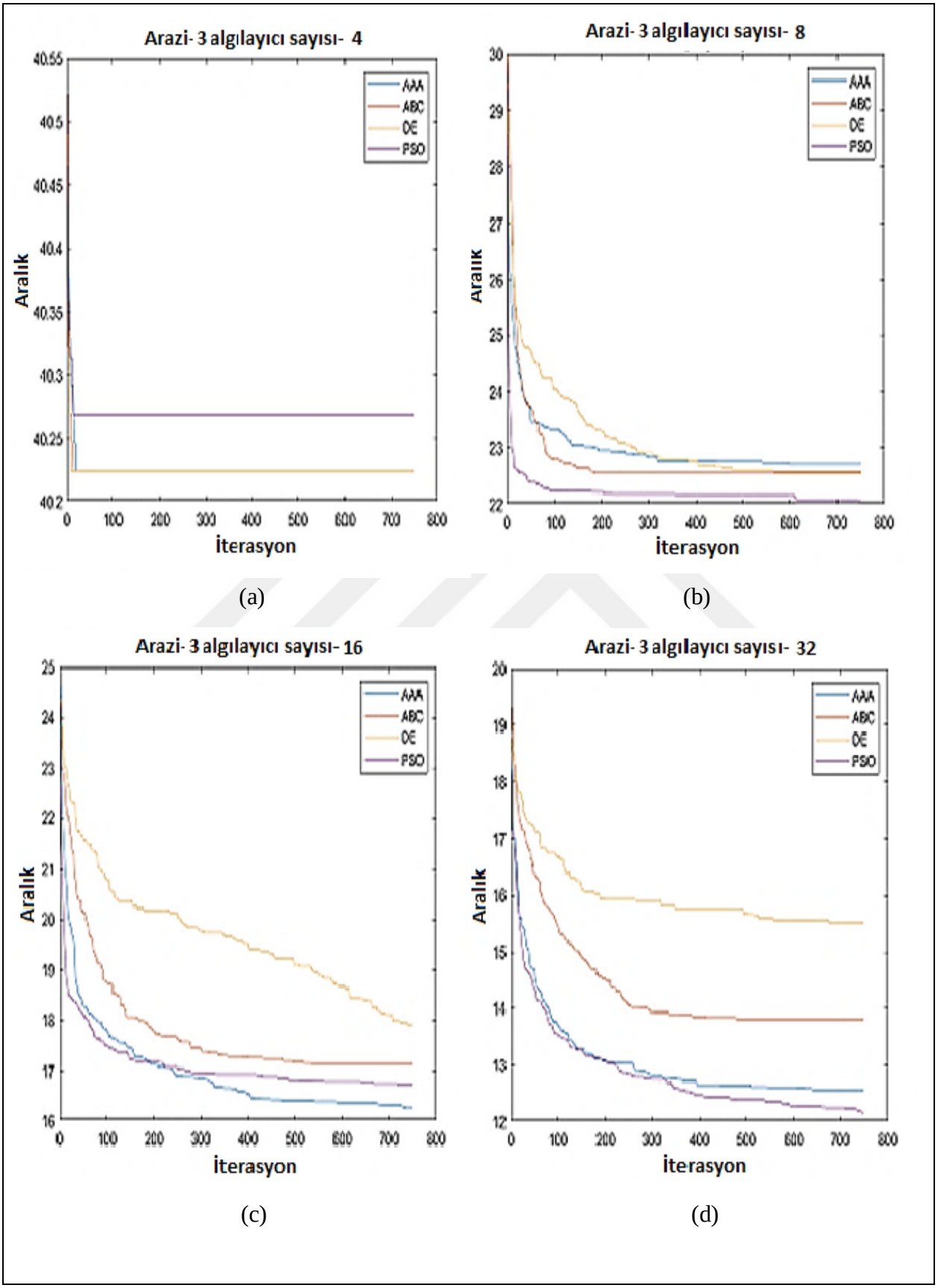
Şekil 4.6. Arazi 2 (düzensiz arazi yapıları) yakınsama grafiği

Çizelge 4.3. üçüncü arazide 4, 8, 16 ve 32 algılayıcılar için test sonuçları

Arazi	Algılayıcı sayısı	AAA			ABC			DE			PSO		
		Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma	Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma	Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma	Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma
3	4	40.22437	**40.22437**	7.49E-15	40.22437	**40.22437**	7.49E-15	40.22437	**40.22437**	7.49E-15	40.22437	40.269	0.094078
	8	22.09072	22.70325	0.424593	22.13594	22.54406	0.269621	22.13594	22.56951	0.361225	21.93171	**22.06319**	0.132536
	16	15.29705	**16.24938**	0.713117	15.81138	17.13723	0.6794	16.12451	17.8888	1.449417	15.03329	16.72045	1.014599
	32	12	12.56469	0.503987	13.03840	13.8126	0.485473	14.86606	15.50219	0.449655	11.18033	**12.16873**	0.684815

Üçüncü arazi alanında dört deney yapılmıştır. Her deneyde farklı sayıda algılayıcı düğümü kullanılmıştır. Birinci deneyde 4 algılayıcı düğümü, ikinci deneyde 8 algılayıcı düğümü, üçüncü deneyde 16 algılayıcı düğümü ve dördüncü deneyde 32 algılayıcı düğümü kullanıldı. Üçüncü arazide AAA algoritması, algılayıcı sayısı 4 ve 16 olduğunda iki kez en iyi sonuçları verdi.

Şekil 4.7'de gösterilmiştir.Üçüncü arazinin yakınsama değerinin eğrisi, şekil 4.7'de gösterilmiştir. AAA, ABC ve DE algoritmaları, 4 algılayıcı kullanıldığında en iyi yakınsama değerleri verdiler, yalnız PSO algoritmasının yakınsama değeri başarısızdır, şekil 4.7.a. Şekil 4.7.b'de gösterildiği gibi, algılayıcı sayısı 8'e yükseldiğinde, PSO algoritması başarılı bir yakınsama değeri verirken, diğer algoritmalar hemen hemen aynı sonuçları vermiştir. Şekil 4.6.c, 16 algılayıcı kullanılması durumunda, AAA algoritmasının, diğer algoritmalara karşı başarılı bir yakınsama değeri verdiğini göstermektedir. Algılayıcı sayısı 32 olduğunda, AAA algoritması PSO algoritmasından sonra ikinci sırada yer almıştır, şekil 4.7.d.



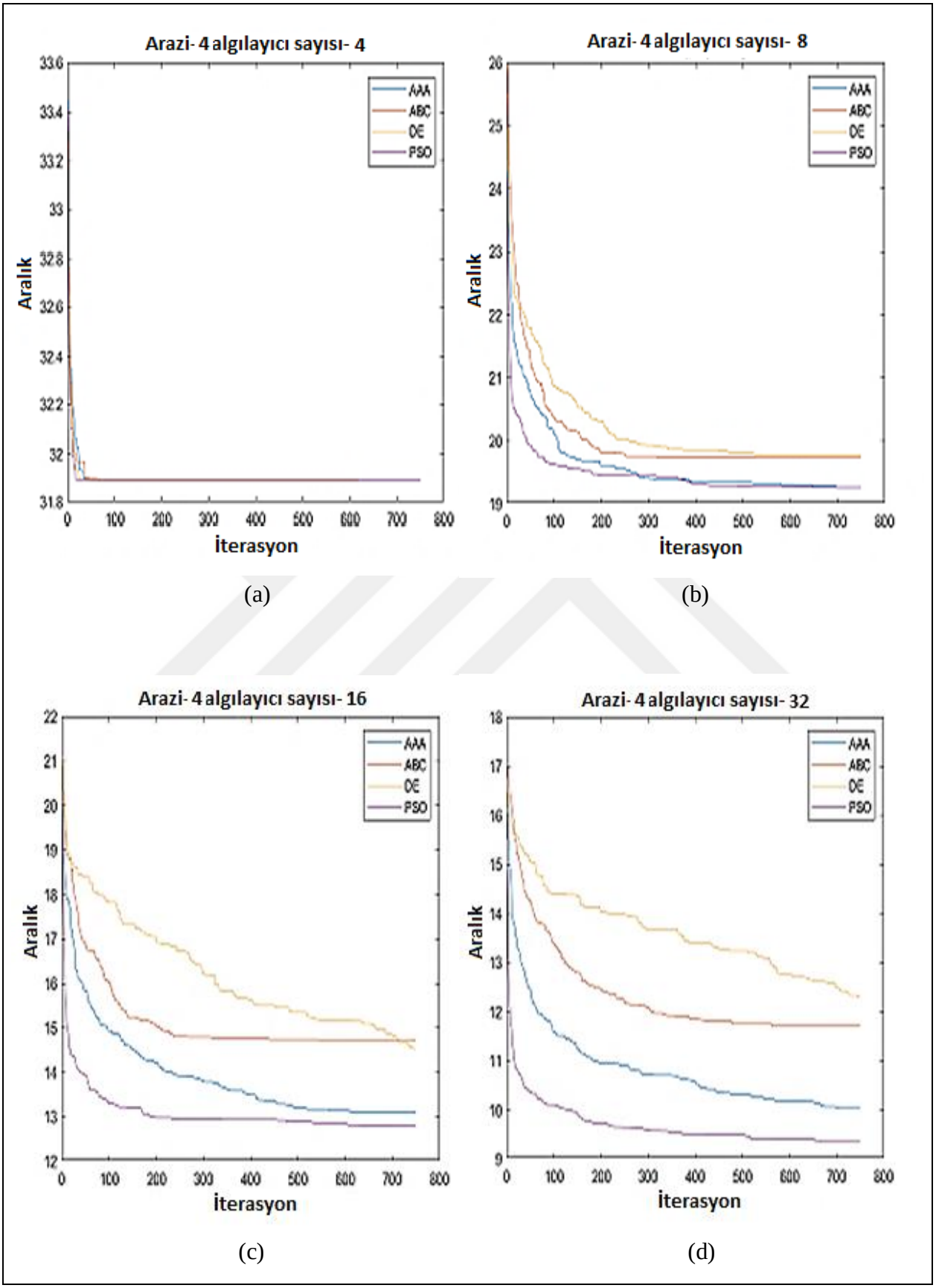
Şekil 4.7. Arazi 3 (düzensiz arazi yapıları) yakınsama grafiği

Çizelge 4.4. dördüncü arazide 4, 8, 16 ve 32 algılayıcılar için test sonuçları

Arazi	Algılayıcı sayısı	AAA			ABC			DE			PSO		
		Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma	Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma	Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma	Algılama aralığını (En iyi)	Algılama aralığını (Ortalama)	Standart sapma
4	4	31.89043	**31.89044**	3.74E-15	31.89044	**31.89044**	3.74E-15	31.89044	**31.89044**	3.74E-15	31.89044	**31.89044**	3.74E-15
	8	18.68154	**19.25828**	0.492807	19.31320	19.72921	0.254108	18.97366	19.76531	0.508233	18.68154	19.25946	0.43852
	16	12.20655	13.102	0.390901	14.21267	14.72879	0.425066	13.34166	14.53794	1.433042	12.16552	**12.7916**	0.441018
	32	9.21954	10.02096	0.447636	11.18033	11.70347	0.504278	10.29563	12.29302	1.096316	9.05538	**9.340961**	0.227164

Dördüncü arazi alanında dört deney yapılmıştır. Her deneyde farklı sayıda algılayıcı düğümü kullanılmıştır. Birinci deneyde 4 algılayıcı düğümü, ikinci deneyde 8 algılayıcı düğümü, üçüncü deneyde 16 algılayıcı düğümü ve dördüncü deneyde 32 algılayıcı düğümü kullanıldı. Dördüncü arazide AAA algoritması, algılayıcı sayısı 4 ve 8 olduğunda iki kez en iyi sonuçları verdi.

Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Dördüncü arazinin yakınsama değerinin eğrisi, şekil 4.8'de gösterilmiştir. Şekil 4.8.a, 4 algılayıcı kullanırken tüm algoritmaların benzer yakınsama değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Şekil 4.8.b'de gösterildiği gibi, algılayıcı sayısı 8'e yükseldiğinde, AAA algoritması en iyi sonucu vermiştir. Algılayıcı sayısı 16 olduğunda, PSO algoritmasının yakınsama değeri en başarılı olduğuna rağmen AAA algoritmasının standart sapması en düşüktür, şekil 4.8.c. Algılayıcı sayısı 32 olduğunda, AAA algoritması PSO algoritmasından sonra ikinci sırada yer almıştır, şekil 4.8.d.



Şekil 4.8. Arazi 4 (düzensiz arazi yapıları) yakınsama grafiği

Çizelge 4.5. Tüm testlerin sonuç oranı

Tüm testlerin sonuçları	AAA		ABC		DE		PSO	
	Algılama aralığını	Standart sapma	Algılama aralığını	Standart sapma	Algılama aralığını	Standart sapma	Algılama aralığını	Standart sapma
Ortalama	**25.68266**	**0.306587**	26.376	0.32545	26.56053	0.552971	25.71568	0.501286

Tabloların tüm sonuçlarına bakıldığında, 4 algılayıcı düğümü kullanıldığında, AAA algoritması, ABC algoritması ve DE algoritması bütün arazilerde en iyi sonuçları verirken, PSO algoritması sadece üç arazide en iyi sonuçları verdi. Sekiz algılayıcı düğümü kullanıldığında, AAA algoritması ve DE algoritması iki arazide en iyi sonuçları verirken, PSO algoritması ve ABC algoritması sadece tek bir arazide en iyi sonuçları verdiler. On altı algılayıcı düğümü kullanıldığında, AAA algoritması üç arazide ve PSO algoritması tek bir arazide en iyi sonuçları verdiler. Otuz iki algılayıcı düğümü kullanıldığında, PSO algoritması üç arazide ve DE algoritması tek bir arazide en iyi sonuçları verdiler. Toplam test sayısı 16 testtir. On altı testten AAA algoritması 9 testte, ABC algoritması 5 testte DE algoritması 7 testte ve PSO algoritması 8 testte en iyi sonuçları verdiler. Tüm testlerin sonuç oranı hesaplanarak, AAA algoritmasının sonuçları diğer algoritmalardan daha iyiydi.

- **Ortalama sıralama yöntemi**

Bu yöntem, verilen veri kümeleri üzerinde belirli bir algoritma kümesinin test sonuçları şeklinde meta verileri kullanır ve her algoritma için ortalama bir sıra hesaplar. Rütbeler, ortalama sıralamasını oluşturmak için kullanılmaktadır. En iyi algoritma, rütbe 1 olarak, ikinci gelen algoritma ise rütbe 2 olarak atanır ve bunun gibi. Ek olarak, tüm objektif değerler ayrı ayrı karşılaştırıldığından, hesaplama açısından basit ve aralıktan bağımsızdır.(Dağdeviren ve ERARSLAN, 2008). Deneysel çalışmanın ortalama sıralamasının sonuçları çizelge 4.6'de verilmektedir.

Çizelge 4.6. Algoritmaların simülasyon sonuçlarına göre sıralaması

Arazi	Algılayıcı sayısı	AAA	ABC	DE	PSO
1	4	2.5	2.5	2.5	2.5
	8	2.0	3.0	1.0	4.0
	16	1.0	3.0	2.0	4.0
	32	2.0	4.0	1.0	3.0
2	4	2.5	2.5	2.5	2.5
	8	2.0	2.0	2.0	4.0
	16	1.0	3.0	4.0	2.0
	32	2.0	3.0	4.0	1.0
3	4	2.0	2.0	2.0	4.0
	8	4.0	2.0	3.0	1.0
	16	1.0	3.0	4.0	2.0
	32	2.0	3.0	4.0	1.0
4	4	2.5	2.5	2.5	2.5
	8	1.0	3.0	4.0	2.0
	16	2.0	4.0	3.0	1.0
	32	2.0	3.0	4.0	1.0
Ortalama		**1.97**	2.84	2.84	2.34

Toplam on altı deney yapıldı ve sıralama aşağıdaki gibi elde edilmiştir: AAA algoritması dört kez birinci sırada, sekiz kez ikinci sırada, bir kez dördüncü sırada ve üç kez eşit sırada yer almıştır. ABC algoritması üç kez ikinci sırada, sekiz kez üçüncü sırada, iki kez dördüncü sırada ve üç kez eşit sırada yer almıştır. DE algoritması iki kez birinci sırada, üç kez ikinci sırada, iki kez üçüncü sırada, altı kez dördüncü sırada ve üç kez eşit sırada yer almıştır. PSO algoritması beş kez birinci sırada, üç kez ikinci sırada, bir kez üçüncü sırada, dört kez dördüncü ve üç kez eşit sırada yer almıştır.

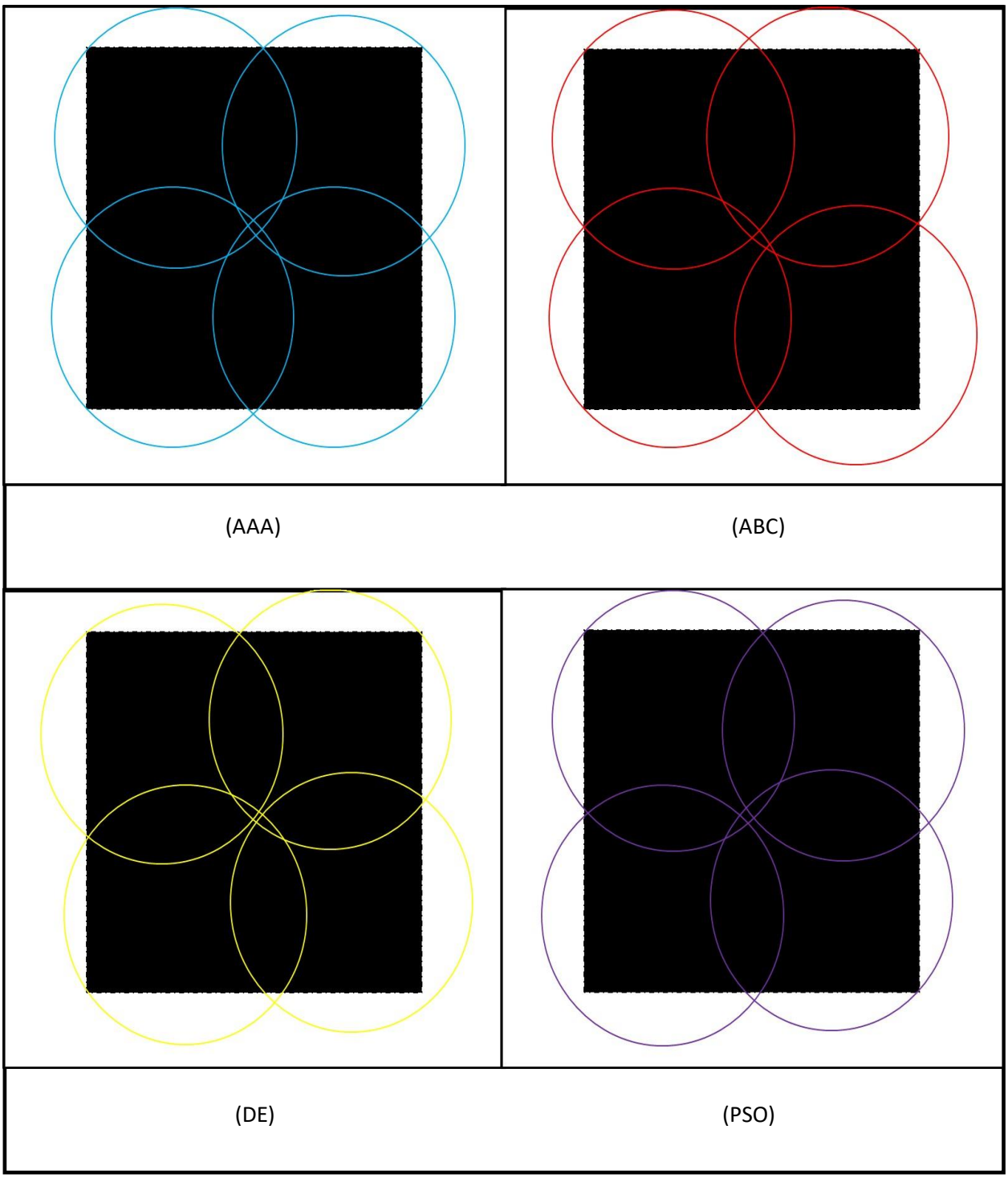
- **Friedman Testi**

Friedman testi, iki yönlü varyans analizinin parametrik olmayan alternatifidir. Bir gruptan k işlem için sıralı, skor ya da aralıklı ölçekle elde edilmiş verilerin, işlem etkilerini test etmek amacıyla kullanılır. Gerçek gözlemler yerine sıralama puanları kullanılır. Sıfır hipotezi "işlemlerin etkisi yoktur", alternatif hipotez ise "işlemlerin farklı etkileri vardır" biçimindedir.(Keller, 2015) Deneysel çalışmanın Friedman Testisinin sonuçları çizelge 4.7'de verilmektedir.

