

**TÜRK HAVA KURUMU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLARDA YAŞAM SÜRESİNİ ENÇOKLAMAK
İÇİN EN UYGUN BAZ İSTASYONU KONUMUNUN SINÜS KOSİNÜS
ALGORİTMASI VE PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYONU ALGORİTMASI
KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ali Lateef MOHSİN

**ELEKTRİK VE BİLGİSAYAR ANABİLİM DALI
ELEKTRİK VE BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

ARALIK 2017

**TÜRK HAVA KURUMU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLARDA YAŞAM SÜRESİNİ ENÇOKLAMAK
İÇİN EN UYGUN BAZ İSTASYONU KONUMUNUN SİNÜS KOSİNÜS
ALGORİTMASI VE PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYONU ALGORİTMASI
KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ali Lateef MOHSİN

1406010009

**ELEKTRİK VE BİLGİSAYAR ANABİLİM DALI
ELEKTRİK VE BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hakan Ezgi KIZILÖZ

Türk Hava Kurumu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 1406010009 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, "Ali Lateef Mohsin MOHSIN", ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Yaşam Süresini Ençoklamak için En Uygun Baz İstasyonu Konumunun Sinüs Kosinüs Algoritması ve Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması Kullanılarak Belirlenmesi" başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Hakan Ezgi KIZILÖZ



Türk Hava Kurumu Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ahmet COŞAR



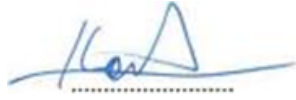
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

: Yrd. Doç. Dr. İbrahim MAHARİQ



Türk Hava Kurumu Üniversitesi

: Yrd. Doç. Dr. Hakan Ezgi KIZILÖZ



Türk Hava Kurumu Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 25 Aralık 2017

**TÜRK HAVA KURUMU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum, “Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Yaşam Süresini Ençoklamak için En Uygun Baz İstasyonu Konumunun Sinüs Kosinüs Algoritması ve Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması Kullanılarak Belirlenmesi” adlı çalışmamın, tarafımdan akademik etik ve kurallara aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım kaynakların kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.



25.12.2017

Ali Lateef Mohsin MOHSIN

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışma sürecinde beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan tez danışmanım değerli Yrd. Doç. Dr. Hakan Ezgi KIZILÖZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımın sürecinde her zaman yanımda olan anneme, babama, eşime, çocuklarıma ve tüm aileme teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2017

Ali Lateef Mohsin MOHSIN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xii
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Kablosuz Algılayıcı Ağlarının Genel Değerlendirmesi.....	3
1.2 KAA'lar için Ağ Mimarileri.....	4
1.2.1 Düz Mimari.....	7
1.2.2 Hiyerarşik Mimari.....	7
1.3 KAA'ların Uygulamaları.....	8
1.4 KAA Ömrü ve İlgili Çalışmalar.....	9
1.4.1 Homojen KAA'lar.....	10
1.4.2 Heterojen KAA'lar.....	11
1.5 Araştırma Amaçları ve Motivasyonları.....	12
1.6 Problem Tanımı.....	13
1.7 Tez Amacı.....	14
İKİNCİ BÖLÜM.....	15
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	15
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	19
3. BAZ İSTASYONU DÜĞÜMÜ KONUMU OPTİMİZASYONU.....	19
3.1 Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO).....	20
3.2 Sinüs Kosinüs Algoritması (SKA).....	22
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	25
4 DENEYSEL SONUÇLAR.....	25
4.1 Deney A.....	25
4.2 Deney B.....	29
4.3. Deney C.....	31
4.4 Deney D.....	36
4.5. Deney E.....	41
4.6 Deney F.....	45
4.7 Deney G.....	49
4.8 Deney H.....	52
BEŞİNCİ BÖLÜM.....	63
1. TARTIŞMA.....	63
ALTINCI BÖLÜM.....	66
6. SONUÇ.....	66
KAYNAKLAR.....	68



TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1 : Deney A'nın sonuç özeti.....	26
Tablo 4.2 : Deney B'nin sonuç özeti.....	29
Tablo 4.3 : Deney C'nin sonuç özeti.....	32
Tablo 4.4 : Deney D için sonuç özeti.....	37
Tablo 4.5 : Deney E için optimizasyon sonuç özeti.....	42
Tablo 4.6 : Deney F'de baz istasyonu düğümü konumu optimizasyonu özeti.....	46
Tablo 4.7 : Deney G için optimizasyon sonuç özetleri.....	491
Tablo 4.8 : Deney H'nin sonuç özeti.....	56
Tablo 5.1 : Yapılan deneylerin özeti.....	66

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1	: Nesnelerin İnterneti uygulama alanları.	1
Şekil 1.2	: Radyo-frekans tanımlama (RFID) etiketleri.....	2
Şekil 1.3	: KAA teknolojileri tarafından sağlanan her yerde algılama.....	4
Şekil 1.4	: Bir algılayıcı düğümünün öğeleri.....	5
Şekil 1.5	: Tek atlamalı KAA mimarisi.....	6
Şekil 1.6	: KAA'de düz mimari.....	7
Şekil 1.7	: KAA'larda hiyerarşik mimari: (a) tek sekmeli; (b) çoklu sekmeli; (c) çok katmanlı	8
Şekil 1.8	: Baz istasyonu kullanan kablosuz algılayıcı ağları.....	14
Şekil 3.1	: Bir optimizasyon algoritmasının öğeleri.	19
Şekil 3.2	: Yinelemeler sırasında PSO parçacık koordinesi. Üstte: İki boyutlu uzay. Altta: Üç boyutlu uzay.....	22
Şekil 3.3	: SKA algoritmasında bir noktanın rastgele hareketi.	23
Şekil 3.4	: Sinüs ve kosinüs azalan model aralığı ($a=2$).	23
Şekil 4.1	: Düğümlerin dağıtıldığı dairesel bölge.....	26
Şekil 4.2	: Dairesel bölgeler için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumları.	27
Şekil 4.3	: Kare bölgeler için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumları.	29
Şekil 4.4	: Deney C'de düğümlerin dağıtıldığı bölgeler.....	32
Şekil 4.5	: Deney C için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumu.....	33
Şekil 4.6	: Deney D için düğüm dağılım alanı.	36
Şekil 4.7	: Deney D için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumu.....	38
Şekil 4.8	: Deney E için düğüm dağılım bölgesi.	41
Şekil 4.9	: Deney D için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumu.....	42
Şekil 4.10	: Deney F'nin düğüm dağılım alanı.....	45
Şekil 4.11	: Deney F için hesaplanan baz istasyonu düğümü pozisyonu ve düğüm dağılımı	46
Şekil 4.12	: Deney G'de düğümlerin dağıtıldığı bölgeler.	49
Şekil 4.13	: Deney G için düğüm dağılımları ve baz istasyonu düğümü konumları.	50
Şekil 4.14	: Deney H 'de düğümlerin rastgele dağılımı için bölgeler.	52
Şekil 4.15	: Deney H için baz istasyonu düğümü konumları.	54
Şekil 5.1	: Yürütme zamanı ve topolojideki düğüm sayısı.....	65

KISALTMALAR

- DET** : Düzensiz Enerji Tüketimi
GAMS : General Algebraic Modeling System
KAA : Kablosuz Algılayıcı Ağlar
Nİ : Nesnelerin İnterneti
PSO : Parçacık sürüsü optimizasyonu
RFK : Radyo Frekansı Kimliği
SKA : Sinüs Kosinüs Algoritması



ÖZET

KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLARDA YAŞAM SÜRESİNİ ENÇOKLAMAK İÇİN EN UYGUN BAZ İSTASYONU KONUMUNUN SİNÜS KOSİNÜS ALGORİTMASI VE PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYONU ALGORİTMASI KULLANILARAK BELİRLENMESİ

MOHSİN, Ali Lateef

Yüksek Lisans, Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Tez Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hakan Ezgi KIZILÖZ

Aralık 2017, 73 sayfa

Kablosuz algılayıcı ağlarının (KAA) yüksek esnekliği ve dayanıklılığı farklı uygulama alanlarında kullanılan bu tür ağların performansını geliştirmeye büyük bir önem verilmesine neden olmuştur. Bu ağların karşılaştığı en temel zorluklardan birisi bu ağlardaki düğümlere enerji sağlamak için kullanılan sınırlı güç kaynaklarının olmasıdır. Her düğümün kullandığı güç kaynağının boyutunu küçültmek suretiyle, düğümlerin tükettiği gücü azaltmak ağın esnekliğini sürdürmek için önemli bir faktördür. Bu nedenle, güç tüketimini optimize etmek önemlidir; böylelikle, KAA ömrü aynı güç miktarı kullanılarak maksimum düzeye çıkarılır.

Düğümün veriyi uzak düğümlerden baz istasyonu düğümüne iletmesi için seçilmesi durumunda, ağdaki her düğüm kendi verisinin yanı sıra komşu düğümlerden de veri iletmektedir. düğümü işlemek veya KAA'dan veri toplayan ve işleyen merkezi bir sunucuya iletme için KAA içerisindeki bütün düğümlerden veri toplayan ana düğümdür. Bütün bilgiler bu noktaya geldiği için, baz istasyonu düğümünün konumu ağın ömrü açısından önemli bir rol oynamaktadır.

Optimizasyon algoritmaları sistem parametrelerinin değerlerini değiştirerek bağımsız sistemler ile çalışır ve sistemin isten davranışına bağlı olarak, sistem çıktısını en st düzeye çıkarmak veya en aza indirmek için sistemin çıktısını ler.

Böylelikle, baz istasyonu düğümünün konumu KAA'nın parametreleri ve ağın ömrü sistemin çıktısı olarak düşünüldüğünde, baz istasyonu düğümünün konumunu ayarlamak için optimizasyon algoritması kullanarak, ağın ömrünü en st düzeye çıkarmak için optimizasyon algoritmaları kullanmak mümkündür.

Optimizasyon algoritmaları en uygun konumu bulmada farklı metodolojilere dayandığından, aynı ağ için farklı optimizasyon algoritmaları kullanarak, baz istasyonu düğümü için farklı konumlar elde etmek mümkündür. Bu nedenle, bu çalışmada, baz istasyonu düğümünün en uygun konumunu bulmak için iki optimizasyon algoritması test edilmiş, böylece ağlardaki düğümlere enerji sağlamak için kullanılan aynı enerji miktarı kullanılarak KAA'nın ömrü maksimize edilmiştir. Bu algoritmalar Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) ve Sinüs Kosinüs Algoritmasıdır (SKA).

Bu algoritmaların performansını test etmek ve tarafsız bir değerlendirme gerçekleştirmek için farklı topolojiler kullanılmıştır. Algoritmaların performansı algoritmalar tarafından önerilen en uygun baz istasyonu düğümü konumu ile elde edilen ağ ömrü ve bu onumu hesaplamak için gereken uygulama süresi ile ölçülür. Deneysel sonuçlar her iki algoritmanın da önerilen konumlara dayanılarak elde edilen ağ ömrüne ilişkin benzer performanslara sahip olduğunu göstermiştir, ancak PSO, SKA tarafından önerilen baz istasyonu düğümü konumu kullanılarak elde edilen ağ ömründen yalnızca %1 oranında daha yüksek bir ağ ömrü sağlamıştır. Bunun yanı sıra, SKA algoritması, PSO algoritması tarafından gereken uygulama zamanının ortalama %89.44'n tkemiştir. Bu nedenle, her iki algoritma da çok rekabetçi bir performansa sahip olup, baz istasyonu düğümünün konumunu optimize ederek bir kablolu algılayıcı ağının ömrünü optimize etmek için uygulanabilir.

Anahtar Kelimeler: Kablosuz Algılayıcı Ağı, Optimizasyon algoritması, Parçacık Sürü Optimizasyonu, Sinüs Kosinüs Algoritması.

ABSTRACT

UTILIZING SINE COSINE ALGORITHM AND PARTICLE SWARM OPTIMIZATION ALGORITHM TO FIND THE OPTIMAL SINK LOCATION FOR MAXIMIZING THE LIFETIME OF WIRELESS SENSOR NETWORKS

MOHSIN, Ali Lateef

Master, Department of Electrical and Computer Engineering

Thesis supervisor: Asst. Prof. Dr. Hakan Ezgi KIZILÖZ

December 2017, 73 pages

The high flexibility and durability of the Wireless Sensor Networks (WSN) leads to a huge emphasis on improving the performance of such networks, which are used in different field of applications. One of the major challenges faced by these networks is the limited power sources used to energize the nodes in these networks. Reducing the power consumed by each node is a key factor to maintain the flexibility of the network, by reducing the size of the power source used by each node. Thus, it is important to optimize the power consumption, so that, the lifetime of the WSN is maximized using the same amount of power.

As each node in the network transmits its data, as well as data from adjacent nodes, in case that this node is selected to forward data from remote nodes to the sink. The sink node is the main node of the WSN that collects data from all the nodes in that WSN, in order to process it or forwarded to a centralized server, which collects and processes data from the WSN. Thus, the position of the sink node plays an important role in the lifetime on the network, as all information ends up at that point. Optimization algorithms work with stand alone systems, by modifying the values of system parameters and measure the output of the system, in order to maximize or minimize the output of that system, depending on the required behavior

of that system. Thus, by considering the position of the sink node as the parameters of the WSN, and the lifetime of the network as an output of the system, it is possible to use optimization algorithms to maximize the lifetime of the network, by using optimization algorithm to adjust the position of the sink node.

As optimization algorithms rely on different methodologies in finding the optimal position, it is possible to have different positions of the sink node, for the same network, using different optimization algorithms. Thus, in this study, two optimization algorithms are tested to find the optimal position of the sink node, so that, the lifetime of the WSN is maximized using the same amount of energy that is used to energize nodes in the networks. These algorithms are the Particle Swarm Optimizer (PSO) and the Sine Cosine Algorithm (SCA).

Different topologies are used to test the performance of these algorithms, in order to achieve unbiased evaluation. The performance of the algorithms is measured using the lifetime of the network, achieved by the optimal sink position suggested by each algorithm, and the execution time required to calculate that position. The experimental results show that both algorithms have relatively similar performance regarding the lifetime of the networks, based on the suggested positions, where the PSO has achieved marginally higher network lifetime with only 1% higher than that achieved using the SCA suggested sink positions. Moreover, the SCA algorithm consumed an average of 89.44% of the execution time required by the PSO algorithm. Thus, both algorithms have very competitive performance and are applicable in optimizing the lifetime of a wireless sensor network, by optimizing the position of the sink node.