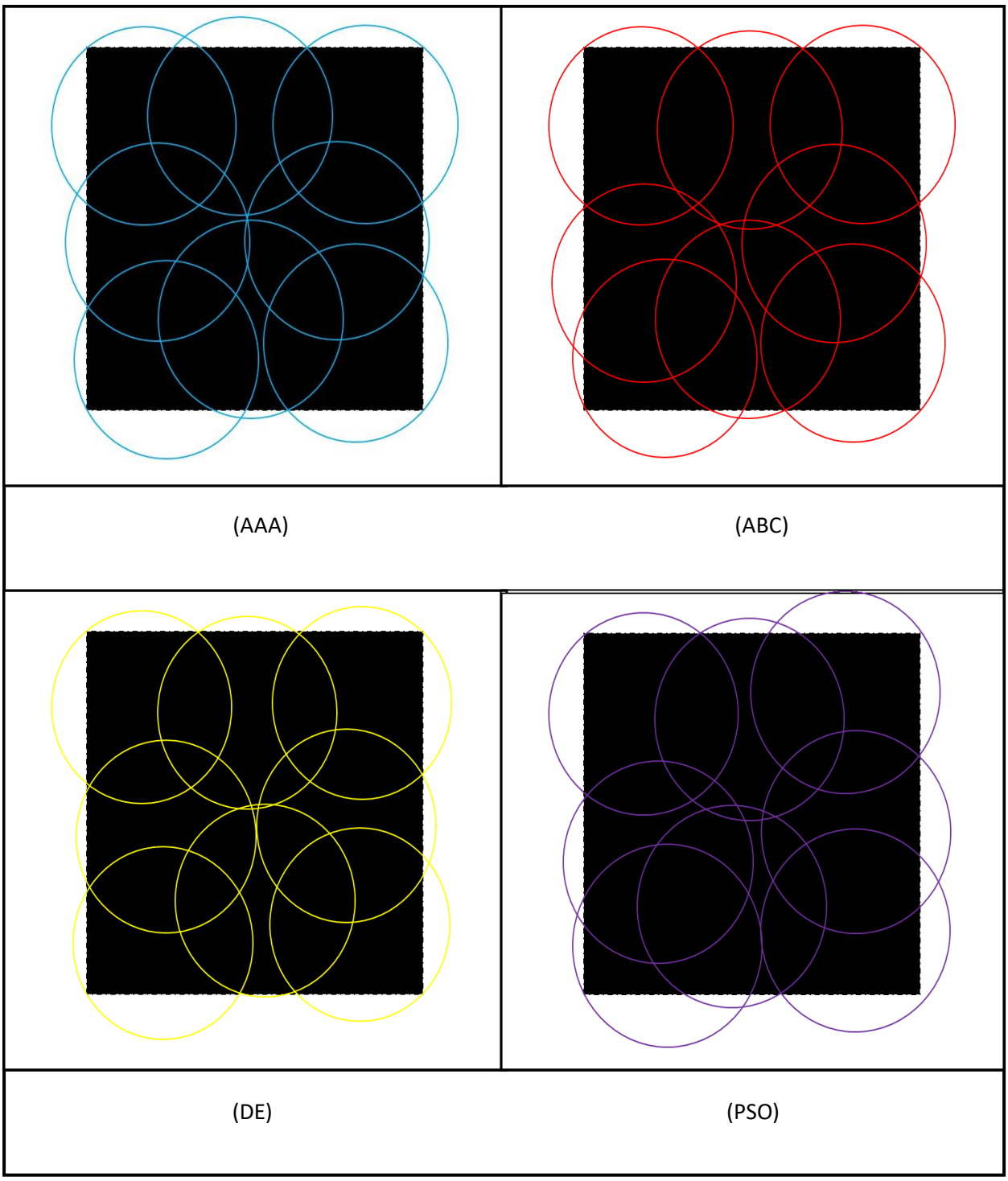
Çizelge 4.7. Algoritmaların simülasyon sonuçlarına göre Friedman Testi

Yöntem	Test Sayısı	Ortalama	Ortalama Sıra
AAA	16	**25.682663**	**1.97**
ABC	16	26.375997	2.84
DE	16	26.560532	2.84
PSO	16	25.715679	2.34

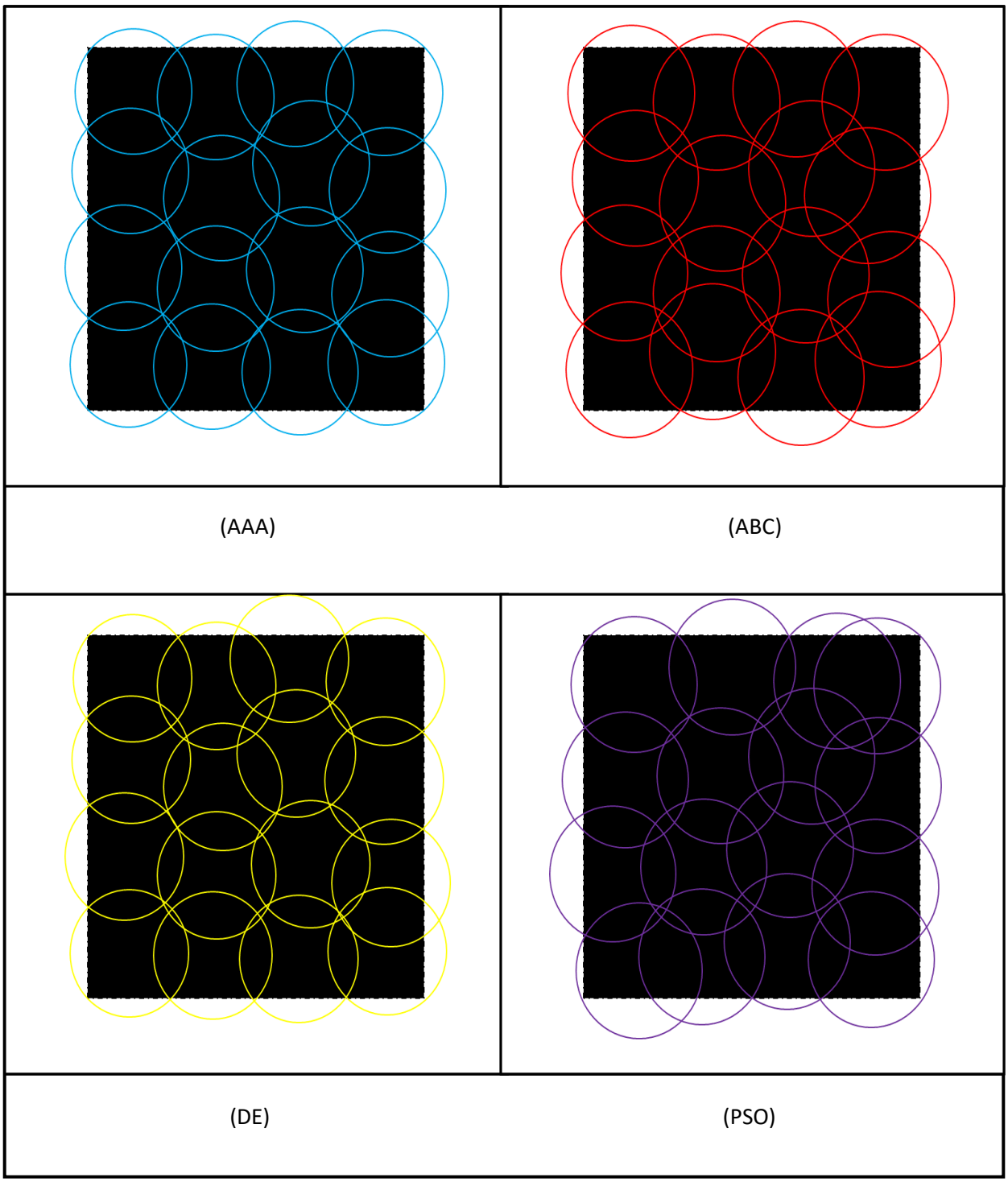
Her algoritma için 16 test yapılmıştır. Friedman test yöntemi ile algoritma sıraları hesaplanmıştır ve ortalama sıralama metoduyla aynı sonucu vermektedir.Tablo 4,7'de gösterildiği gibi, AAA algoritmasının tüm sonuç oranı daha iyiydi, Sonra PSO algoritması ve ardından ABC algoritması ve DE algoritmasının sonuçları en kötüydü.
Algoritmaların sıralamasında AAA algoritması birinci sırada, PSO algoritması ikinci sırada, ABC ve DE algoritması üçüncü sıradadır.
Çizelgeler 4.6 ve 4.7'ye göre AAA yönteminin diğer metotlardan daha başarılı olduğunu göstermektedir.



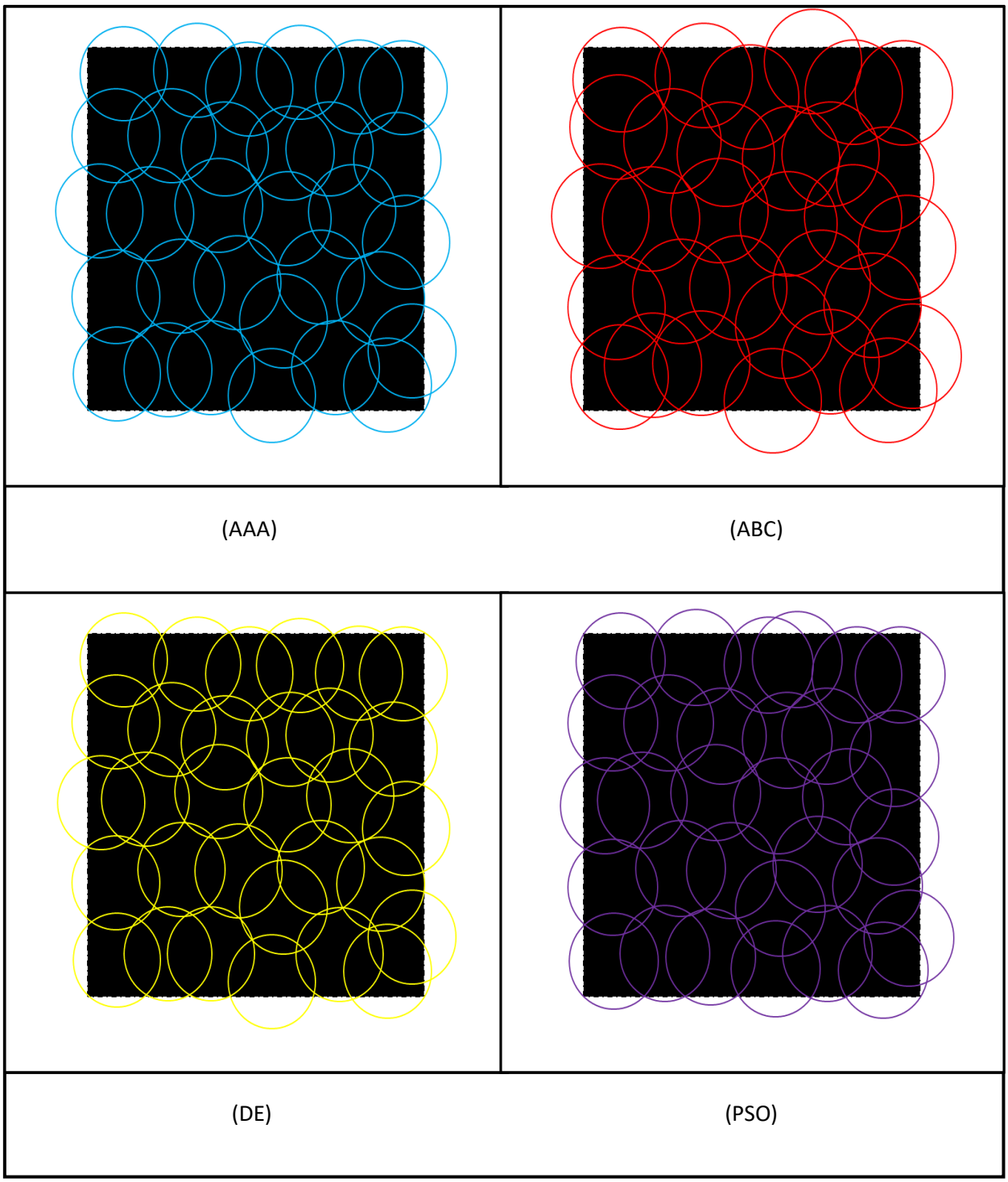
Şekil 4.9. İlk arazide 4 algılayıcıların dağılımı (düzenli arazi)



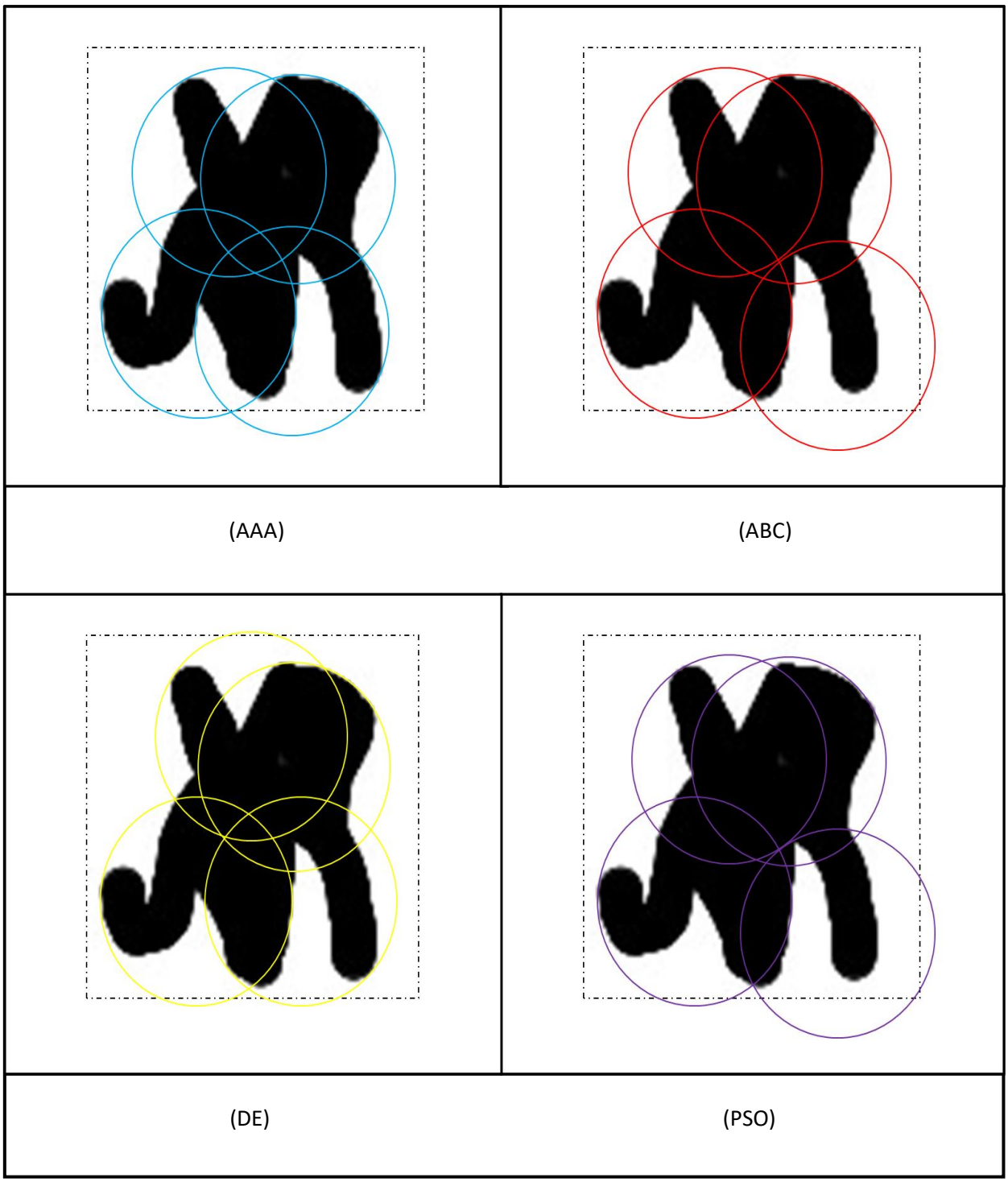
Şekil 4.10. İlk arazide 8 algılayıcıların dağılımı (düzenli arazi)



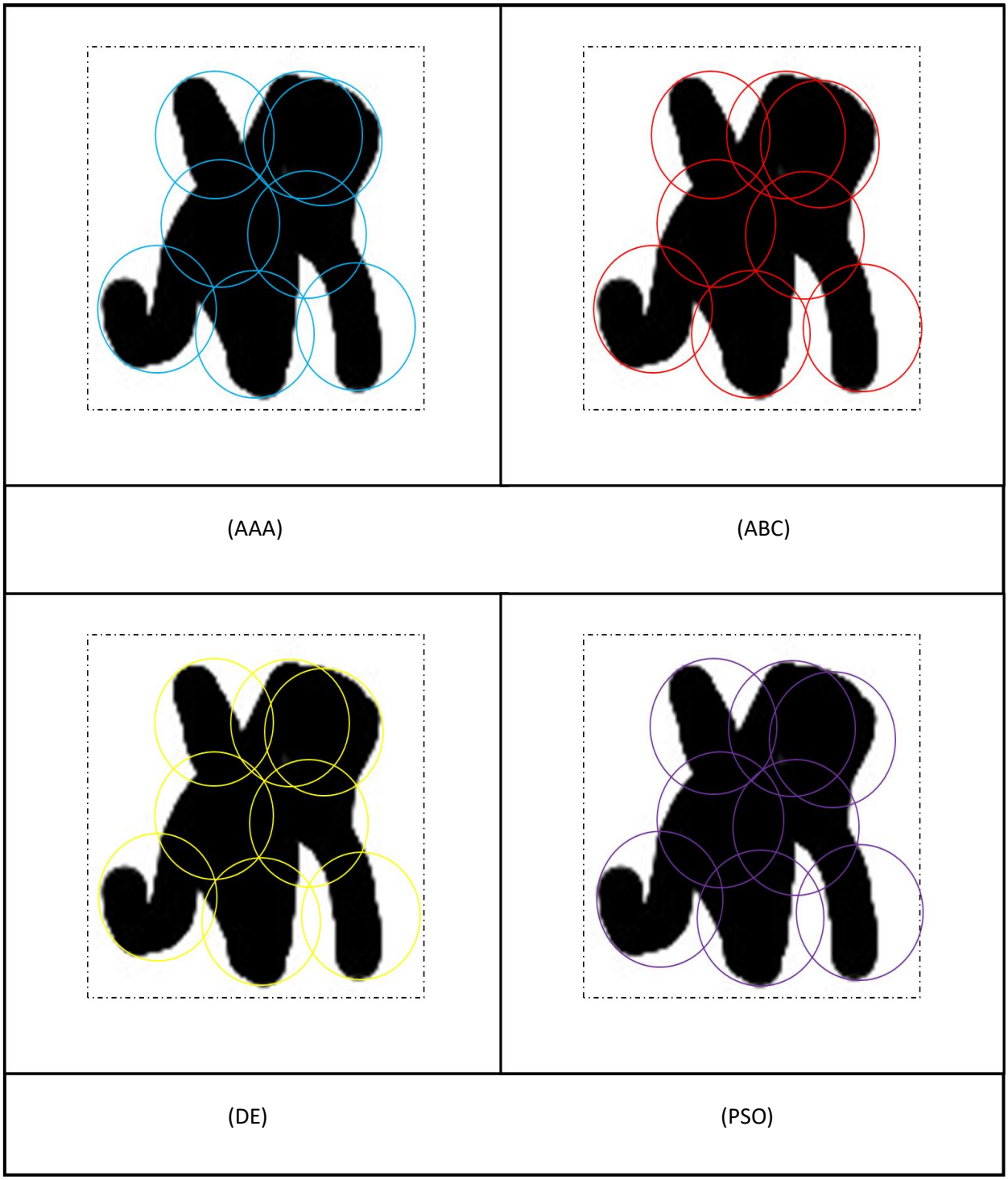
Şekil 4.11. İlk arazide 16 algılayıcıların dağılımı (düzenli arazi)



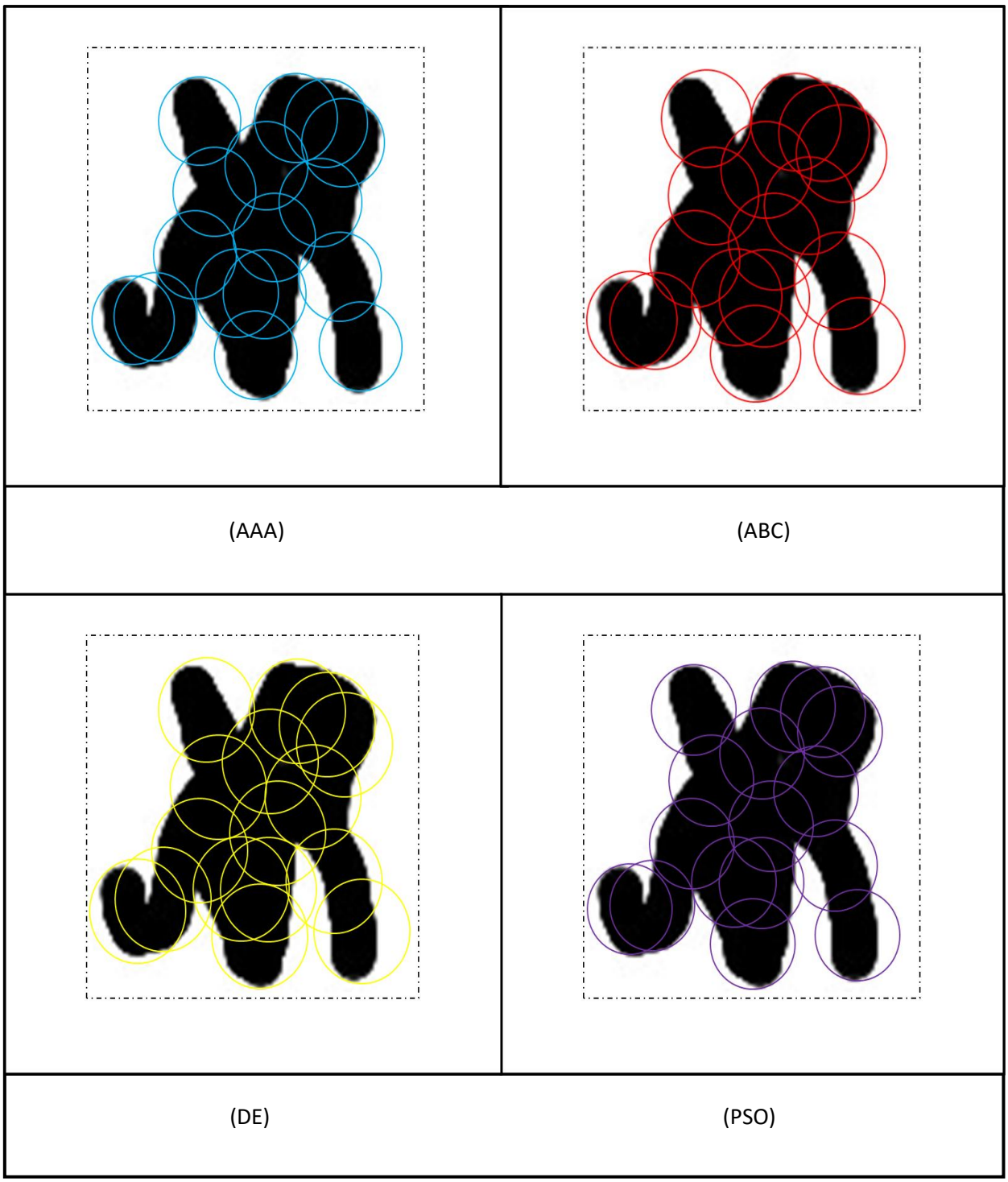
Şekil 4.12. İlk arazide 32 algılayıcıların dağılımı (düzenli arazi)