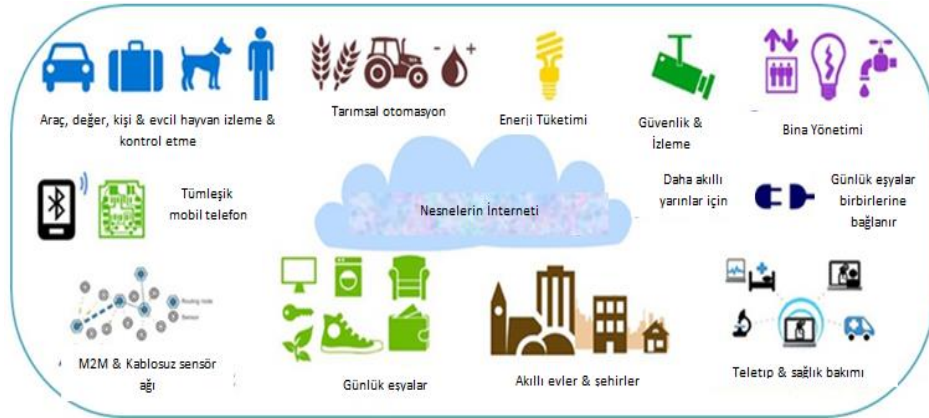
Keywords: Wireless Sensor Network; Optimization algorithm; Particle Swarm Optimization; Sine Cosine Algorithm.

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

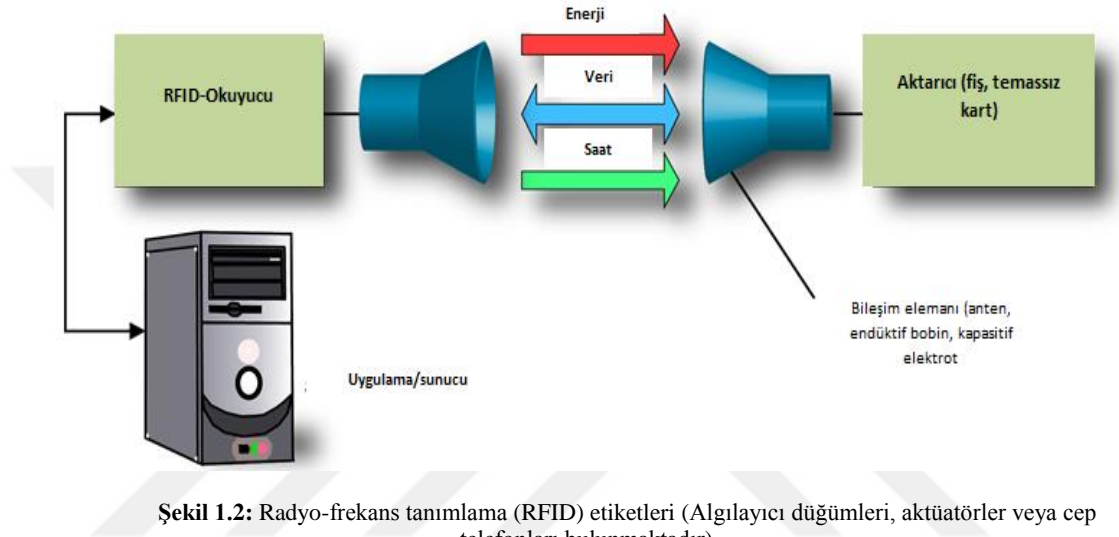
Günümüzde ekonomik ve teknolojik nedenlerden dolayı, çoğu ulaşılabilir kablosuz algılayıcı cihazları sayısal, bellek, güç ve iletişim kapasiteleri bakımından oldukça sınırlıdır. Kablosuz Algılayıcı Ağları (KAA'lar) üzerine yapılan araştırmaların çoğunun, enerji ve hesaplama bakımından etkili algoritmalar ve protokollerin tasarımı üzerinde yoğunlaşmasının ana nedeni budur ve uygulama alanı basit veri tabanlı izleme ve raporlama uygulamaları ile sınırlandırılmıştır [1]. Bununla birlikte bu durum hızla değişmektedir çünkü KAA'lar daha gelişmiş işlevleri yerine getirebilmekte ve çoklu ortam verilerini işleme konusu ele alınmaktadır.

Yeni Nesnelerin İnterneti (Nİ) uygulamalarına yönelik talep ile birlikte kablosuz ve algılayıcı teknolojilerin yaygınlaşması, her zaman her yerde bulunan ve akıllı Nİ uygulamaları yaratmaktadır. Nİ her yerde, her zaman ve her şey ile ilgili bağlantı sağlayan bir dizi teknolojiden oluşmaktadır. Nİ, nesnelerin veya eşyaların her zaman her yerde iletişim kurmasını sağlamak için kablosuz bağlantılar kullanarak birbirleriyle etkileşim kurmaları ve işbirliği yapması ilkesine dayanmaktadır.



Şekil 1.1: Nesnelerin İnterneti uygulama alanları (O ORAL1, M ÇAKIR, “Nesnelerin İnterneti Kavramı ve Örnek Bir Prototipin Oluşturulması”).

Bunların arasında diğer şeyler ile birlikte Radyo-Frekans Tanımlama (RFID) etiketleri, algılayıcı düğümleri, aktüatörler veya cep telefonları bulunmaktadır [2]. Bu bağlamda KAA'lar hem gerçek hem de sanal dünyayı bağlayabilen her yerde bilgi işlem yapmada önemli bir rol oynamaktadır [3]. Yakın gelecekte, otomobiller ve ev uygulamaları gibi KAA'lar / Nİ uygulamaları, yaşam ortamını bilgi ağlarına bağlayacak. Yaygın bilgi işlem aygıtları, uygulamaların büyük miktarda bilgi toplamasını ve paylaşmasını sağlayacaktır.



Şekil 1.2: Radyo-frekans tanımlama (RFID) etiketleri (Algılayıcı düğümleri, aktüatörler veya cep telefonları bulunmaktadır).

Algılayıcı ağları yakında endüstriyel kontrol ve izleme, ev otomasyonu ve tüketici elektroniği, güvenlik ve askeri algılama, varlık takibi ve tedarik zinciri yönetimi, akıllı tarım ve sağlık takibi gibi her şeyi izleyebilecek duruma gelecektir [4]. Daha önce ulaşılabilmeyen bu tür bilgiler, geniş bir yelpazede yeni hizmetler ve uygulamalar için yeni pazarlar açacaktır. Yeni bilgi odaklı işletmelerin varlıklarını sürdürebilmesi, işletmelerin somut bilgi servisi uygulamaları ile kablosuz ağ teknolojisini birleştirme yeteneğinde yatmaktadır.

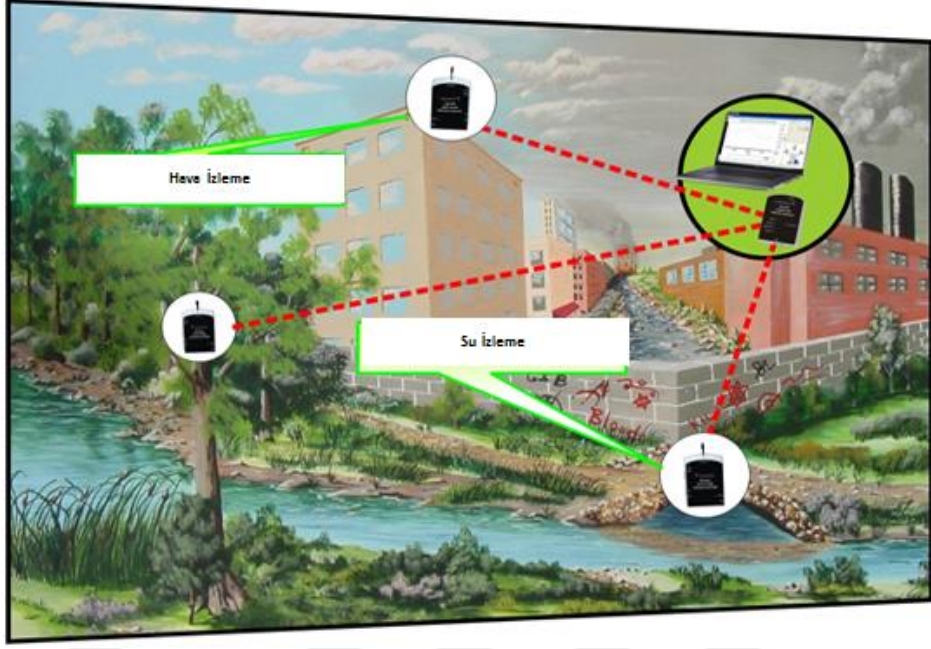
Bu bölüm öncelikle teknolojik arka plan, tipik ağ mimarileri ve uygulamaları ve KAA'lar için yönlendirme protokollerinin taksonomisi de dahil olmak üzere, KAA'ların kısa bir değerlendirmesini sunmaktadır.

Ardından ağ ömrü kavramı ve bu kavramla ilgili literatür sunulmuştur. Bu bölüm aynı zamanda, hem araştırma hedeflerini hem de tezin katkılarını ve ardından tezin düzenlenmesini vurgulamaktadır.

1.1 Kablosuz Algılayıcı Ağlarının Genel Değerlendirmesi

KAA'lar, Nİ'nin nihai hedeflerini gerçekleştirmeyi amaçlayan sistemleri inşa etmek ve harekete geçirmek için harcanan çabaların öncülüğünü yapmaktadır. Bunlar kendinden konfigüre edilmiş ve özel algılayıcılar ile kablosuz alıcı-vericiler ile donatılmış küçük cihazlardan oluşan altyapısız kablosuz ağlardır. KAA teknolojileri tarafından sağlanan her yerde algılama, modern yaşamın birçok alanında işleri kolaylaştırmaktadır. Bu hassas ekolojilerden ve doğal kaynaklardan kentsel çevrelere kadar çevre göstergelerini ölçme, çıkarım yapma ve anlama yeteneği sunmaktadır. Bu cihazların bir iletişim-etkinleştirme ağında çoğalması Nİ'yi oluşturur, ağ içerisindeki algılayıcılar ve aktüatörler çevremizdeki ortamla sorunsuz bir şekilde uyum gösterir [5]. Bir KAA, belirli olayları izlemek için yoğun ilgi alanına yerleştirilmiş çok sayıda algılayıcıdan oluşur. Algılayıcılar, sıcaklık, ses, titreşim, ışık, nem vb. gibi çeşitli algılama görevlerinde bulunabilirler. Bu algılayıcılar, belirli çevre olayını algılar ve sonuçlarını baz istasyonu (alıcı) adı verilen merkezi bir toplama düğümüne göndermeden önce algılanan veriler üzerinde ağ içi işlem gerçekleştirir. Bu tip bir ağda, algılayıcılar birbirleri ile (muhtemelen) çok sekmeli (multi-hop) kablosuz iletişim bağlantıları üzerinden iletişim kurarlar ve diğer algılayıcılar adına algılanan veriyi gönderirler, böylece baz istasyonu düğümü daha ileri işlem ve analiz için bu verileri zamanında alabilir [6].

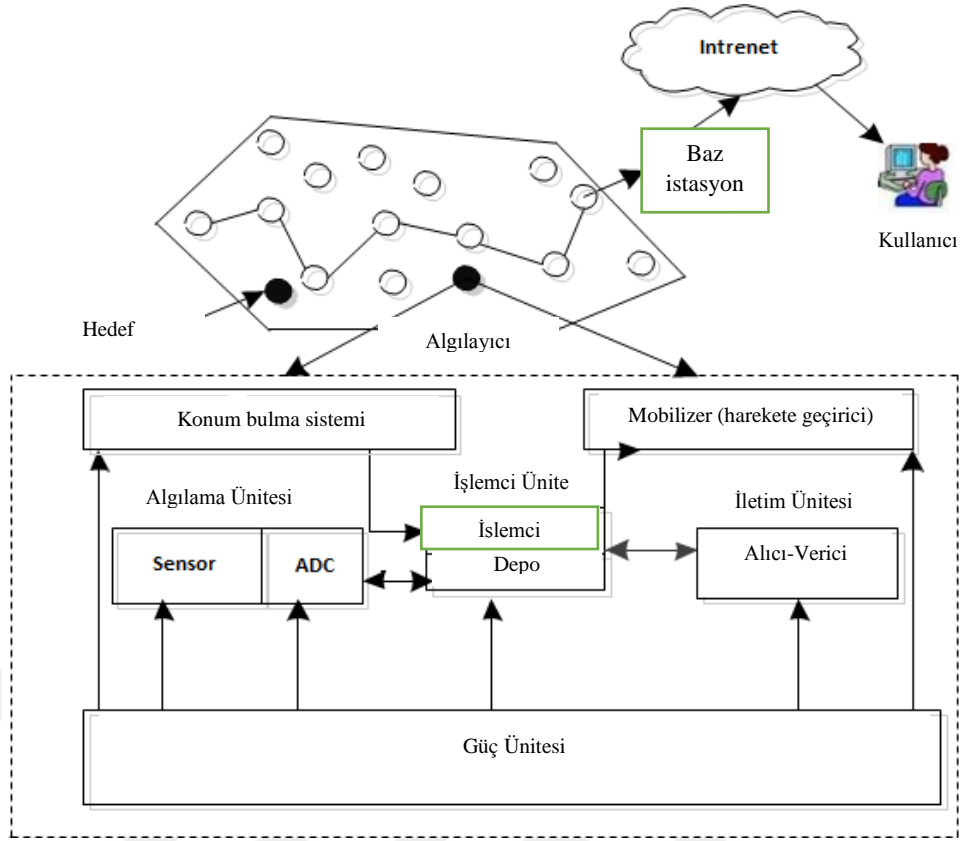
Bu nedenle KAA'lar, izleme (sağlık ortamlarının izlenmesi, sismik izleme, vb.), kontrol (nesne algılama ve izleme) ve gözetleme (savaş alanları gözetimi) gibi çok çeşitli uygulamalar için kullanılabilir [7].



Şekil 1.3: KAA teknolojileri tarafından sağlanan her yerde algılama.

1.2 KAA'lar için Ağ Mimarileri

KAA uygulamalarında, yüzlerce hatta binlerce düşük maliyetli algılayıcı düğümü izleme alanı üzerine dağıtılmıştır ve düğümler akıllı bir şekilde kablosuz bir ağ oluşturmaktadır, burada her bir algılayıcı düğümü algılanan verileri periyodik olarak bir veya daha fazla veri alıcısına veya algılama alanı içerisinde veya yakınında bulunan baz istasyonlarına göndermektedir [9].



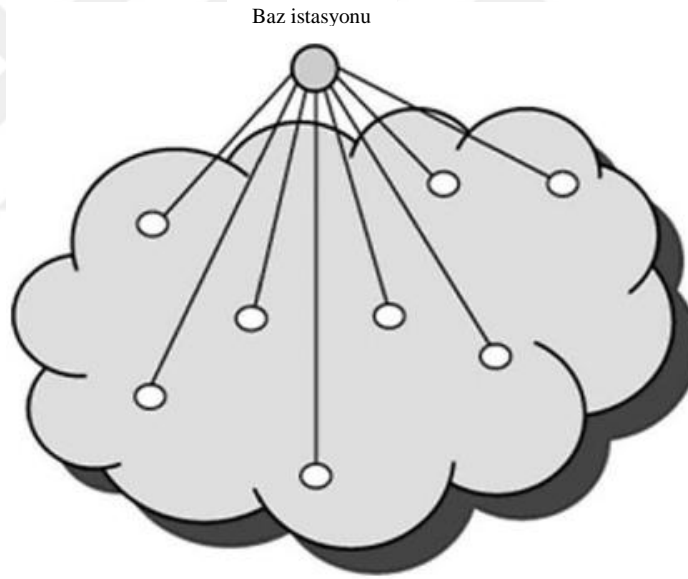
Şekil 1.4: Bir algılayıcı düğümünün öğeleri [I.F. Akyıldız et al. Wireless sensor networks: a survey / Computer Networks 38 (2002) p.399].

Şekil 1.4'te algılama, işleme, aktarma, harekete geçirme, konum belirleme sistemi ve güç ünitelerinden (harekete geçirme gibi bu bileşenlerin bazıları isteğe bağlıdır) oluşan tipik bir algılayıcı düğümünün içindeki bileşenlerin şematik diyagramını göstermektedir [10]. Şekil aynı zamanda bir KAA'nın iletişim mimarisini göstermektedir. Genellikle algılayıcı düğümleri, algılayıcı düğümlerinin konuşlandırıldığı bir alan olan algılayıcı alanı içerisinde dağıtılmıştır. Algılayıcı düğümleri, fiziksel çevre hakkında yüksek kaliteli bilgi üretmek için kendi aralarında koordinasyon sağlarlar. Her bir algılayıcı düğümü misyonuna, mevcut durumda sahip olduğu bilgiye, bilgi işlem, iletişim ve enerji kaynakları bilgisine göre kararlarını almaktadır. Düğüm, verileri toplama ve diğer düğümlere veya harici bir baz istasyonuna geri gönderme yeteneğine sahip olmalıdır. Bir baz istasyonu algılayıcı ağını mevcut bir iletişim altyapısına veya bir kullanıcının rapor edilen veriye erişebileceği internete bağlayabilen sabit veya hareketli bir düğüm olabilir [11]. Bir KAA'daki tekil algılayıcı düğümleri doğası gereği kaynak tarafından

sınırlandırılmıştır; kısıtlı işlem hızı, depolama kapasitesi ve iletişim bant genişliğine sahiptir [12].

Algılayıcı düğümleri konuşlandıktan sonra, genellikle multi-hop (çok sekmeli) iletişim ile uygun bir ağ altyapısını kendi kendine organize etmekten sorumludurlar. Ardından, dağıtılmış algılayıcılar bilginin gözlemlenebildiği ve analiz edilebildiği yeri baz istasyonu düğümüne bildirmek için ilgilenilen bilgileri toplamaya başlarlar. Belirli talimatları yerine getirmek veya algılama örnekleri sağlamak için KAA'lar "kontrol merkezi"nden ayarlanan sorgulara yanıt verir [5, 13].

Her algılayıcı düğümü, Şekil 1.5'te gösterildiği gibi, veriyi baz istasyonu düğümüne göndermek için tek sekmeli (single-hop) ağ mimarisini oluşturan tek sekmeli uzun mesafeli iletimi kullanabilir. Bununla birlikte, uzun mesafe iletimi enerji tüketimi açısından maliyetlidir. KAA'larda, iletişim için tüketilen enerji algılama ve hesaplama için kullanılan enerjiden çok daha fazladır [14].

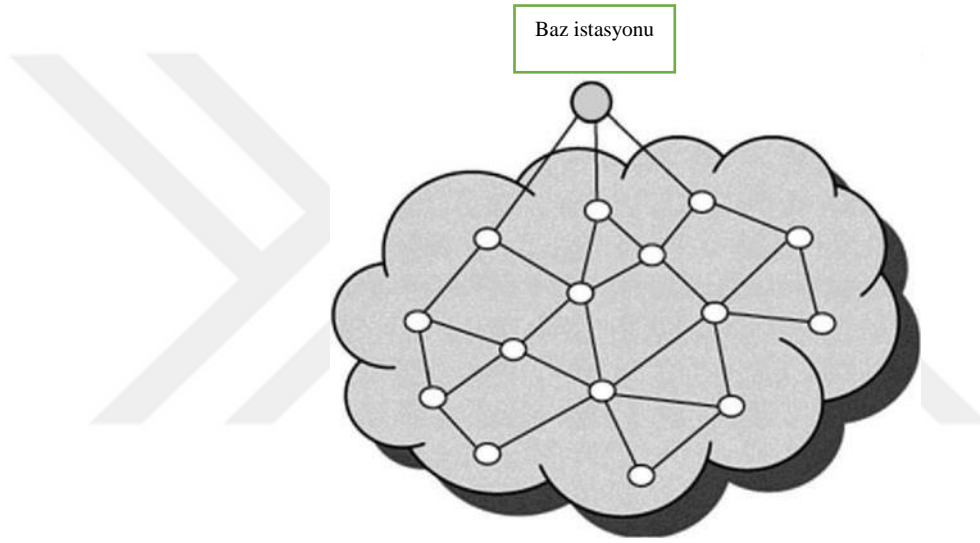


Şekil 1.5: Tek atlamalı KAA mimarisi [G.J. Pottie and W.J. Kaiser].

Sonuç olarak, çok sekmeli kısa mesafe iletişim oldukça tercih edilmektedir. KAA'ların çoğu uygulamasında, algılayıcı düğümleri geniş alanlarda yoğun bir şekilde konuşlandırılmaktadır ve komşu düğümler birbirine yakın olup, kısa mesafeli iletişimin uygulanmasını mümkün kılar. Çok sekmeli KAA iletişiminde, algılayıcı düğümleri algılanan verileri bir veya daha fazla ara düğüm aracılığıyla baz istasyonu alıcı düğümüne iletir ve bu da iletişim için enerji tüketimini azaltabilir. Çok sekmeli KAA'ların mimarisi iki şekilde düzenlenebilir:

1.2.1 Düz Mimari

Bu KAA mimarisinde, her bir algılayıcı düğümü ağ alanında aynı görevi yerine getirir. Büyük ölçekli KAA'larda, KAA'daki her düğüme genel bir tanımlayıcı atamak mümkün değildir [15]. Sonuç olarak, veri toplama işlemi genellikle veri merkezli yönlendirme kullanılarak gerçekleştirilir, burada baz istasyonu düğümü sel basma ile KAA alanındaki tüm algılayıcılara bir sorgu iletir ve yalnızca sorguyla eşleşen verilere sahip olan algılayıcılar alıcı baz istasyonu düğümüne cevap verir [16]. Düz ağda, her algılayıcı Şekil 1.6'da gösterildiği gibi çoklu sekmeli yol üzerinden alıcı baz istasyonu düğümü ile iletişim kurar.



Şekil 1.6: KAA'de düz mimari [Akkaya K, Younis M. A survey on routing protocols for wireless sensor networks. Ad hoc networks].

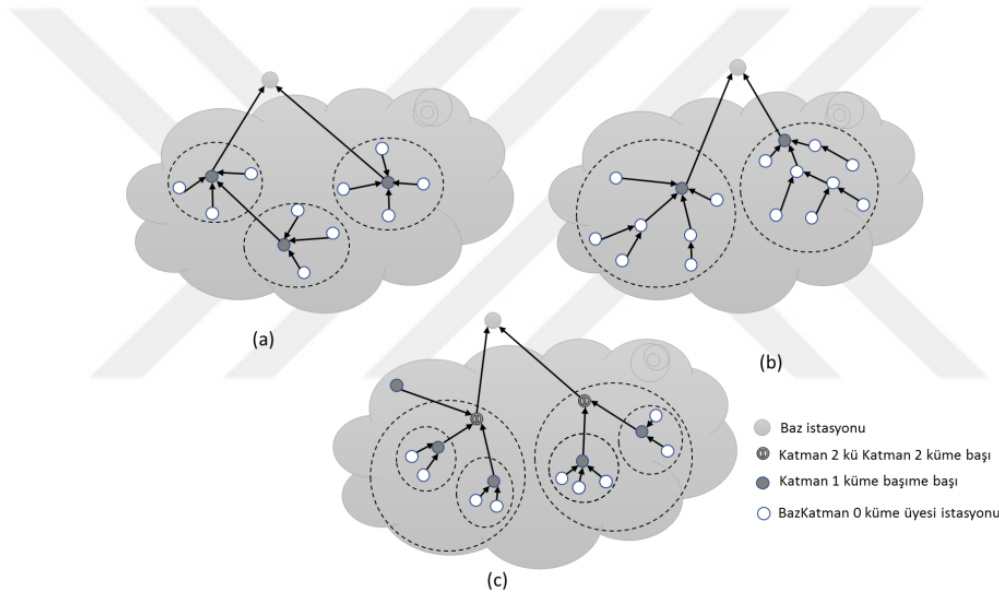
1.2.2 Hiyerarşik Mimari

Hiyerarşik bir KAA'de algılayıcılar küme yapıları halinde organize edilirler. Burada küme içindeki algılayıcı düğümleri (küme üyeleri) algılanan verileri küme başına gönderir ve küme başı veriyi alıcı baz istasyonu düğüme iletmek için röle olarak görev yapar. Düşük güçlü bir algılayıcı algılama görevini yerine getirmek ve algılanan veriyi küme başına kısa mesafede göndermek için kullanılabilirken yüksek güce sahip bir algılayıcı küme üyelerinden gelen verileri işlemek için küme başı olarak seçilebilir ve işlenmiş verileri alıcı baz istasyonu düğümüne iletir. Küme başlarının periyodik olarak seçilmesi, KAA boyutu büyüdüğünde enerji tüketimini azaltabilir, trafik yükünü dengeleyebilir ve ölçeklenebilirliği artırabilir. Bunun

yanında, baz istasyonu düğümüne aktarılan veri miktarını azaltmak ve KAA'nın enerji verimliliğini arttırmak için veri toplama küme başlarında gerçekleştirilebilir [17].

Kümeleme yöntemindeki temel husus, küme başlarının nasıl seçileceği ve kümelenmelerin nasıl organize edileceğidir [18]. Bu husus için birçok kümeleme yöntemi vardır. Algılayıcı ağı, sırasıyla Şekil 1.7 (a) ve 1.7 (b) 'de gösterildiği gibi, küme üyeleri ve küme başları arasındaki mesafeye göre tek sekmeli kümeleme veya çok sekmeli kümeleme mimarisi olarak organize edilebilir [19].

Ayrıca, algılayıcı ağı, Şekil 1.7 (c) 'de gösterildiği gibi, kümeleme hiyerarşisinde katman sayısına göre tek katmanlı kümeleme veya çok katmanlı bir kümeleme mimarisi şeklinde düzenlenebilir [20].



Şekil 1.7: KAA'larda hiyerarşik mimari: (a) tek sekmeli; (b) çoklu sekmeli; (c) çok katmanlı.

1.3 KAA'ların Uygulamaları

Hiyerarşik KAA düğümleri çevreyi algılayabilir, komşu düğümlerle iletişim kurabilir ve çoğu durumda, toplanan veriler üzerinde temel hesaplamalar yapabilir. Bu nedenle, KAA'ların ulaşılabilirliği hem sivil hem de askeri alanlarda geniş bir uygulama yelpazesinin geliştirilmesine öncülük etmiştir. KAA uygulamalarının birkaç örneği aşağıdaki gibi sunulmuştur [21]:

A. Çevresel İzleme: KAA'ların ilk uygulamalardan birisidir. Bu uygulamada, çeşitli çevresel parametreleri veya koşulları izlemek için algılayıcı düğümleri

kullanılmaktadır. Bu uygulama için, habitat doğal ortam izleme, hava veya su kalitesi izleme, tehlike izleme ve afet izleme gibi birçok örnek bulunmaktadır.

B. Askeri Uygulamalar: KAA'lar askeri komuta, iletişim, kontrol ve istihbarat sistemlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmektedir. KAA'lardaki algılayıcılar, herhangi bir altyapı olmaksızın düşman alanında veya savaş alanında hızla dağıtılabilir. Kurulum kolaylığı, bakım gerektirmeyen operasyonelliği ve kendini konfigüre etme yeteneğinden dolayı, KAA'lardaki algılayıcı düğümleri gelecekte askeri istihbarat sistemlerinde daha ilginç rolleri yerine getirecek ve gelecekte yapılacak olan savaşlarda daha az insanların dahil olmasını mümkün hale getirerek savaşları daha akıllı hale getirecektir. Askeri uygulamalar savaş alanı izleme, nesne koruma, akıllı rehberlik ve uzaktan algılama gibi işlemleri içermektedir.

C. Sağlık Uygulamaları: Algılayıcı ağları, hastaların ve yaşlıların sağlık bakım vakaları için izlenmesi ve takip edilebilmesi için kullanılabilir; bu da, ciddi sağlık bakım sıkıntısını hafifletebilir ve sağlık harcamalarını düşürebilir. Bu uygulamaya davranış izleme uygulaması ve tıbbi izleme uygulaması örnek olarak verilebilir.

D. Endüstriyel Süreç Kontrolü: Bu uygulamalarda, KAA'lar imalat ekipmanlarının ve süreçlerinin durumunu izlemek için kullanılabilir. Böylece, KAA'lar ile üretim ekipmanının durumuna bakılarak gerçekleştirilebilir ki bu da bakım masraflarını önemli ölçüde düşürecek, hatta yaşam kurtaracak ve makinenin ömrünü uzatacaktır.

E. Ev İstihbaratı: Algılayıcı ağları, insanlar için daha rahat ve akıllı bir yaşam sağlamak için kullanılabilir. Bu tür uygulamalar için akıllı ev ve uzaktan ölçüm gibi birçok örnek söz konusudur.

1.4 KAA Ömrü ve İlgili Çalışmalar

Algılayıcı düğümlerine genellikle küçük ve ucuz pillerle güç sağlandığı için, enerji tüketimi KAA'ların ömrünü belirleyen en önemli husus. Bazen enerji tüketiminin optimizasyonu, yalnızca enerji tüketiminin azaltılmasını değil aynı zamanda ağ ömrünü olabildiğince uzatmayı da içerdiği için daha karmaşıktır.

Enerji optimizasyonu, tasarımın ve işletimin her alanında enerji farkındalığına sahip olunarak gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte, algılayıcı ağının genel enerji

tüketimini en aza indirmek için, KAA'lar için farklı türde yönlendirme protokolleri önerilmektedir. Enerji farkındalıklı yönlendirme protokollerini tasarlarken en önemli hedeflerden biri, ağdaki enerji tüketimini en aza indirmektir.

Bu hedefin çeşitli yönleri vardır:

i) ağda harcanan toplam enerjiyi en aza indirmek, **ii)** veri iletim sayısını (veya aralığını) en aza indirmek, **iii)** zaman içinde "yaşayan" düğüm sayısını maksimize etmek, böylece ağ ömrünü uzatmak ve **iv)** belirli algılayıcıların erken tükenmesini ve dolayısıyla ağın bozulmasını önlemek için ağdaki algılayıcılar arasında enerji dağılımını dengelemek [22,23].