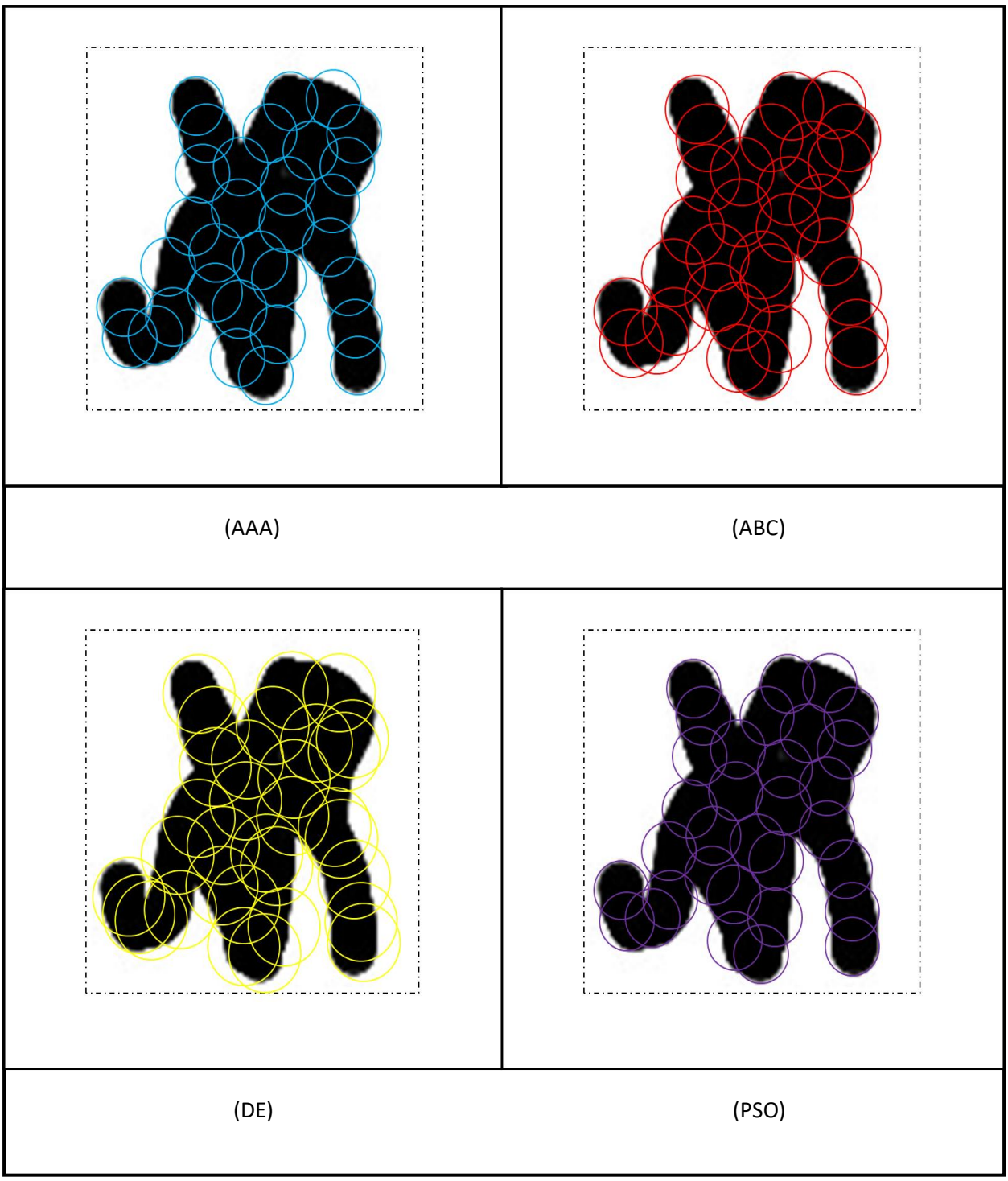
Şekil 4.13. İkinci arazide 4 algılayıcıların dağılımı (düzensiz arazi)



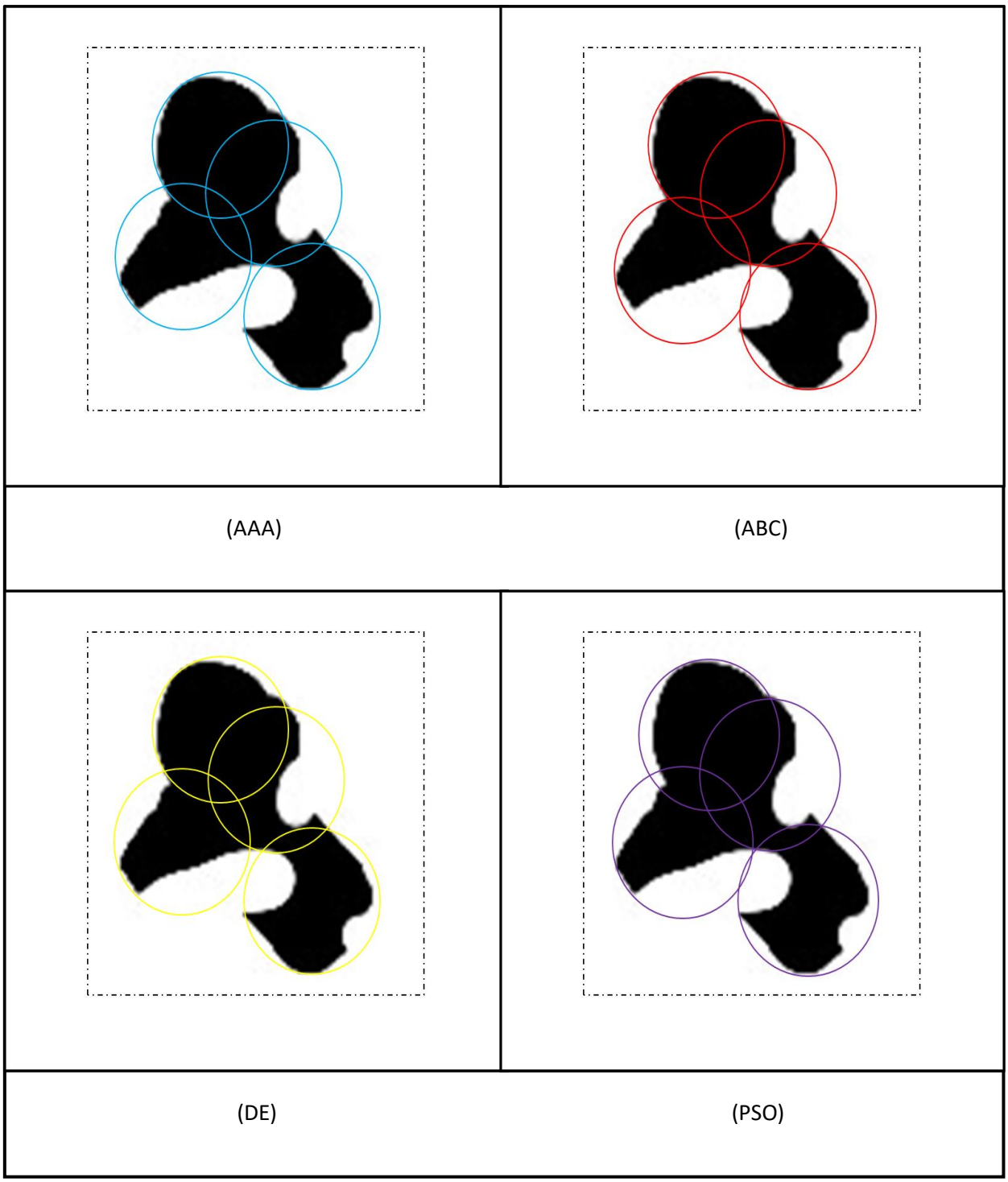
Şekil 4.14. İkinci arazide 8 algılayıcıların dağılımı (düzensiz arazi)



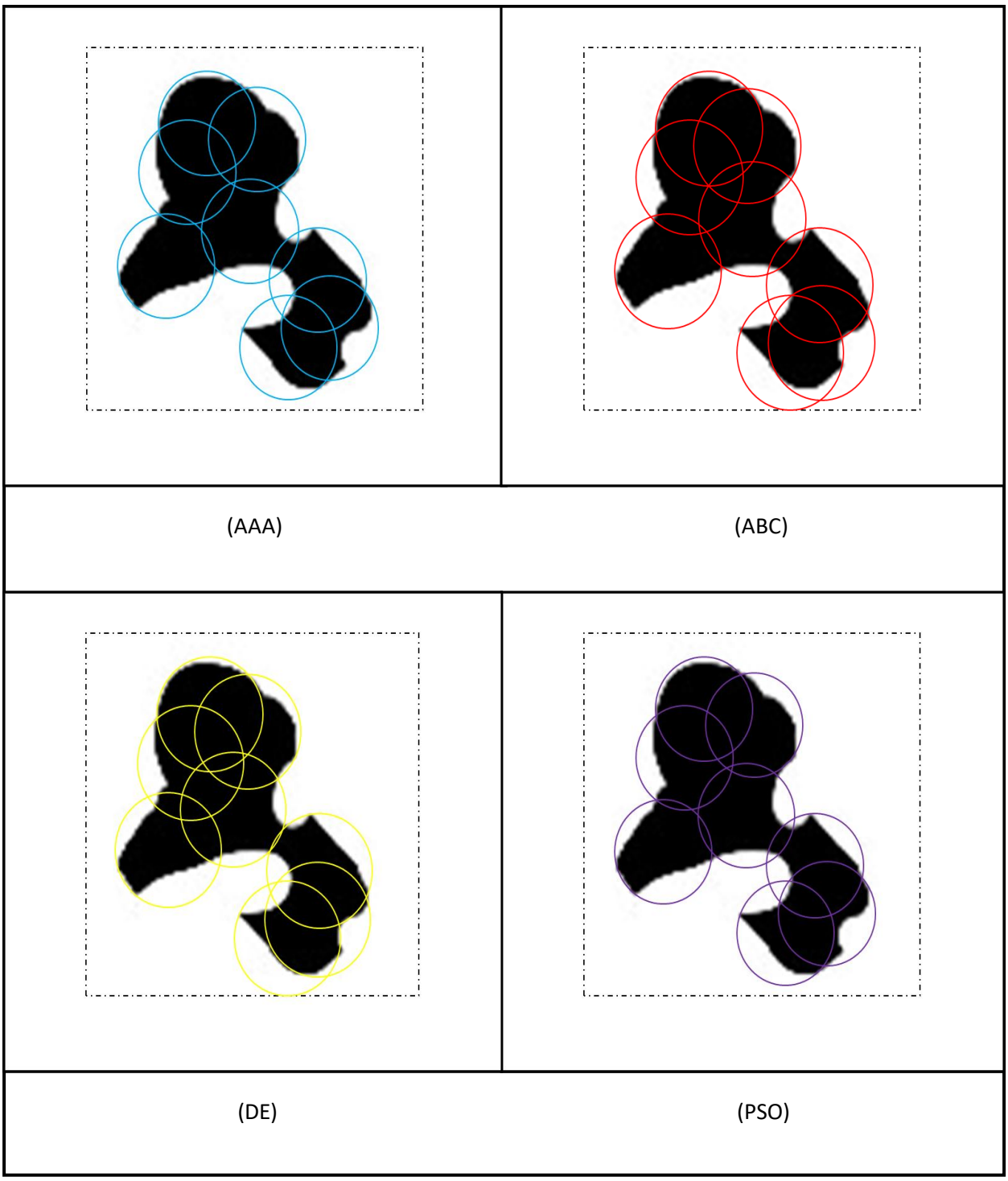
Şekil 4.15. İkinci arazide 16 algılayıcıların dağılımı (düzensiz arazi)