Günümüzde çoğu çalışma, ağdaki tüm düğümlerin aynı türde olduğu homojen KAA'lara odaklanmıştır. Bununla birlikte, işlemcilerin küçültülmesi ve seri üretim algılayıcılar ile birlikte düşük güç iletişimde devam etmekte olan ilerlemeler çok çeşitli düğümlerin geliştirilmesini sağladı.

Birden fazla düğüm tipi bir KAA'ya entegre edildiğinde heterojen KAA olarak adlandırılır, ancak heterojen KAA'ların mevcut sivil ve askeri uygulamalarının çoğu homojen benzerlerinden büyük ölçüde farklılık göstermez [24].

Hem homojen hem de heterojen KAA'ların tasarımında ve iyi yönlendirme protokollerinin uygulanmasında kritik bir husus, enerji tasarrufu yapmak ve ağ ömrünü uzatmaktır [25]. Bu zorluklardan ötürü hem homojen hem de heterojen KAA'lardaki ömür problemi son yıllarda önemli bir şekilde dikkat çekmiştir.

Bu bölüm, hem homojen hem de heterojen KAA'larda ağ ömrünü uzatmak için yönlendirme protokollerini tasarlama ve uygulama yararlılığına ilişkin literatürü gözden geçirmektedir.

1.4.1 Homojen KAA'lar

Öte yandan, bazı araştırmalar düşük enerji uyumlu hiyerarşik kümeleme protokolünün (LEACH) performansını arttırmak için odaklanmıştır [26]. LEACH protokolü, enerji tüketimini dengelemek için periyodik olarak küme başlıklarını döndürür. Küme başları her turda döndürülür. Tur süresi, iki ardışık küme oluşumu süreci arasındaki aralığı ifade eder.

LEACH küme başlarını seçmek için yerel kararları alan dağıtılmış bir algoritmadır. Seçilen küme başları ağın ömrü boyunca değişmezse, bu statik küme başlarının normal düğümlerden daha erken öleceği açıktır. Bu nedenle, LEACH

enerji dağılımını ağ üzerinden eşit olarak dağıtmak için küme baş konumlarının rasgele dönüşümü içerir. LEACH aynı zamanda baz istasyonuna iletilen verilerin miktarını azaltmak için küme başlarında yerel veri sıkıştırma da gerçekleştirir.

HEED (Karma Enerji Etkili Dağıtık Kümeleme) protokolü, küme başı düğümlerini seçerken ilk olarak düğümlerin enerjilerini göz önüne alır ve belirli bir dereceye kadar küme başının izleme bölgesi içinde eşit olarak dağıtılmasını sağlamıştır [27]. Küme başı düğümlerini seçerken öncelikle düğümlerin enerjisini göz önüne almasına rağmen, daha karmaşık bir ortamda, yeterli görünmemektedir.

Buna ek olarak, düğümlerin coğrafi konum bilgisi, bilgi işlem yeteneği gibi faktörler de hayati öneme sahiptir. Kalan enerjisi fazla olan bu düğümlerin hepsi yoğunlaştığında, oluşan küme optimal değildir; kümedeki her üye düğümün küme başı düğümünden uzak olması durumunda daha fazla enerji tüketilecektir, bu nedenle kümedeki düğümlerin konumu dikkate alınmalıdır.

Bu iyileştirme, büyük boyutlu kümelerin bulunduğu senaryolar için çok uygundur. LEACH, enerji açısından algılayıcı düğümlerinin durumunu dikkate almayan, tamamen olasılıklı bir karara dayanan ve enerji seviyelerinin farkında olmayan küme başının seçilmesi gibi bazı dezavantajlar sunmaktadır. Böylelikle, düğümler seçilebilir ve hızlı bir şekilde ölebilir, bu da baz istasyonu düğümü ile olan iletişimi kesintiye uğratabilir, ağın ömrünü azaltabilir ve dengesiz enerji tüketimini arttırabilir.

Önerilen protokol, enerji tüketiminin azaltılması ve ağ ömrünün maksimize edilmesi bakımından iyi bir performans sergilemektedir. Bununla birlikte, merkezi alıcı baz istasyonu düğümüne giden yolda bir düğüm seçerken enerji ile mesafe arasında daha fazla denge sağlaması gerekmektedir.

1.4.2 Heterojen KAA'lar

Heterojen bir algılayıcı ağı içinde, temel algılayıcılar basittir ve algılama görevini yerine getirir, diğer bazı düğümler çoğunlukla küme başları olarak adlandırılırlar, daha güçlüdürler ve iletişime ve hesaplamalara odaklanırlar.

Temel olarak, küme başı etrafındaki temel algılayıcıları bir küme olarak organize eder, burada algılayıcılar yalnızca küme başına veri gönderir ve küme başı uzun menzilli kümeler arası iletişimi yürütür [28].

Hiyerarşiler olmadan düz bir ağa göre daha iyi ölçeklenebilirliğe sahiptir. Temel algılayıcılar olan ağdaki düğümlerin çoğunluğu çok basit ve ucuz olarak yapılabilir. Böylece, ağın toplam maliyeti önemli ölçüde azaltılabilir.

Bu tür ağların benzersiz bir özelliği, bir kümedeki iletimin asimetrik olması nedeniyle küme başlığı tarafından gönderilen mesaj doğrudan kümedeki tüm algılayıcılar tarafından alınabilir ancak bir algılayıcı tarafından gönderilen mesajın diğer algılayıcılar tarafından aktarılması gerekmektedir ki bu da daha sonra küme başına ulaşmak için çoklu sekmeleri geçer.

Bunun nedeni, güç kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle algılayıcıların iletim aralıklarının düşük olması, ancak küme başlığının iletim menzili, çok daha zengin veya değiştirilebilir bir güç kaynağına sahip olması nedeniyle daha uzun olabilir. Küme başları, kendilerini sadece küme başlıklarından oluşan bir kablosuz ağa entegre ederek birbirleriyle iletişim kurabilir.

1.5 Araştırma Amaçları ve Motivasyonları

Kablosuz Algılayıcı Ağları (KAA), çevresel izleme, tıbbi tedavi, acil müdahale, dış uzay araştırması ve benzeri gibi çok çeşitli uygulamaları mümkün kılmaktadır [10, 11]. KAA'lar, daha sonra bir analiz merkezine gönderilen hassas bilgileri toplamak için kullanılmaktadır.

Önceki bölümlerde de belirtildiği gibi, KAA'lar bir dizi algılayıcı düğümden oluşur ve genelde büyük ölçekli bir alanda konuşlandırılır. Algılayıcı düğümleri, sınırlı bilgi işlem ve iletişim yetenekleri ve sınırlı güç kaynağına sahiptir, algılayıcı batarya değişimi veya yeniden şarj edilmesi oldukça zordur ve hatta neredeyse imkansızdır. Böylece, enerji, KAA'ları tasarlarken göz önüne alınması gereken en kritik kaynaklardan biridir.

Homojen ve heterojen KAA'lar üzerine yapılan literatürdeki çalışmaların çoğu, enerji tasarrufunu önemli bir optimizasyon hedefi olarak vurgulamıştır. Bununla birlikte, yalnızca enerji tasarrufu yapmak, ağ ömrünü etkin bir şekilde uzatmak için yeterli değildir. Enerji Tüketimini Minimize Etme (ETME), çok sekmeli yönlendirme ve çoktan bire (many-to-one) trafik kalıbı ile karakterize edilen KAA'ların doğasında olan bir sorundur.

Enerji tüketimi sıklıkla ağ bölümlenmesine yol açar ve ağ ömrünü kısaltır, bu da performansı düşürür. Bu durumda, algılanan veriler merkezi alıcı baz istasyonu

düğümüne başarıyla ulaştırılamaz. Bu enerji tüketimini bir KAA tasarımında kritik öneme sahip hususlardan birisi yapar ve ağın ömrünü en yükseğe çıkaran enerji verimli yönlendirme protokollerini gerektirir.

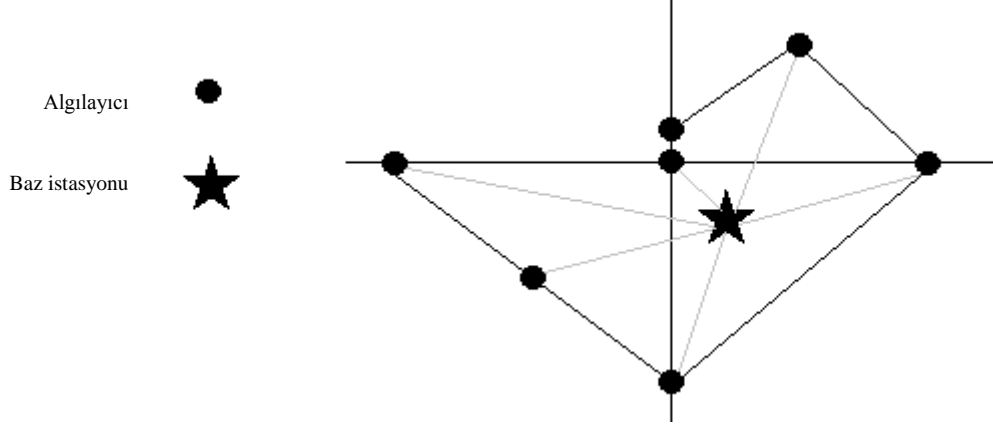
Bu nedenle, algılayıcı düğümlerinde enerji tüketimini azaltmak için verimli enerji tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır ve bu teknikler ağın tüm katmanlarında tüketilen enerjiyi dengelemelidir.

1.6 Problem Tanımı

Kablosuz algılayıcı ağ içerisinde en uygun konumun ayarlanmasına odaklanmaktadır. KAA fiziksel bir durumdan bilgi toplayabilen yayılmış algılayıcılar ağıdır. Düşük maliyetli algılayıcılar KAA'ların temel prensibidir. Ağın algılayıcı düğümünün kısıtlı batarya gücü ile uzun bir süre hazırda olması gerektiğinden algılayıcı ağlarının ömrünü maksimuma çıkarmak kablosuz algılayıcı ağının (KAA) en önemli zorluğudur. Ağın geometrik eksikliklerini azaltmak için algılayıcı düğümleriyle birlikte bir baz istasyonu sunulmuştur, çünkü diğer çoğu yaklaşımda baz istasyonu düğümüne yakın olan algılayıcı düğümü veri iletiminde yoğun şekilde yer aldığından piller hızla tükenmektedir. Düğümlerin minimum ömürlerini maksimuma çıkarmak için, Sinüs-Kosinüs Algoritması (SKA) ve Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO) kullanılmaktadır. Yani baz istasyonu düğümlerine göre en uygun konumu bulunabilmekte aynı zamanda düşük maliyetli enerji ile verimli bir ağ tasarlanabilmektedir.

Sınırlı enerji kaynakları olan KAA düğümleri için, bu ağ ömrü azalabilir veya algılayıcı enerjisini bile düşürebilir. KAA'ların yerleştirilmesi Şekil 1.8'de açıklanmıştır.

Bu hususları ele alırsak, bu pillerin iki ana dezavantajı vardır: (i) izleme alanına bırakılabileceği için, kimyasal öğelerinin çevresel olarak sürdürülebilir olmaması; ve (ii) düğümlerin yoğun olarak çalıştığı zamanlarda hızlı bir şekilde tükenme. Her altkümenin hedef alana tam kapsama sağlaması gerektiğinden tam kapsam alt kümelerinin maksimum sayısı için problem zordur.



Şekil 1.8: Baz istasyonu kullanan kablosuz algılayıcı ağları.

KAA herhangi bir zamanda aktif olan tek bir alt küme ile gözetim görevini yerine getirebilmektedir. KAA kapsama alanını geliştirmek için bu algoritma eklenmiştir. Çalışmamızın ana motivasyonu birleşme merkezinde algılamada hata olasılığı olarak belirlenen ve istenen performansa göre sistemin performansını optimize etmektir. Belirtilen performans kriterini optimize etmek için yerel algılayıcı karar kuralları ile birlikte birleşme merkezinde karar kuralının ortak bir şekilde tasarlanması gerekmektedir.

1.7 Tez Amacı

Bu çalışmanın amacı, kablosuz bir algılayıcı ağında baz istasyonu düğümünün konumunu optimize etmek için Sinüs Kosinüs optimizasyon algoritması ile Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO) performansını test etmektir. Baz istasyonu düğümünün en uygun konumu, ağın ömrünün maksimum düzeye getirildiği konumdur ve optimizasyon algoritması tarafından optimize edilecek değişken olarak baz istasyonu düğümünün koordinatlarını sağlayarak hesaplanır.

Bu çalışmanın geri kalan kısmı şu şekilde düzenlenmiştir: bölüm iki, baz istasyonu düğümünün en uygun pozisyonunu bulmak için optimizasyon algoritmalarının kullanımına ilişkin literatürü incelemektedir. Bölüm üç, bu çalışmada test edilen optimizasyon algoritmalarını açıklamaktadır. Bölüm dört SKA algoritmasının performansını ölçmek ve hali hazırda oldukça yaygın olarak kullanılan PSO metodu ile karşılaştırmak için yürütülen deneyleri göstermektedir. Bölüm beş, deneylerin sonuçlarını ve bu yöntemler arasındaki farkları ele almaktadır. Bölüm altı, bu çalışmanın sonuçlarını özetlemektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR ÖZETİ

Prusty ve arkadaşları [29] enerjiyi algılayıcı düğümleri arasında eşit olarak dağıtarak heterojen gerçek zamanlı mobil algılayıcı ağı ortamında sistem performansını ve verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için, küme yönlendirme protokolüne yardımcı olan bir Karma Çok Sekmeli Hareketlilik (Hybrid Multi Hop Mobility) önermişlerdir. Buradaki düğüm hareketliliğinin davranışı küme yönlendirme sürecinde güç tüketimini yönetmek için kullanılmaktadır. Bu çalışma, ağ topolojisinin değişmekte olduğu alanlarda izleme ve veri yakalama gibi enerji verimli kablosuz yönlendirme uygulamaları tasarlamaktadır.

Jiang ve arkadaşları [30] düğümlerin bilişsel kabiliyetini göz önüne alarak çok noktaya yayın enerji tüketimini en aza indirmek ve kablosuz çoklu sekmeli ağlarında çoklu yayın bağlantısının ömrünü uzatmak için yeni bir yaklaşım sunmuşlardır. Yönlü alım antenlerini kullanmışlar ve kablosuz çoklu sekmeli ağlar için çok noktaya yayın ağını kurmak için iki algoritma ve iki adımlı yeniden yapılandırma yönlendirme şemasını ileri sürmüşlerdir. Böylece her bir düğümün bilişsel yeteneğini arttırmış ve daha sonra algılama, öğrenme, hareket etme ve karar verme yoluyla iletim gücünü en aza indirdiler.

Vinueza ve arkadaşları, [31] dengeli enerji tüketimini koruyan sis-destekli algılayıcı ağları için “New Stable Election Protocol” (N-SEP) adı verilen yeni Sabit Seçim Protokolü (SEP) ile enerji tasarrufu sağlayarak ağ ömrünü uzatırken, sabit bir küme başı seçimi yapmışlardır. N-SEP en iyi küme başını seçmek için algılayıcı düğümlerinin bazı özelliklerini (örneğin, baz istasyonuna olan mesafe, ağ heterojenlik oranı, kalan/tüketilen enerji, küme başları arasındaki mesafe) dikkate almaktadır. Önerilen algoritmanın ağ ömrünü maksimize etme kapasitesi üzerine çalışmışlar ve düşük enerji uyumlu hiyerarşik kümeleme protokolü (LEACH) ve SEP ile karşılaştırıldığında, önerilen algoritmanın daha fazla enerji koruduğunu ortaya koymuşlardır.

Dingde Jiang ve arkadaşları [32] çok-sekmeli kablosuz ağları hedefleyen enerji verimli çok noktaya yayın iletişimi üzerinde çalışmışlardır. İlk olarak, çoklu sekmeli

ağlarının enerji ölçümlerini ve enerji verimliliği ölçümlerini analiz etmişlerdir. Daha sonra karşılık gelen modelleri ortaya koymuşlardır. İkinci olarak, ağ akışını artırmak için ağ kodlaması kullanılmıştır. Ağ düğümlerinin belli bir rasgele dağılımdan tatmin olduğunu değerlendirmişlerdir. Sorunun üstesinden gelmek için üç temel ağ kodlama yapısı önermişlerdir. Üçüncü olarak, çoklu sekmeli kablosuz ağların ağ verimini en üst düzeye çıkarmak ve ağ enerji tüketimini azaltmak için ağ yapısını kapsamlı bir şekilde kullanabilmesi için esnek, enerji verimli çok noktaya yayınlı yönlendirme algoritması sunmuşlardır. Ayrıca ağ simülasyonu ile sayısal denemeler yapmışlardır Arushi Sharma ve arkadaşları, [33] işbirliğine dayalı görevleri yerine getirmek için birbirine bağlı çeşitli algılayıcı düğümlerinin küme tabanlı yönlendirici protokolünü test etmiş ve analiz etmişlerdir. Bu çalışmanın amacı, kümelenme tabanlı yönlendirme protokolü için KAA'da enerji verimliliği açısından en uygun senaryoları elde etmektir. düşük enerji uyumlu hiyerarşik kümeleme protokolünün (LEACH) Protokolü uygulanmıştır.

Robin ve Chadhan [34] enerji verimli kablosuz algılayıcı ağlarında (KAA) konuma dayalı çeşitli teknikler ve yönlendirme protokolleri üzerine bir anket yapmışlardır. Her düğümün algılama, işleme ve algılanan verileri diğer düğümlere aktaracak şekilde yayma yeteneğine sahip olması gerektiğini çalışma sonucunda özetlemişlerdir. Algılanan bilgilerin tüm ağ boyunca yayılmasında tüketilen enerji doğrudan algılayıcı düğümlerinin konumlandırılmasına bağlıdır. Düğümlerin konumlandırılması, araştırmacıların dikkatini çeken önemli bir araştırma alanıdır. KAA'daki kablosuz algılayıcıların tek tek ve ilgili konumlarını belirlemek için daha önce çok sayıda algoritma ve teknik geliştirilmiştir. Ayrıca, yönlendirme protokollerinin etkinliği düğümlerin düzgün konumlandırılmasıyla da artmaktadır.

Shohei Fujii ve arkadaşları [35] birincil sistemdeki eş kanal karışmasının EKK bastırılmış olduğunu, birincil sistem ve ikincil sistem arasındaki spektrum (aralık) paylaşımını ortaya koymuşlardır. Kablosuz algılayıcı ağlarında bir düğümün ömrünün uzatılması da önem arz etmektedir. EKK, kendisine erişebilen düğüm sayısını sınırlar. EKK'yi bastırmak için, frekans spektrumunun (veya kanalın) geniş çeşitlilik elde etmesi ve yayılım kazanması gerekmektedir. İletim gücü kontrolü ile bilişsel radyo ulaşılabilir kanalları kullanmaktadır Bununla birlikte eşzamanlı veri toplama işleminde, aktarma istasyonu (küme başı) tarafından tüketilen güç oldukça

yüksektir. Ulaşılabilir mevcut kanal sayısını arttırmak ve düğümün ömrünü uzatmak için bir teknik önde sürmüşlerdir.

Palvinder Singh Mann ve arkadaşları [36] enerji verimli kablosuz algılayıcı ağlarında (KAA'lar) verinin en uygun şekilde yönlendirilmesi için Sürü Zekası (SI) (BeeSwarm) tabanlı buluşsal bir yöntem önermişlerdir. Bu, kablosuz algılayıcı ağları (KAA'lar) tasarım açısından geleneksel olmayan paradigmlar ve KAA ortamında enerji farkındalığına sahip protokollerin geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu protokol üç aşamadan oluşmaktadır: (1) Kurulum aşaması BeeCluster, (2) Rota bulma aşaması BeeSearch ve (3) Veri iletim aşaması BeeCarrier. Kümelene, veri yönlendirme ve iletim için üç fazın entegrasyonu gereklidir. Simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi, diğer Sürü Zekası tabanlı hiyerarşik yönlendirme protokollerine kıyasla, BeeSwarm'in paket iletimi, enerji tüketimi ve daha fazla ağ ömrü ile verimlilik açısından daha iyi performans gösterdiğini ortaya koydu.

Çalışma [37], uçtan uca iletimin enerji maliyetini azaltmak için bir yönlendirme yolunun (verilen belirli bir yolun sekme uzaklığının en kısa yolunkine oranı olarak tanımlanmaktadır) sıçrama uzamasını en aza indirmeyi önermiştir.

Yaklaşımlar [38-39], şebeke ömrünü uzatmak için farklı bir görüş ileri sürmüştür. Trafığın yükünü fazla kalan enerjisi fazla olanlar algılayıcılara dağıtarak daha az enerjiye sahip algılayıcıların kullanılabilirliğini sürdürmeye çalışmışlardır. Yukarıda bahsedilen çalışmaların tamamı, sabit yönlendirme yollarını kullanarak enerji verimliliğini artırmaya odaklanır; bununla birlikte, yol çeşitliliği eksikliği nedeniyle, sabit yönlendirme yollarını geçen bu düğümlerin enerjileri hızla boşalabilir.

Madan ve arkadaşları [40] çift ayrıştırma ve alt gradyan yöntemini kullanarak dağıtılmış bir algoritma ile ömür maksimizasyon problemini çözmüştür. Chang ve ark. [41] hem iletişim enerjisi tüketim oranlarını hem de kalan enerji seviyelerini yansıtan bağlantı maliyetlerine dayalı olarak ağ ömrünü maksimize etmek için en kısa maliyet yolu yönlendirme algoritması önerdi.

Zytoune ve Aboutajdine [42] kalan enerjisi belirli bir eşikten büyük olan düğümleri seçmek için her iletim turunda diğer düğümler için yönlendiriciler olarak tek biçimli dengeleyici enerji yönlendirme protokolü ortaya koymuşlardır ve bütün ağ ömrünü maksimize etmek için enerji yükünü algılayıcılar arasında dağıtmışlardır.

Lu ve arkadaşları [43] Enerji-Verimli Çok-yollu Yönlendirme Protokolünü (EEMRP) önermişlerdir. Birden çok düğümlü ayrılmış yolları arama yeteneğine sahiptir ve her seçilen yol üzerinden trafik atamak için bir yük dengeleme yöntemi kullanır. Düğümlerin artık kalan enerji seviyesi ve sekmelerin sayısı, bağlantı maliyet fonksiyonuna dahil edilmiş olarak düşünülmektedir. Farklı çoklu yollar üzerindeki yük dengeleme düzeyini değerlendirmek için bir eşitlik indeksi kullanır. Bunun yanında, EEMRP bazen veri aktarım gecikmesine neden olmakta ve başarılı yolların güvenilirliği bazen sınırlı kalmaktadır.

Huang ve arkadaşları [44], uçtan uca iletim için enerji tüketimini en aza indirmeye çalışan KAA'larda enerji farkındalığı olan yeni bir coğrafik yönlendirme protokolü (EAGR) sunmuşlardır. EAGR, paket iletimini yönlendirmek için düğümlerin izdüşüm mesafesine dayanan bir bağlantı listesi bulmak için mevcut bir coğrafi yönlendirme protokolünü uyarlanabilir şekilde kullanır. İletiyi tutan her düğüm, yönlendirme kararlarını vermek için coğrafi bilgileri, enerji tüketiminin özelliklerini ve gelişmiş enerji maliyeti ölçüm metodunu kullanır ve iletim gücünü seçili düğüme ulaşmak için dinamik olarak ayarlar.

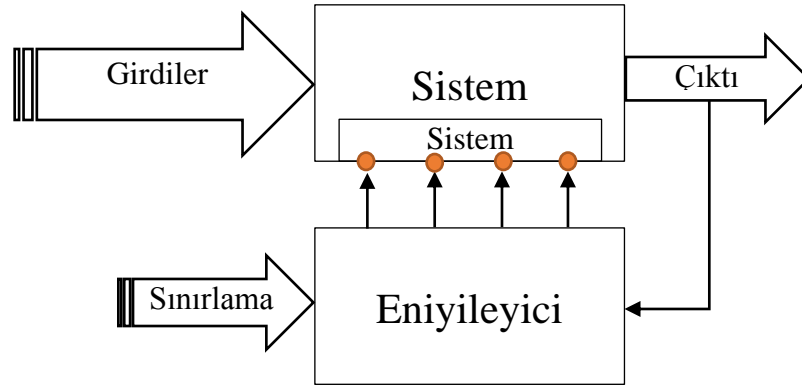
Sayısal Zekanın Paradigmaları, çeşitli güçlükleri gidermek için düğümleri önemli ölçüde kullandı; örneğin, ağ ömrünü uzatmak için enerji tasarruflu yönlendirme. Sayısal zeka kavramına göre, KAA'lar için birçok yönlendirme protokolü yöntemi önerilmiştir. Park C ve Jung I [45] yüksek ağırlıklı Genetik Algoritma (GA) temelli yeni bir yönlendirme protokolü sunmuştur. Bu yöntemde, algılayıcı düğümleri ağ tıkanıklığını izlemek için veri trafiğinin farkındadırlar.

Chiang S-Y ve Wang J-L, Yazarlar KAA'larda yönlendirme paketleri için algılayıcı ağlarının ömrünü en üst düzeye çıkarmak amacıyla iletim yollarında aday düğümlerden en iyi düğümü belirlemek için her düğümde Bulanık Mantık kullanan yeni algoritmalar sunmuşlardır [46].

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BAZ İSTASYONU DÜĞÜMÜ KONUMU OPTİMİZASYONU

Optimizasyon, sistemin isten çıktısının elde edilebilmesi için sistem parametrelerinin en uygun değerlerini bulma süreci olarak tanımlanmaktadır. Her sistemin girdileri, çıktıları ve bu sistemin işleyişini kontrol eden bazı parametreleri vardır. Optimizasyon algoritmaları, sistemin girdileri veya çıktıları ile etkileşime girmez, yalnızca sistemin işleyişini kontrol eden veya ayarlayan değişkenleri değiştirir; böylece, aynı girdiler kullanılarak daha iyi bir çıktı elde edilir. Bu algoritmalar, optimize edilen sistem hakkında hiçbir bilgiye ihtiyaç duymadan, değişken değerlerinin sınırlarını beklemektedir. Bir optimizasyon algoritmasının işleyişi Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Bir optimizasyon algoritmasının öğeleri.

Bu çalışmada, Kablosuz Algılayıcı Ağlarının (KAA) ömrü, baz istasyonu düğümünün konumunu sistem parametreleri olarak kullanılarak optimize edilmiştir. Böylece, KAA'nın düğümleri sistemin girdisi olarak kullanılırken ağın ömrü sistemin çıktısı ve baz istasyonu düğümünün konumu sistemin parametreleri olarak kabul edilmektedir.

3.1 Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO)

Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) algoritması, PSO algoritmasına sağlanan sınırlar içinde optimize edilen sistemin D boyutsal alanında önceden tanımlanmış sayıdaki parçacığı başlatmaktadır. Her bir parçacığa rastgele bir başlangıç hızı atanır ve daha sonra parametreleri optimize edilen sistemin D boyutsal alanında "gezilir". Her bir parçacık, şimdiye dek elde ettiği en iyi çözümün (uygunluk) yanı sıra D boyutsal uzayında eş güdümünü izler.

Bu uygunluk değeri $Pbest$ (p en iyi) olarak ifade edilir, bu da parçacığın şimdiye dek elde ettiği en iyi uygunluktur. PSO algoritmasında izlenen bir başka değer, $Gbest$ (g en iyi) olarak ifade edilen global en iyi uygunluktur. Bu değer her parçacığın $Pbest$ (p en iyi) değeri ile mevcut $Gbest$ (g en iyi) değerini karşılaştırarak, parçacıklar tarafından elde edilen en iyi uygunluğu temsil etmektedir. Bu değer, bu uygunluğa ulaşan parametrelerle güncellenir.

PSO kavramı, parçacığın hızını değiştirerek, her yinelemede $Pbest$ (p en iyi) ve $Gbest$ 'e doğru (g en iyi) parçacığın hızlandırılmasına dayanmaktadır. Bu hızlandırma $Pbest$ (p en iyi) ve $Gbest$ 'e doğru (g en iyi) hızlandırma için üretilen bağımsız rastgele sayılar ile rastgele bir terim ile ağırlıklandırılır. Bu, parçacıkların sistem parametreleri için en uygun değerleri bulmaya yönelik dengeli bir keşif ve kullanım sağlamasını sağlar. PSO en iyileştirici algoritması Algoritma 3.1'de gösterilmiştir.