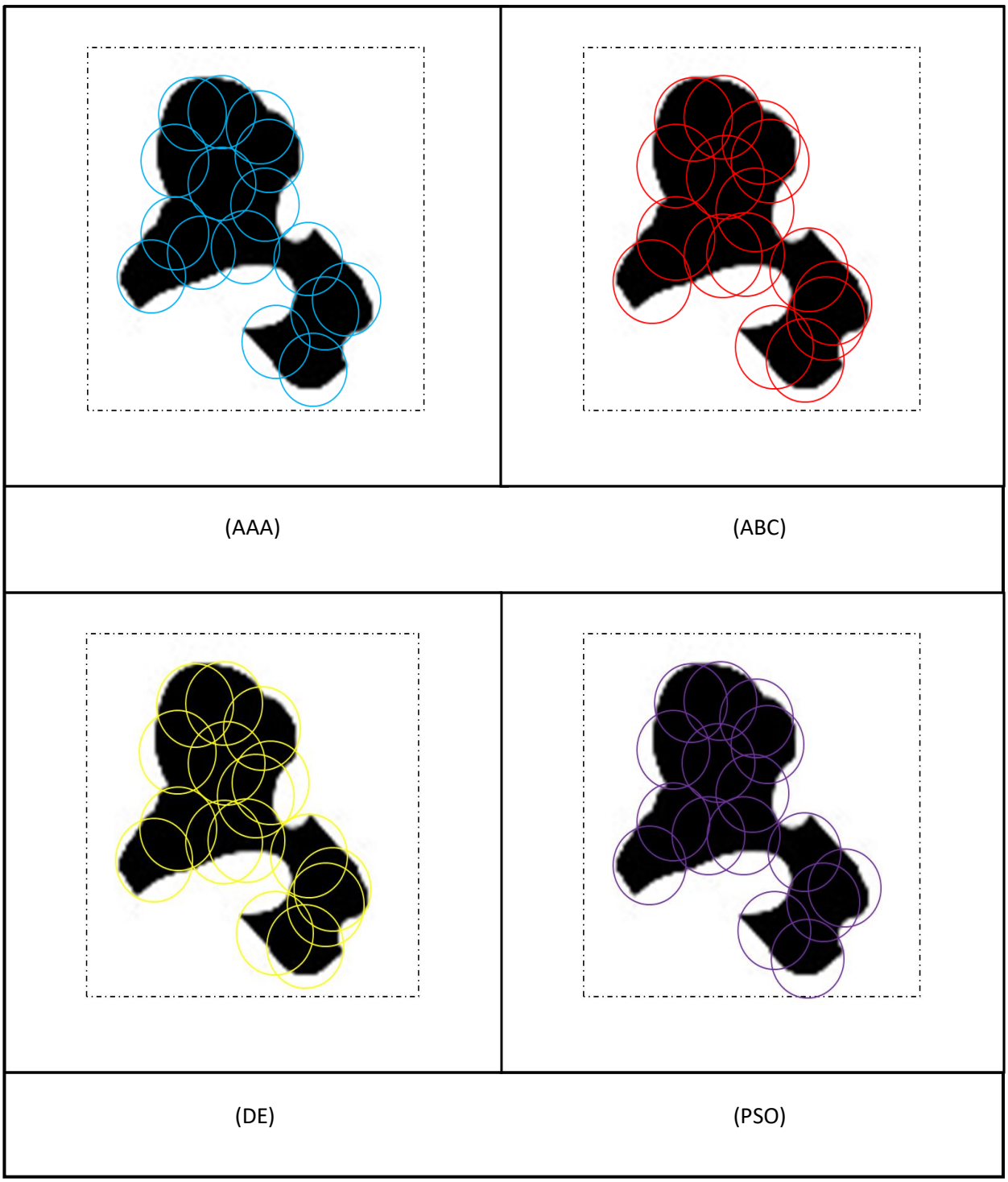
Şekil 4.16. İkinci arazide 32 algılayıcıların dağılımı (düzensiz arazi)



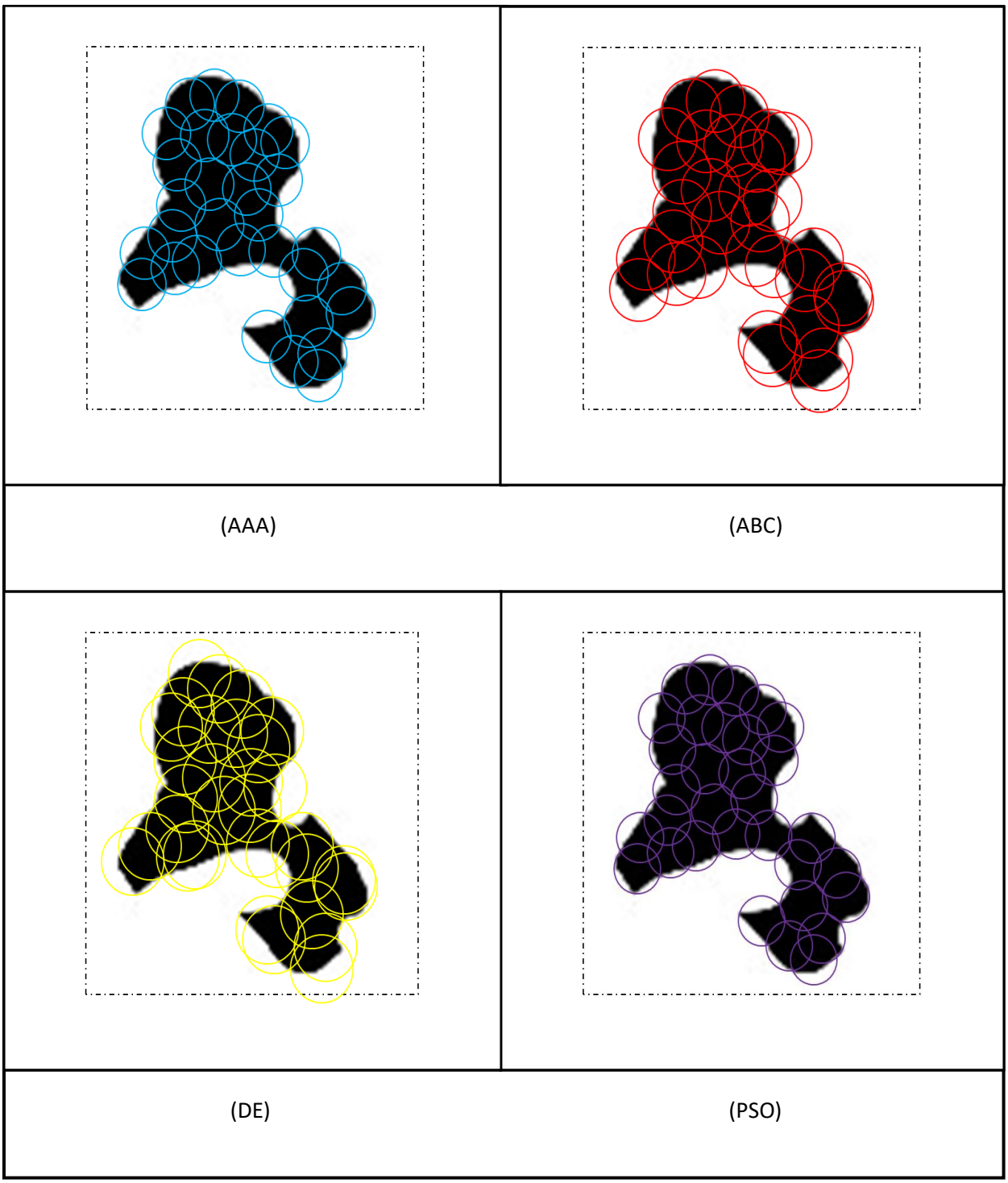
Şekil 4.17. Üçüncü arazide 4 algılayıcıların dağılımı (düzensiz arazi)



Şekil 4.18. Üçüncü arazide 8 algılayıcıların dağılımı (düzensiz arazi)



Şekil 4.19. Üçüncü arazide 16 algılayıcıların dağılımı (düzensiz arazi)



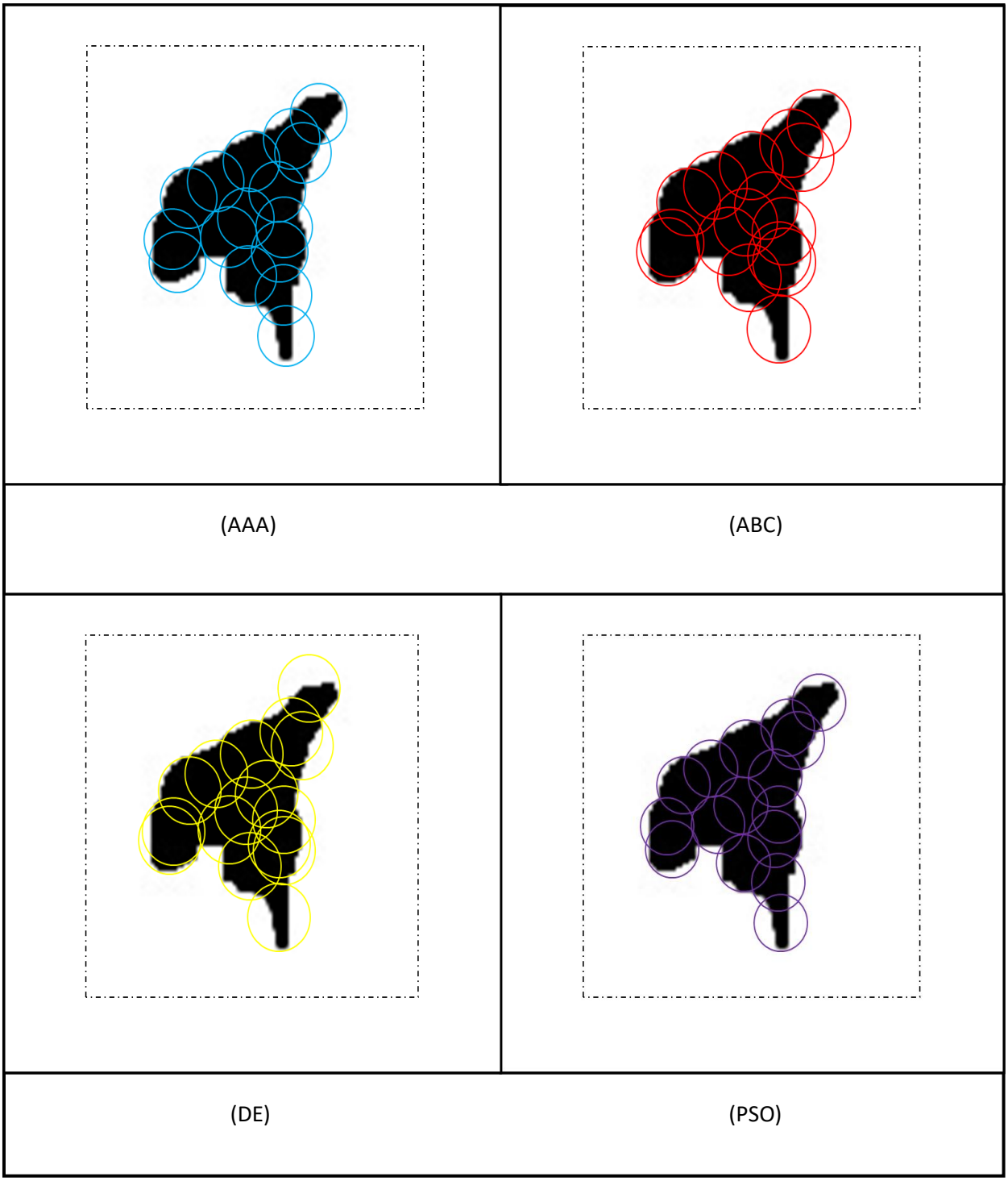
Şekil 4.20. Üçüncü arazide 32 algılayıcıların dağılımı (düzensiz arazi)