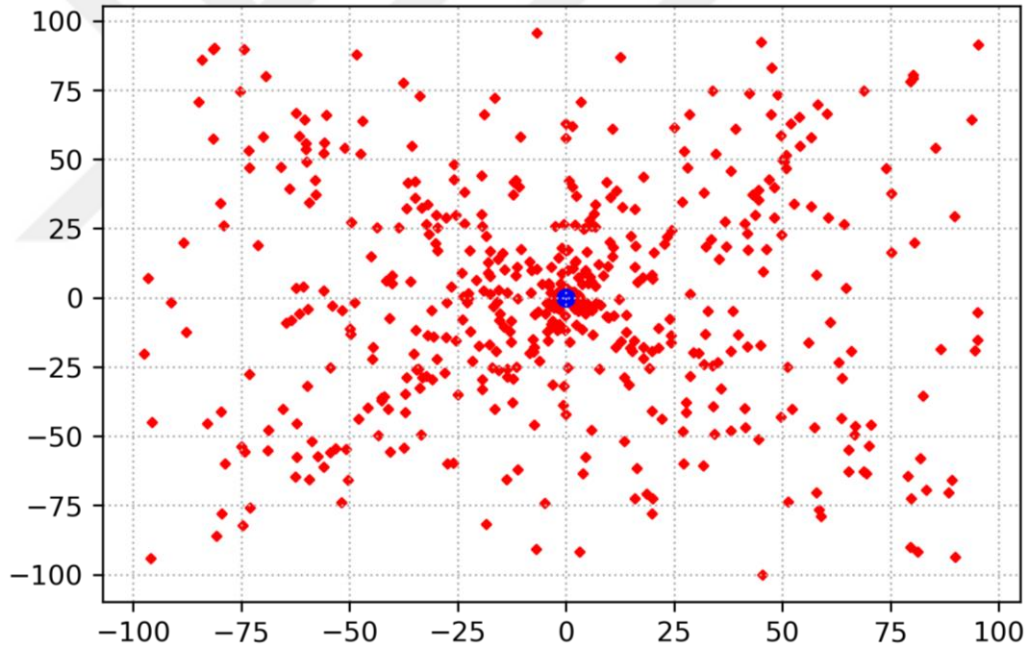
Algoritma 3.1: PSO parametreleri optimizasyon algoritması.

1. D boyutlarında rastgele konumlar ve hızlarla bir parçacık dizisi başlat,
2. D değişkenlerindeki isten minimizasyon fonksiyonunu değerlendir,
3. Parçacığın önceki en iyi değeri ($PBEST$ []) ile değişimi karşılaştır: Mevcut değer $< PBEST$ [] ise, $PBEST$ [] = mevcut değer ve $PBEST$ [] x [] [d] = D boyutsal hiper uzayda mevcut konum,
4. Grubun önceki en iyi değeri ($PBEST$ [GBEST]) ile değişimi karşılaştır: Mevcut değer $< PBEST$ [GBEST] ise, $GBEST$ = parçacık dizisi indeksi,
5. Hızı aşağıdaki formüle göre değiştir:
$$V [] [d] = V [] [d] + ACC_CONST * rand0 * (PBESTx [GBEST] [d] - Present X [] [d]) + ACC_CONST * rand0 * (PBESTx [GBEST] [d] - Present X [] [d]) - Present (mevcut) X [] [d],$$
 ve,
6. $present(mevcut)X [] [d] + v [] [d]$ ilerler: Kriter sağlanana kadar 2. adıma döner.

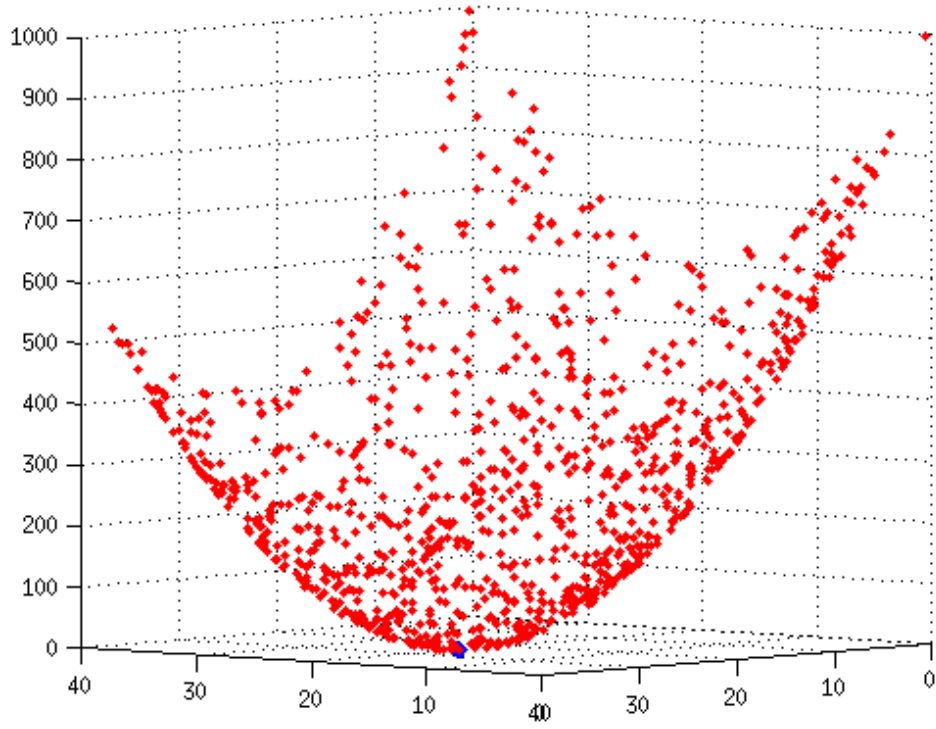
Genel olarak, bu süreç parçacıkların global en iyiye doğru hareket ederken, D boyutsal uzayında yerel en iyiyi araştırmasını sağlar. Parçacık tarafından o ana kadar keşfedilen en iyi uygunluk değerinin global en iyiden daha iyi olması durumunda, bu uygunluk değeri yeni en iyi değer olarak kabul edilir ve bu parçacığın koordinatları diğer parçacıklara geçirilir. Bu koordinatlar daha sonra, D boyutsal uzayındaki diğer parçacıklar tarafından, aşağıdaki denklem kullanılarak, şimdiye kadar keşfedilmiş koordinatlarını yerel en iyi, rasgele hız ve en iyi global koordinatları kullanarak güncellemek için kullanılır;

$$parçacık(i).Hız = parçacık(i).Hız + rast().*(parçacık(i).En\ iyi\ konum - parçacığı(i).Konum) + rast().*(Global\ En\ iyi.\ Konum - parçacık(i).Konum),$$

Burada i parçacık numarasını temsil etmektedir. En iyi koordinayı bulmaya yönelik iki- ve üç-boyutlu uzayda parçacıkların bir örneği Şekil 3.2'de gösterilmektedir.



Şekil 3.2: Yinelemeler sırasında PSO parçacık koordinesi. Üstte: İki boyutlu uzay. Altta: Üç boyutlu uzay.



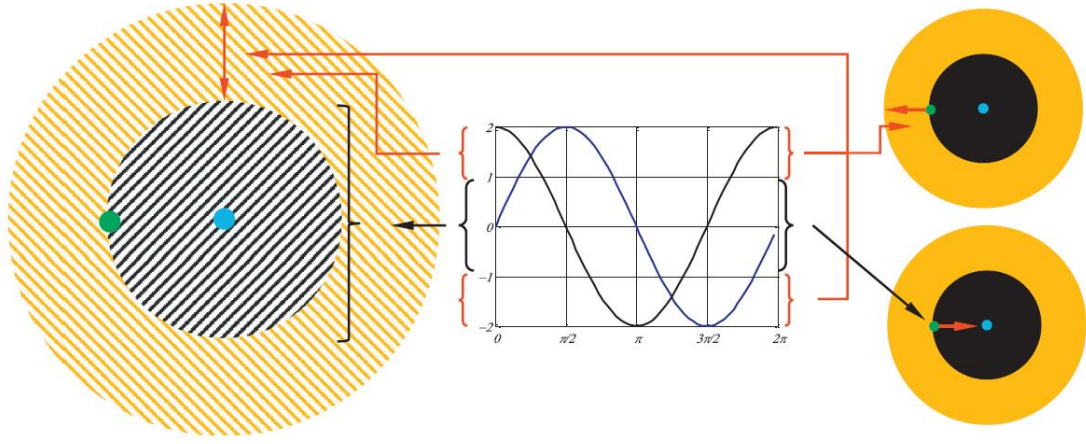
Şekil 3.2 (Devam): Yinelemeler sırasında PSO parçacık koordinesi. Üstte: İki boyutlu uzay. Altta: Üç boyutlu uzay.

3.2 Sinüs Kosinüs Algoritması (SKA)

Sinüs Kosinüs Algoritması da optimize edilen sistemin D- boyutsal uzayında önceden tanımlanmış sayıda rastgele noktalarda başlatılır. T toplam yinelemeden t yinelemesinde i noktasının bir sonraki konumu X aşağıdaki denklem ile bulunur,

$$X_i^{t+1} = \begin{cases} X_i^t + r_1 \times \sin(r_2) \times |r_3 P_i^t - X_i^t|, r_4 < 0.5 \\ X_i^t + r_1 \times \cos(r_2) \times |r_3 P_i^t - X_i^t|, r_4 \geq 0.5 \end{cases}$$

Burada P hedef konumdur, r_1 , r_2 , r_3 ve r_4 rastgele sayılardır. r_4 , [0,1] aralığındadır ve değeri hangi denklemin, (sinüs veya kosinüs) noktanın bir sonraki konumunun hesaplanması için kullanılacağını belirler. r_3 parametresi [0,2] aralığına sahiptir ve mesafeyi tanımlamada hedefin etkisini stokastik olarak (değer birden büyük ise) vurgulamak veya (değer 1'den küçük ise) vurguyu kaldırmak için hedefe rastgele bir ağırlık getirir. Rastgele sayı r_2 [-2,2] aralığına sahiptir ve noktanın hedef noktaya doğru veya dışına doğru gideceği mesafeyi tanımlar. Son olarak, r_1 bir sonraki hareketin bölgesini (ya mevcut konum ile hedef noktası arasında ya da dışında) belirler. Uzaydaki belirli bir noktanın hareketi üzerinde bu sayıların etkisi Şekil 3.3'te gösterilmektedir.

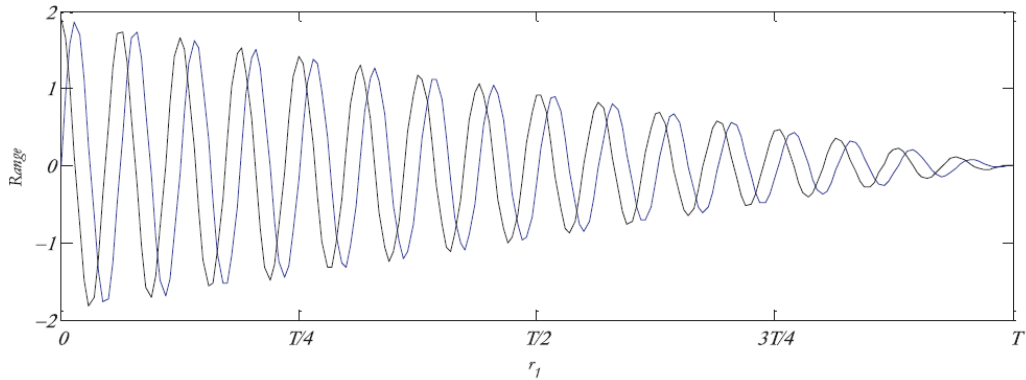


Şekil 3.3: SKA algoritmasında bir noktanın rastgele hareketi.

SKA algoritmasına keşif ve kullanımı dengelemek için, r_1 'in değeri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır:

$$r_1 = a - t \frac{a}{T}$$

Burada a önceden tanımlanmış bir sayıdır. Bu sayı mevcut tekrarlar sayısının toplam tekrarlar sayısına oranı ile çarpılmaktadır. Bu denklem kullanılarak hesaplanan r_1 değeri yineleme işleminin başlangıcında daha geniş araştırmalara izin verir ve yinelemeler önceden tanımlanmış maksimum yineleme sayısına yaklaşırken optimal koordinatlara doğru daha fazla sapma sağlar. Şekil 3.4, a değeri ikiye ayarlandığında r_1 değerlerinin sinüs ve kosinüs değerleri üzerindeki etkisini göstermektedir. SKA algoritması Algoritma 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4: Sinüs ve kosinüs azalan model aralığı ($a=2$).

Algoritma 3.2: SKA Algoritması.

Bir dizi araştırma ajanları (çözümler) **başlat** (X)

Yap

hedef fonksiyon ile araştırma ajanlarının her birini **değerlendir**

Elde edilen en iyi çözümü **güncelle** ($p=X^*$)

r_1, r_2, r_3 , ve r_4 'ü **güncelle**

Araştırma ajanlarının konumlarını **güncelle**

($t <$ maksimum yineleme sayısı) **iken**

Elde edilen en iyi çözüme global optimum olarak **dön**



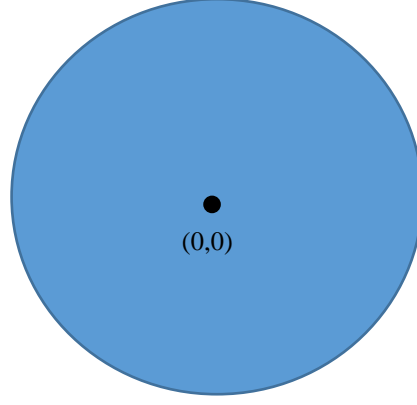
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

DENEYSEL SONUÇLAR

Kablosuz algılayıcı ağının ömrünü maksimum düzeye çıkaran baz istasyonu düğümünün en uygun konumunu bulmada optimizasyon algoritmalarının performansını değerlendirme amacıyla, farklı durumlarda performansı analiz etmek için farklı topolojiler seçilmiştir. Bu algoritmalar, baz istasyonu düğümünün konumunu optimize etmek için Matlab'da uygulanmış ve kablosuz algılayıcı ağının ömrü, her yineleme başına GAMS programı kullanılarak hesaplanmıştır. Tüm deneyler, 2.8 GHz'de çalışan Intel® Core™ i7-7700 HQ CPU, 16 GB bellek ve Windows 10 işletim sistemine sahip bir bilgisayar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir algoritma için popülasyon 50'ye ayarlanmış ve maksimum yineleme sayısı her iki algoritma için de 60 yinelemeye ayarlanmıştır. Kablosuz algılayıcı ağlarının ömrü ve algoritma yürütme süreleri saniye bazında ölçülmüştür.

4.1 Deney A

Bu deneyde, düğümler Şekil 4.1'de gösterildiği gibi (0,0) noktasında merkezlenmiş dairesel bölgelerde dağıtılmıştır. Düğümlerin rastgele dağılımı için biri yarıçapı 100 metre olan ve diğeri yarıçapı 300 metre olan iki bölge ayarlanmıştır. Her bölge, 100, 300 ve 500 düğüm olmak üzere olan üç düğüm sayısı kullanarak test edilmiştir. Her topoloji hem SKA hem de PSO optimizasyon algoritmalarını test etmek için kullanılmıştır. Bu deneylerin sonuçları Tablo 4.1'de gösterilmektedir.