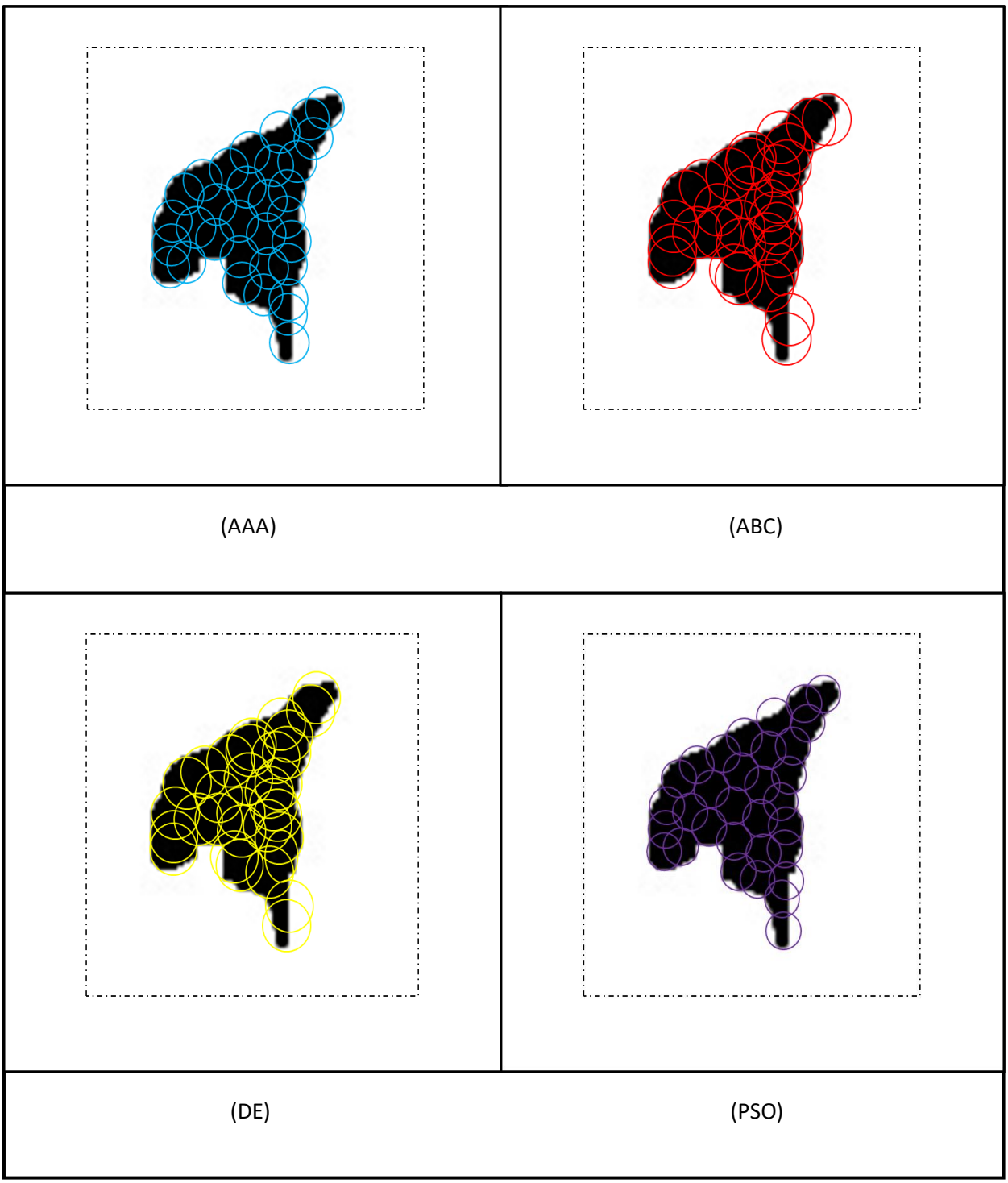
Şekil 4.21. Dördüncü arazide 4 algılayıcıların dağılımı (düzensiz arazi)



Şekil 4.22. Dördüncü arazide 8 algılayıcıların dağılımı (düzensiz arazi)



Şekil 4.23. Dördüncü arazide 16 algılayıcıların dağılımı (düzensiz arazi)



Şekil 4.24. Dördüncü arazide 32 algılayıcıların dağılımı (düzensiz arazi)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Yaşamın her alanında kablosuz algılayıcı ağları kullanan çok sayıda uygulama olması nedeniyle, kablosuz algılayıcı ağının çalışma verimliliğini sınırlayan tüm engellere çözüm bulmak gerekli hale gelmiştir. Bu tezde, kablosuz algılayıcı ağının en önemli sorunu, ağın yaşam süresini artırmak olarak ele alınmıştır. Algılayıcı ağı, ağın ana yapı taşları olan bir dizi algılayıcı düğümünden oluşmakta olup, düğümlerin ideal bir şekilde dağıtılması yoluyla, izlenecek alanın optimal kapsamı elde edilebilir, bu da maksimum ağ yaşam süresine ulaşmak için önemli bir faktördür. Kapsama sorunu, bir algılama ağı için algılama görevinin hizmet kalitesinin (QOS) bir ölçüsü olarak tanımlanabilir ve bir algılama alanının nasıl izlendiğini yansıtır.

Bu tez, bir yapay zeka optimizasyon tekniği olan, AAA algoritması kullanarak optimal KAA kapsamı önermiştir. Deneyler, araziye yerleştirilecek olan 4, 8, 16 ve 32 algılayıcı düğümü ile simule edilmiştir. Bir alanı kapsamak için gereken algılayıcı düğümlerinin sayısını bilmek için minimum algılama aralığı gereksinimlerini bulmalı, bu nedenle dört farklı arazi alanı kullanılmış, bunlardan biri düzenli bir dikdörtgen yapıya ve diğer üç arazi alanı düzensiz şekillere sahiptir. Yerleştirme dinamiktir. Ek olarak, algoritmaların performansı arasında bir karşılaştırma yapmak için üç algoritmaya (ABC, DE ve PSO) aynı girişler kullanılmıştır. Her algoritma için simülasyon kullanılarak toplam sonuçların sıralaması şu şekilde gerçekleşmiştir: AAA algoritması ilk sırada (1.97), PSO algoritması ikinci sırada (2.34) ve ABC & DE algoritmaları üçüncü sırada (2.84) yer aldılar.

Sonuç olarak, simülasyon çalışmaları yapay alg algoritmasının, diğer algoritmalara göre daha verimli ve en uygun çözüme ulaşma yeteneğini kanıtladığını göstermektedir.

5.2. Öneriler

Gelecekte yapılacak bir çalışma için, öncelikle, geniş alanlar ve çok sayıda algılayıcı düğümü için deneysel simülasyonların genişletilmesini önermekteyiz. Örneğin, askeri uygulamalarında alanlar çok büyük ve bir alanı kaplamak için gereken algılayıcı düğümlerinin sayısı arttırılmalıdır. Ayrıca, kablosuz algılayıcı ağdaki enerji tüketimi, lokalizasyon ve yönlendirme gibi diğer optimizasyon problemlerini ele almak için yapay alg algoritmasının kullanılmasını önermekteyiz. Son bir öneri olarak ta, AAA yöntemi çok amaçlı olarak tasarlanabilir ve KAA sorunlarını çözmek için çok amaçlı bir yaklaşım sunulabilir. Güvenlik, ölçeklenebilirlik, lokalizasyonu, enerji, senkronizasyon, ayarlama gibi alanlarında kullanılmaktadır.

KAYNAKLAR

Anisi, M. H., Abdul-Salaam, G. ve Abdullah, A. H., 2015, A survey of wireless sensor network approaches and their energy consumption for monitoring farm fields in precision agriculture, *Precision Agriculture*, 16 (2), 216-238.

Aziz, N. A. A., Mohemmed, A. W., Alias, M. Y., Aziz, K. A. ve Syahali, S., 2011, Coverage maximization and energy conservation for mobile wireless sensor networks: A two phase particle swarm optimization algorithm, *2011 Sixth International Conference on Bio-Inspired Computing: Theories and Applications*, 64-69.

Bokare, M. ve Ralegaonkar, A., 2012, Wireless sensor network: A promising approach for distributed sensing tasks, *Excel Journal of Engineering Technology and Management Science*, 1 (1), 1-9.

Carrabs, F., Cerulli, R., Gentili, M. ve Raiconi, A., 2015, Maximizing lifetime in wireless sensor networks with multiple sensor families, *Computers & Operations Research*, 60, 121-137.

Carrabs, F., Cerulli, R., D'Ambrosio, C. ve Raiconi, A., 2016, Extending lifetime through partial coverage and roles allocation in connectivity-constrained sensor networks, *IFAC-PapersOnLine*, 49 (12), 973-978.

CELAL ÖZTÜRK, D. K., BEYZA GÖRKEMLİ, 2012, Artificial bee colony algorithm for dynamic deployment of wireless sensor networks, *Turk J Elec Eng & Comp Sci*, 20 (2).

Cortes, J., Martinez, S., Karatas, T. ve Bullo, F., 2004, Coverage control for mobile sensing networks, *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 20 (2), 243-255.

Dağdeviren, M. ve ERARSLAN, E., 2008, PROMETHEE siralama yöntemi ile tedarikçi seçimi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1).

Deschinkel, K., 2015, A column generation based heuristic for maximum lifetime coverage in wireless sensor networks, *SENSORCOMM'11, 5-th Int. Conf. on Sensor Technologies and Applications*, 209--214.

Harrop, P. ve Das, R., 2012, Wireless sensor networks (wsn) 2012-2022: Forecasts, technologies, players-the new market for ubiquitous sensor networks (usn), *IDTechEx, Tech. Rep.*

He, P. Y. ve Jiang, M. Y., 2014, Dynamic Deployment of Wireless Sensor Networks by an Improved Artificial Bee Colony Algorithm, *Applied Mechanics and Materials*, 511-512, 862-866.

Heo, N. ve Varshney, P. K., 2003, A distributed self spreading algorithm for mobile wireless sensor networks, *2003 IEEE Wireless Communications and Networking, 2003. WCNC 2003.*, 1597-1602 vol.1593.

Huang, H., Savkin, A. V., Ding, M. ve Huang, C., 2019, Mobile robots in wireless sensor networks: A survey on tasks, *Computer Networks*, 148, 1-19.

Idrees, A. K., Deschinkel, K., Salomon, M. ve Couturier, R., 2018, Multiround distributed lifetime coverage optimization protocol in wireless sensor networks, *The Journal of Supercomputing*, 74 (5), 1949-1972.

Karaboga, D., 2005, An Idea Based on Honey Bee Swarm for Numerical Optimization, Technical Report - TR06, p.

Keller, G., 2015, Statistics for Management and Economics, Abbreviated, Cengage Learning, p.

Kennedy, J. ve Eberhart, R., 1995, Particle swarm optimization, *Proceedings of ICNN'95 - International Conference on Neural Networks*, 1942-1948 vol.1944.

Khan, I., Belqasmi, F., Glitho, R., Crespi, N., Morrow, M. ve Polakos, P., 2016, Wireless sensor network virtualization: A survey, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 18 (1), 553-576.

Kleinschmidt, J. H., 2009, Genetic Algorithms for Wireless Sensor Networks, In: Encyclopedia of Artificial Intelligence, Eds: IGI Global, p. 755-758.