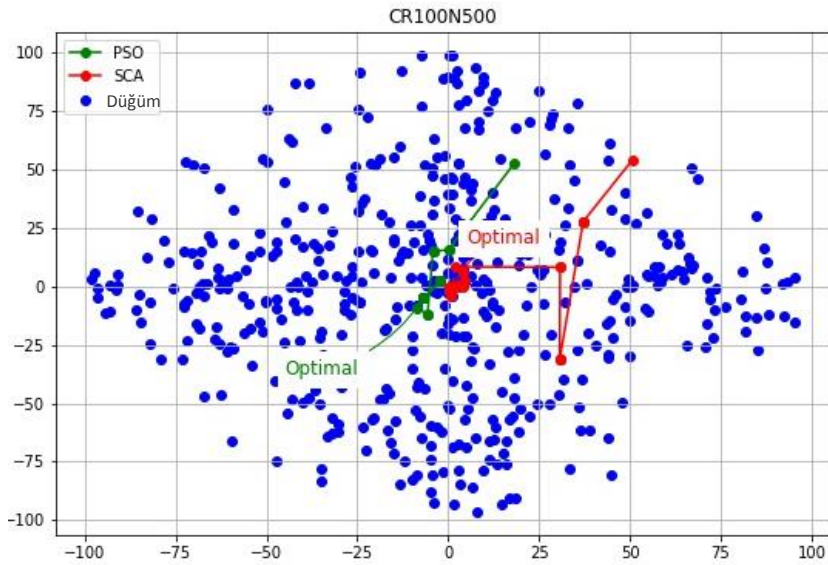
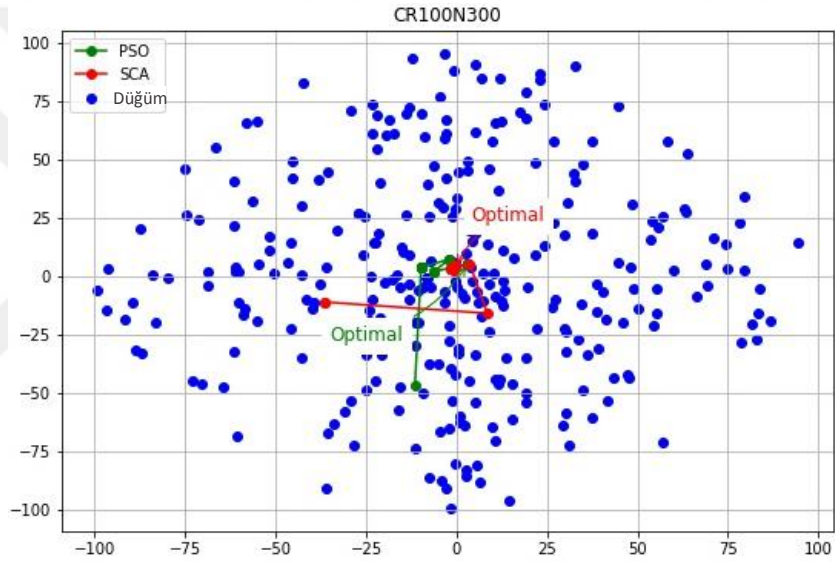
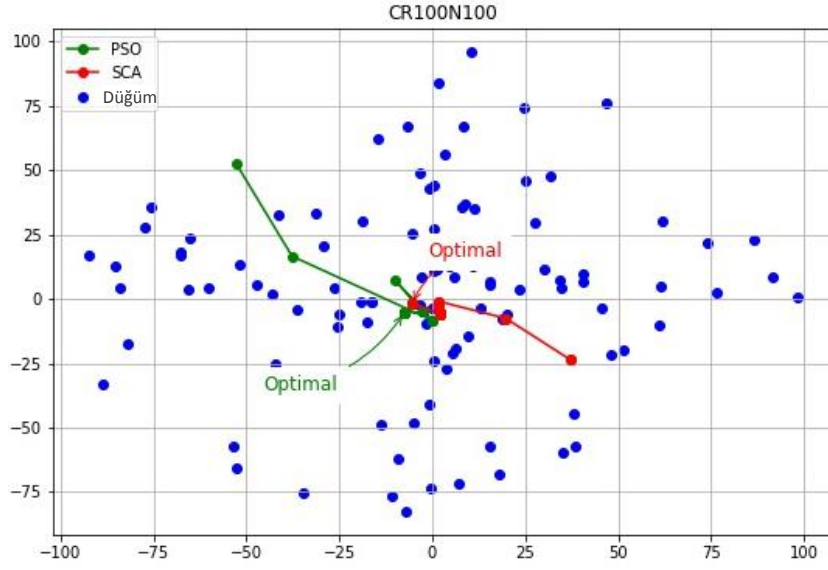
Şekil 4.1: Düğümün dağıtıldığı dairesel bölge.

Tablo 4.1: Deney A'nın sonuç özeti.

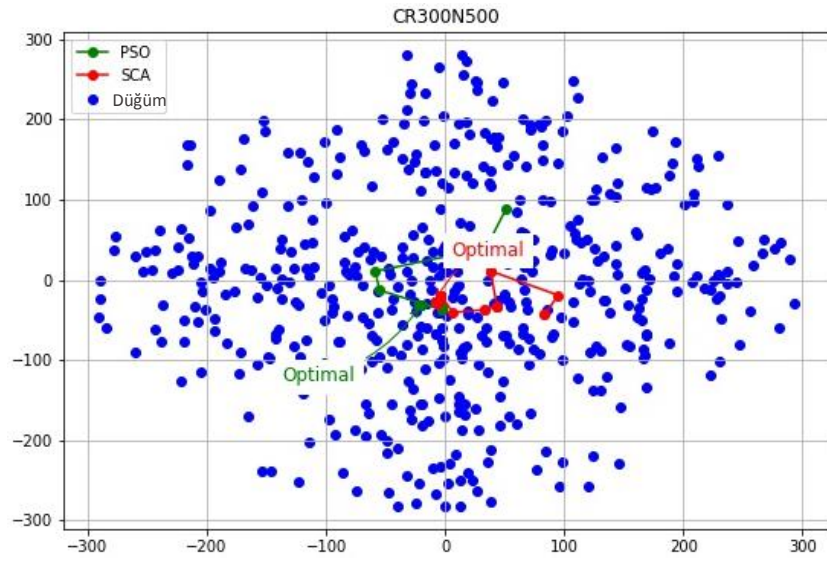
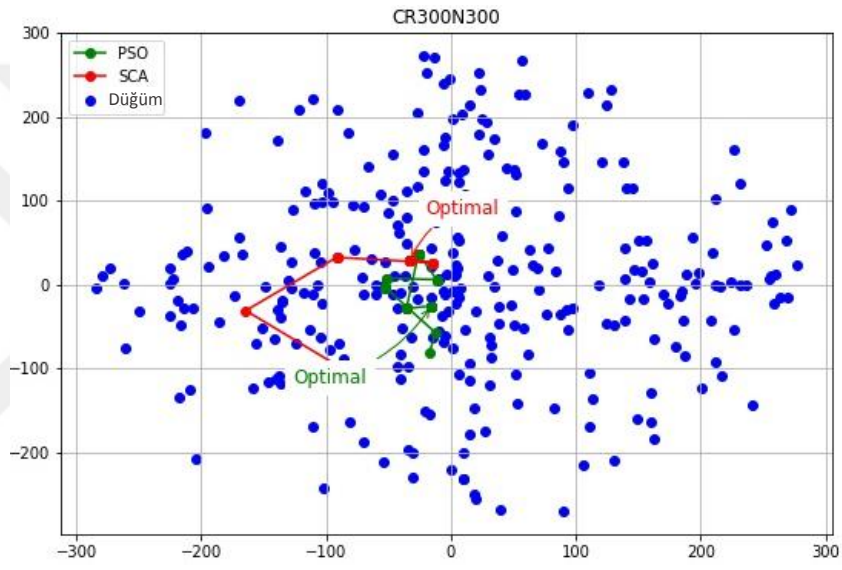
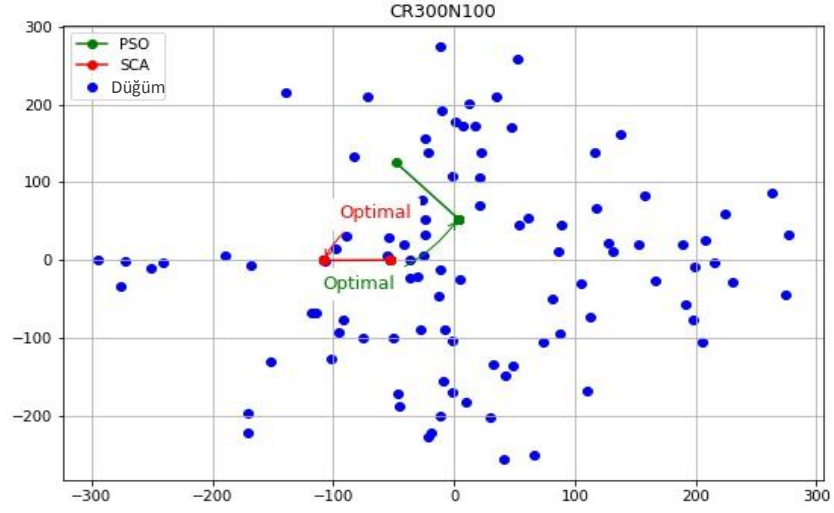
Topoloji	PSO				SKA			
	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi
CR100N100	-7.5607	-5.4736	1.95E+07	94.561	-5.4147	-1.8178	1.96E+07	87.02
CR100N300	3.1304	5.2395	1.92E+07	1176.4	-0.16949	4.0387	1.93E+07	1041.4
CR100N500	-6.7429	-4.7758	1.90E+07	6921.5	0.80399	-1.5705	1.90E+07	5782.6
CR300N100	3.434	53.324	2.59E+06	71.161	-107.91	-0.22653	2.64E+06	67.331
CR300N300	-15.517	-25.174	4.47E+06	403.82	-32.401	29.816	4.52E+06	391.47
CR300N500	-20.886	-32.261	4.36E+06	1480.3	-7.5033	-26.736	4.40E+06	1457.5
Ortalama			1.15E+07	1.69E+03			1.16E+07	1.47E+03

En sol sütündeki her hücre üç kısımdan oluştuğunda, birinci kısım topolojinin tanımı, ikinci kısım topolojinin boyutu, ve son kısım da deneydeki düğüm sayısını gösterir.

Her algoritma için 100 metre çapındaki bölgede yinelemeler sırasında düğümlerin dağılımı ve baz istasyonu düğümlerinin konumları Şekil 4.2'de gösterilmiştir. 300 metre çap için yinelemeler sırasında düğümlerin dağılımı ve baz istasyonu düğümünün konumu Şekil 4.2'de gösterilmektedir.



Şekil 4.2: Dairesel bölgeler için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumları.



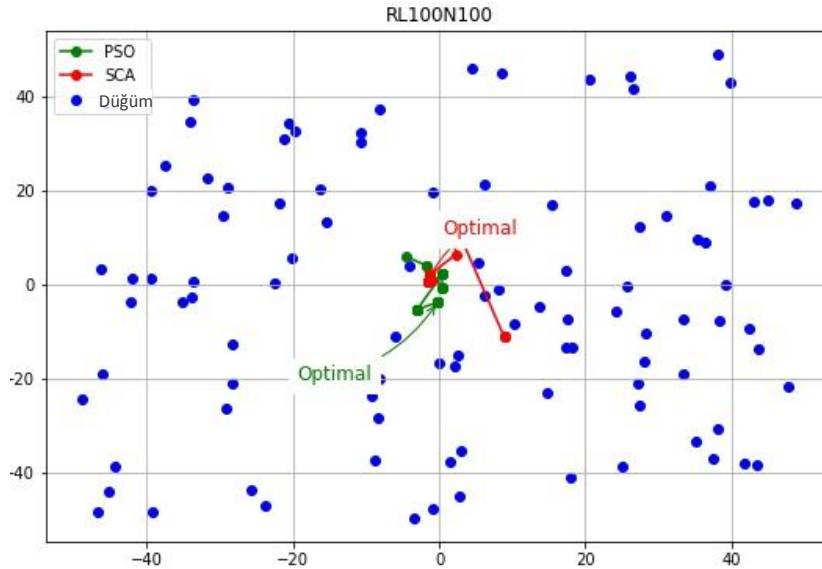
Şekil 4.2 (Devam): Dairesel bölgeler için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumları.

4.2 Deney B

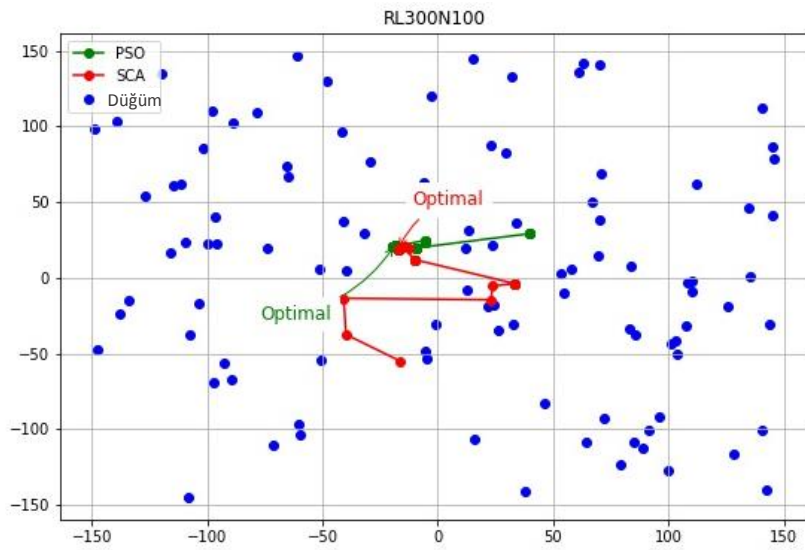
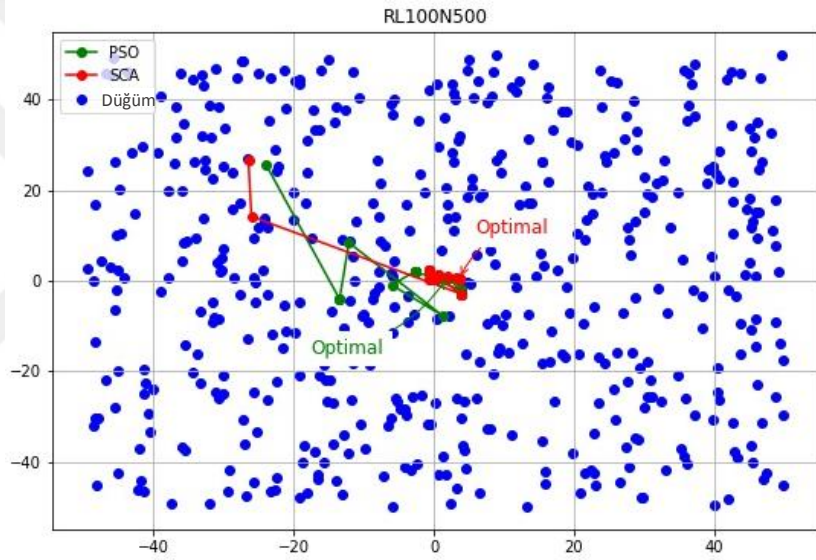
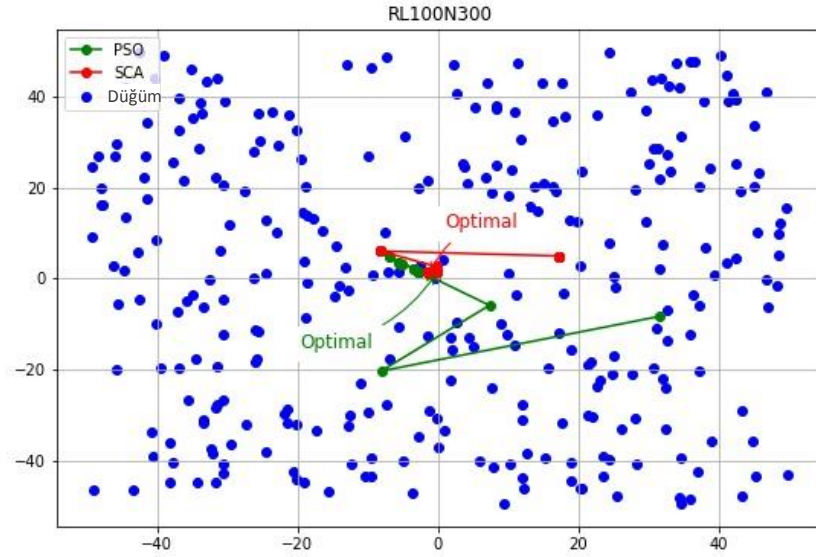
Şekil 4.3'te gösterildiği gibi bu deneyde (0,0) noktasında merkezlenmiş kare bölgeler her bölge için farklı genişlik, uzunluk ve düğüm sayısı kullanılarak test edilmiştir. İki taraf uzunluğu 100 ve 300 metre ile test edilmiş ve her bölgede 100, 300 ve 500 düğüm dağıtılmıştır. Her algoritma için sonuçlar Tablo 4.2'de gösterilmektedir.