Kukunuru, N., Thella, B. R. ve Davuluri, R. L., 2010, Sensor deployment using particle swarm optimization, *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2 (10), 5395-5401.

Kumar, N. ve Singh, Y., 2017, Routing protocols in wireless sensor networks, In: Handbook of Research on Advanced Wireless Sensor Network Applications, Protocols, and Architectures, Eds: IGI Global, p. 86-128.

Latiff, N. A., Tsimenidis, C. C. ve Sharif, B. S., 2007, Energy-aware clustering for wireless sensor networks using particle swarm optimization, *2007 IEEE 18th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*, 1-5.

Li, M., Li, Z. ve Vasilakos, A. V., 2013, A Survey on Topology Control in Wireless Sensor Networks: Taxonomy, Comparative Study, and Open Issues, *Proceedings of the IEEE*, 101 (12), 2538-2557.

Liu, X., 2012, Sensor deployment of wireless sensor networks based on ant colony optimization with three classes of ant transitions, *IEEE Communications Letters*, 16 (10), 1604-1607.

Lu, Z., Li, W. W. ve Pan, M., 2015, Maximum lifetime scheduling for target coverage and data collection in wireless sensor networks, *IEEE Transactions on vehicular technology*, 64 (2), 714-727.

Mangla, A., Bindal, A. K. ve Prasad, D., 2016, Disaster management in wireless sensor networks: a survey report, *International Journal of Computing and Corporate Research*, 6 (3).

Meghanathan, N. ve Mumford, P., 2014, Graph Intersection-Based Benchmarking Algorithm for Maximum Stability Data Gathering Trees in Wireless Mobile Sensor Networks, In: Handbook of Research on Progressive Trends in Wireless Communications and Networking, Eds: IGI Global, p. 433-458.

Meguerdichian, S., Koushanfar, F., Potkonjak, M. ve Srivastava, M. B., 2001, Coverage problems in wireless ad-hoc sensor networks, *Proceedings IEEE INFOCOM 2001. Conference on Computer Communications. Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Society (Cat. No.01CH37213)*, 1380-1387 vol.1383.

Mini, S., Udgata, S. K. ve Sabat, S. L., 2011, A Heuristic to Maximize Network Lifetime for Target Coverage Problem in Wireless Sensor Networks, *Adhoc & Sensor Wireless Networks*, 13.

Mini, S., Udgata, S. K. ve Sabat, S. L., 2014, Sensor Deployment and Scheduling for Target Coverage Problem in Wireless Sensor Networks, *IEEE Sensors Journal*, 14 (3), 636-644.

Mohanty, S. ve Patra, S. K., 2017, Performance Evaluation of Quality of Service in IEEE 802.15. 4-Based Wireless Sensor Networks, In: Handbook of Research on Advanced Wireless Sensor Network Applications, Protocols, and Architectures, Eds: IGI Global, p. 213-248.

Molina, G. ve Alba, E., 2008, Wireless Sensor Network Deployment Using a Memetic Simulated Annealing, *2008 International Symposium on Applications and the Internet*, 237-240.

More, A. ve Raisinghani, V., 2017, A survey on energy efficient coverage protocols in wireless sensor networks, *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 29 (4), 428-448.

Mulligan, R. ve Ammari, H. M., 2010, Coverage in wireless sensor networks: a survey, *Network Protocols & Algorithms*, 2 (2), 27-53.

Ngatchou, P. N., Fox, W. L. ve El-Sharkawi, M. A., 2005, Distributed sensor placement with sequential particle swarm optimization, *Proceedings 2005 IEEE Swarm Intelligence Symposium, 2005. SIS 2005.*, 385-388.

Ozturk, C., Karaboga, D. ve Gorkemli, B., 2011, Probabilistic Dynamic Deployment of Wireless Sensor Networks by Artificial Bee Colony Algorithm, *Sensors*, 11 (6), 6056-6065.

P Sreeja, B., Loganathan, J. ve Saratha, G., 2018, Wireless sensor network applications: A study, p.

Palely, J. J., Lavanya, L., Karthik, N., Naveen, N. ve Shaikh, M., 2018, A Survey on Wireless Networks: Classifications, Applications and Research Challenges, *Perspectives in Communication, Embedded-systems and Signal-processing-PiCES*, 2 (9), 200-209.

Park, P., 2009, Protocol design for control applications using wireless sensor networks, *Universitetsservice US-AB*.

Qi, G.-p., Song, P. ve Li, K.-j., 2008, Blackboard mechanism based ant colony theory for dynamic deployment of mobile sensor networks, *Journal of Bionic Engineering*, 5 (3), 197-203.

Rawat, P., Singh, K. D., Chaouchi, H. ve Bonnin, J. M., 2014, Wireless sensor networks: a survey on recent developments and potential synergies, *The Journal of supercomputing*, 68 (1), 1-48.

Ricardo, H., Loureiro, A. A. ve Mini, R. A., 2010, QoS: requirements, design features, and challenges on wireless sensor networks, In: Handbook of Research on Developments and Trends in Wireless Sensor Networks: From Principle to Practice, Eds: IGI Global, p. 56-78.

Ritika Sharma, N. T. ve Kumar, S., 2013, Review Paper On Wireless Sensor Networks. the Intl. Conf. on Recent Trends In Computing and Communication Engineering. 56**:** 254-258.

Romoozi, M., Vahidipour, M., Romoozi, M. ve Maghsoodi, S., 2010, Genetic Algorithm for Energy Efficient and Coverage-Preserved Positioning in Wireless Sensor Networks, *2010 International Conference on Intelligent Computing and Cognitive Informatics*, 22-25.

Sangwan, A. ve Singh, R. P., 2015, Survey on coverage problems in wireless sensor networks, *Wireless Personal Communications*, 80 (4), 1475-1500.

Sengupta, S., Das, S., Nasir, M. D. ve Panigrahi, B. K., 2013, Multi-objective node deployment in WSNs: In search of an optimal trade-off among coverage, lifetime, energy consumption, and connectivity, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 26 (1), 405-416.

Serna, M. Á., Sreenan, C. J. ve Fedor, S., 2015, A visual programming framework for wireless sensor networks in smart home applications, *2015 IEEE Tenth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP)*, 1-6.

Sharma, S., Bansal, R. K. ve Bansal, S., 2013, Issues and challenges in wireless sensor networks, *2013 International Conference on Machine Intelligence and Research Advancement*, 58-62.

Shijian, L., Congfu, X., Weike, P. ve Yunhe, P., 2005, Sensor deployment optimization for detecting maneuvering targets, *2005 7th International Conference on Information Fusion*, 7 pp.

Singh, B. ve Lobiyal, D., 2012, Energy-aware cluster head selection using particle swarm optimization and analysis of packet retransmissions in WSN, *Procedia Technology*, 4, 171-176.

Singh, P., Gupta, O. ve Saini, S., 2017, A Brief Research Study of Wireless Sensor Network, *Advances in Computational Sciences and Technology*, 10 (5), 733-739.

Storn, R. ve Price, K., 1997, Differential evolution–a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces, *Journal of global optimization*, 11 (4), 341-359.

Udgata, S. K., Sabat, S. L. ve Mini, S., 2009, Sensor deployment in irregular terrain using artificial bee colony algorithm, *2009 World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing (NaBIC)*, 1309-1314.

Upadhyay, A. S., 2017, WIRELESS SENSOR NETWORK MARKET – GLOBAL FORECAST TO 2023, *Syndicated Market Research Reports-MarketsandMarkets's™*, *maharashtra-india*.

Uymaz, S. A., 2015, Yeni bir biyolojik ilhamlı metasezgisel optimizasyon metodu: Yapay alg algoritması, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Uymaz, S. A., Tezel, G. ve Yel, E., 2015, Artificial algae algorithm (AAA) for nonlinear global optimization, *Applied Soft Computing*, 31, 153-171.

Vaidyanathan, S. ve Vaidyanathan, M., 2011, Wireless sensor networks-issues & challenges, *Available at SSRN 1972636*.

W., R. A., 2019, Energy-Efficient Mobility Heuristics for Maximizing Network Lifetime in Robotic Wireless Sensor Networks, In: the IoT, Cloud Computing, and Wireless Network Optimization, Eds, *India*: National Institute of Technology Kurukshetra, p. 27.

Wang, G., Guo, L., Duan, H., Liu, L. ve Wang, H., 2012, Dynamic Deployment of Wireless Sensor Networks by Biogeography Based Optimization Algorithm, *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 1 (2), 86-96.

Wang, X., Wang, S. ve Ma, J., 2006, Dynamic deployment optimization in wireless sensor networks, In: Intelligent Control and Automation, Eds: Springer, p. 182-187.

Wei, L. ve Cassandras, C. G., 2005, A minimum-power wireless sensor network self-deployment scheme, *IEEE Wireless Communications and Networking Conference, 2005*, 1897-1902 Vol. 1893.

Wong, T., Tsuchiya, T. ve Kikuno, T., 2004, A self-organizing technique for sensor placement in wireless micro-sensor networks, *18th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, 2004. AINA 2004.*, 78-83 Vol.71.

Wu, F., Gui, Y., Wang, Z., Gao, X. ve Chen, G., 2016, A survey on barrier coverage with sensors, *Frontiers of Computer Science*, 10 (6), 968-984.

Xue Wang , S. W., Daowei Bi, 2007, Virtual Force-Directed Particle Swarm Optimization for Dynamic Deployment in Wireless Sensor Networks. Third International Conference on Intelligent Computing, ICIC 2007 Qingdao. China, Springer, Berlin, Heidelberg
4681**:** 292-303.

Zhang, Y., Qiao, Y., Zhao, W., Chen, W. ve Cao, J., 2015, Dynamic Deployment for Hybrid Sensor Networks Based on Potential Field-Directed Particle Swarm Optimization, *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 11 (9), 251519.

Zhu, C., Zheng, C., Shu, L. ve Han, G., 2012, A survey on coverage and connectivity issues in wireless sensor networks, *Journal of Network and Computer Applications*, 35 (2), 619-632.

Zou, Y. ve Krishnendu, C., 2003, Sensor deployment and target localization based on virtual forces, *IEEE INFOCOM 2003. Twenty-second Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (IEEE Cat. No.03CH37428)*, 1293-1303 vol.1292.

Zubiete, E. D., Luque, L. F., Rodríguez, A. V. M. ve González, I. G., 2011, Review of wireless sensors networks in health applications, *2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 1789-1793.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	WAKASS AL TEKREETI
Uyruğu	**:**	IRAK
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	27 OCAK 1979
Telefon	**:**	05342330967
Faks	**:**	
e-mail	**:**	Waqas.saad@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**AL AMRIAH LISESI – AL AMRIAH – BAĞDAT**	**1996**
Üniversite	:	**AL MAMON Üniversite – BAĞDAT**	**2001**
Yüksek Lisans	:		
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2003	**Al BELAAD ŞİRKET(IRAK)**	**Bilgisayar Bakımı**
2007	**AL Waheibi Ticaret Grubu(UAE)**	**(IT) Bölümünden Sorumlu**
2011	**Petrol Bakanlığı (IRAK)**	**IT**
2014	**AES Kargo Şirketi (IRAK)**	**Yönetim Müdürü**

UZMANLIK ALANI

Programlama, yönetim

YABANCI DİLLER

Arapça Anadil, İngilizce, Türkçe

YAYINLAR

OPTIMAL COVERAGE OF WIRELESS SENSOR NETWORKS BASED ON ARTIFICIAL ALGAE ALGORITHM (AAA)