Tablo 4.2: Deney B'nin sonuç özeti.

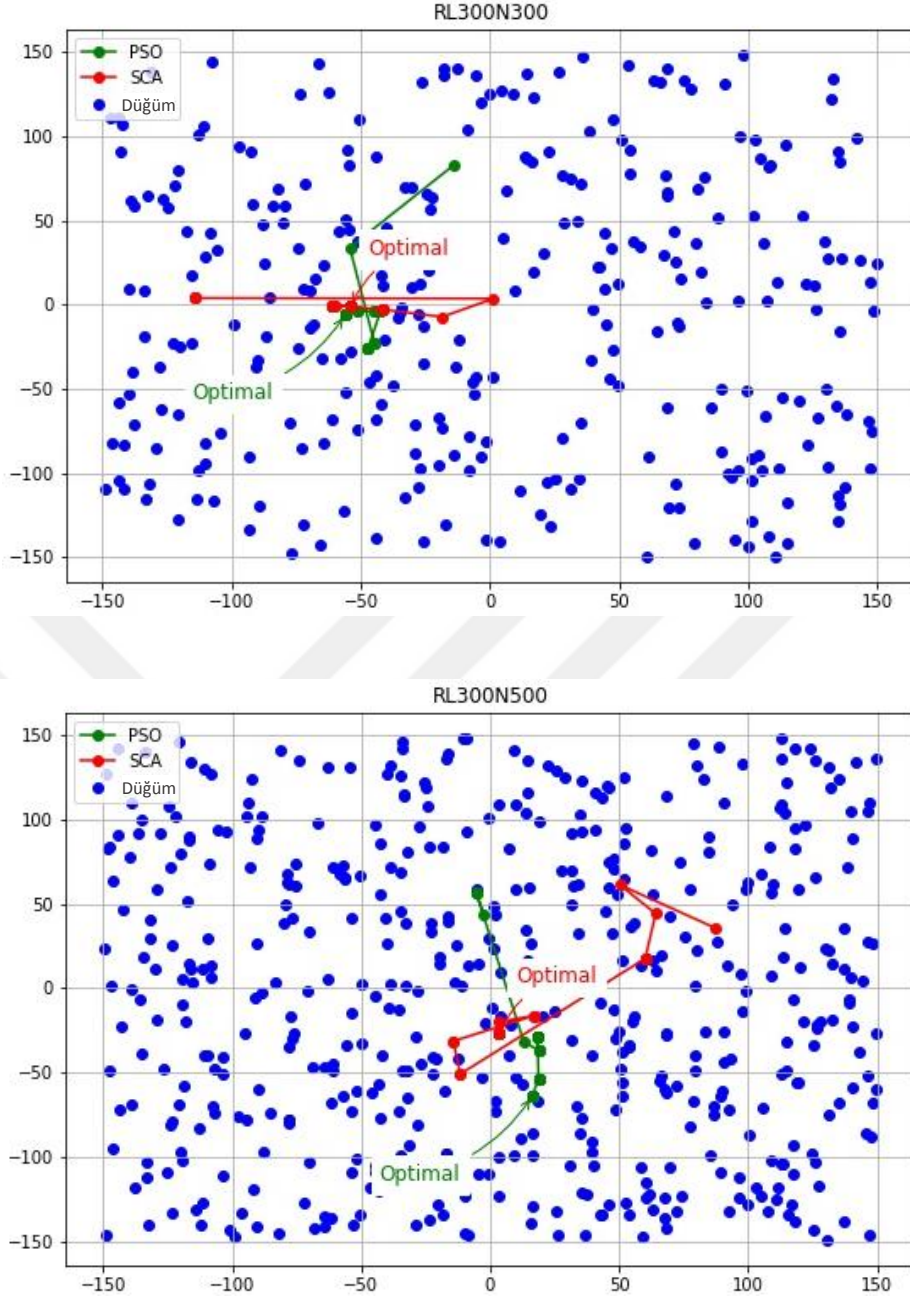
Topoloji	PSO				SKA			
	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi
RL100N100	-0.23336	-3.7739	2.54E+07	95.335	-1.5536	0.67662	2.53E+07	87.149
RL100N300	-0.16202	1.3754	2.47E+07	1339.3	-1.2341	1.0572	2.48E+07	1282.2
RL100N500	1.9485	0.78316	2.51E+07	8566.5	3.6732	0.40587	2.52E+07	7553
RL300N100	-18.527	22.069	6.19E+06	75.187	-17.236	18.571	6.17E+06	75.634
RL300N300	-56.149	-6.2376	6.14E+06	504.76	-53.852	-0.86279	6.18E+06	495.06
RL300N500	16.304	-64.019	5.49E+06	1983.9	3.3024	-27.09	5.44E+06	1849.8
Ortalama			1.55E+07	2.09E+03			1.55E+07	1.89E+03



Şekil 4.1: Kare bölgeler için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumları.



Şekil 4.3 (Devamı): Kare bölgeler için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumları.



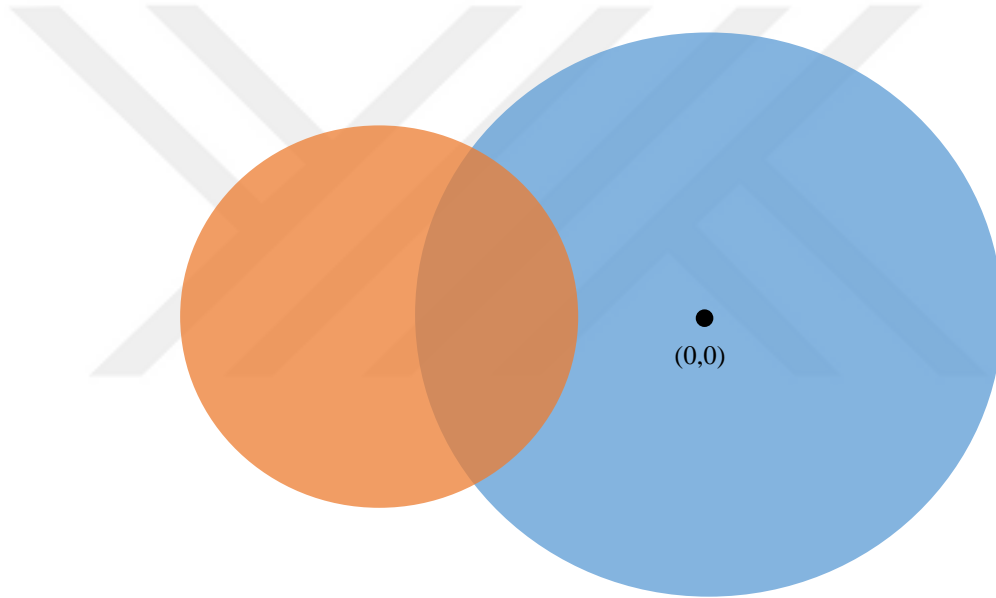
Şekil 4.3 (Devamı): Kare bölgeler için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumları.

4.3. Deney C

Şekil 4.4'te gösterildiği gibi düğümlerin rastgele dağılımı için birbirleriyle kesişen iki bitişik dairesel bölge ayarlanır. Mavi dairenin yarıçapı 500 metre olup, (0,0) noktasında merkezlenmiştir. Kırmızı dairesel alan için 100, 300 ve 500 metrelik üç yarıçap test edilmiştir. Düğüm sayısı, her dairesel bölge için 100, 300 ve 500 düğüm olarak ayarlanmıştır. Her optimizasyon algoritması için sonuçlar Tablo 4.3'te özetlenmiştir.

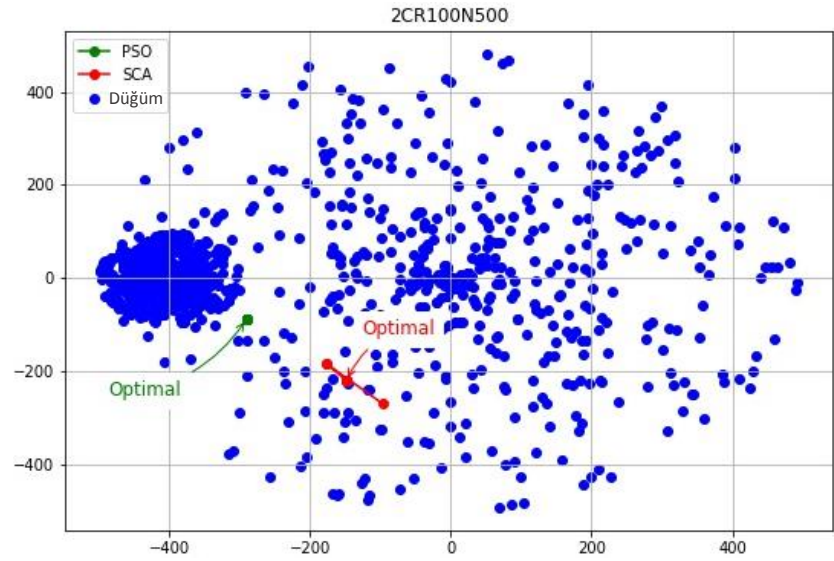
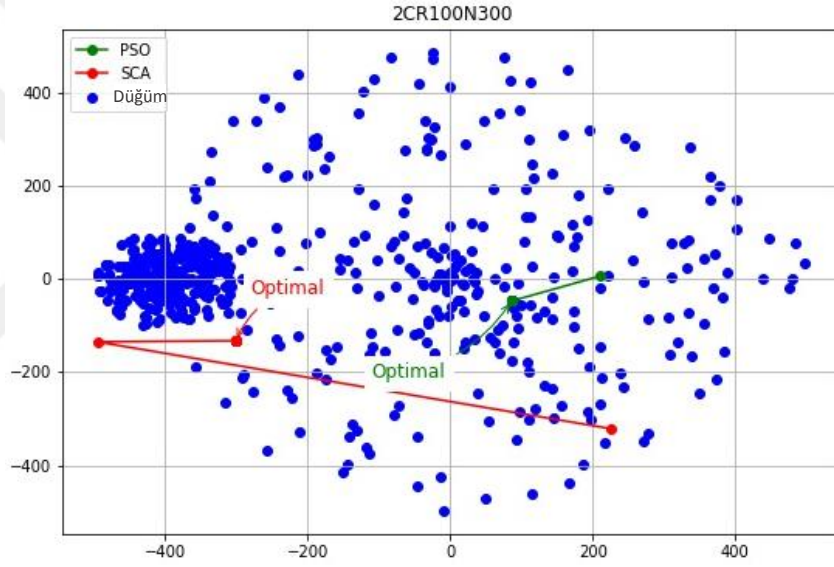
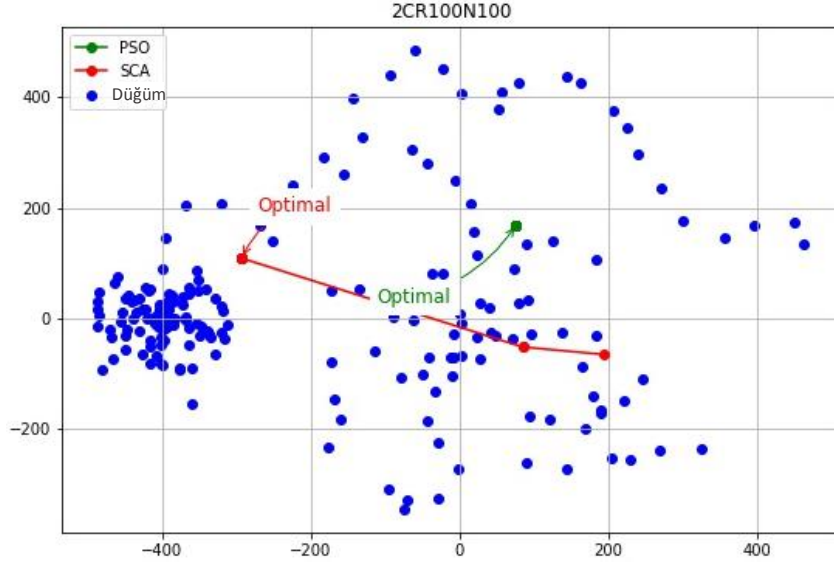
Tablo 4.3: Deney C'nin sonuç özeti.

Topoloji	PSO				SKA			
	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi
2CR100N100	76.564	169.49	1.28E+05	157.04	-292.56	108.61	2.06E+05	140.96
2CR100N300	85.733	-47.448	3.22E+05	1927.2	-301.5	-132.56	3.44E+05	1644.2
2CR100N500	-290.17	-88.449	4.77E+05	7719.4	-147.7	-220.16	2.72E+05	6281.5
2CR300N100	-289.64	125.03	6.14E+05	157.74	-476.3	-206.51	4.78E+05	127.36
2CR300N300	-447.38	-38.088	8.70E+05	1770.2	-257.29	23.159	8.70E+05	1507.4
2CR300N500	-305.58	7.8289	1.58E+06	6965.8	-115.81	-14.043	1.16E+06	5789.3
2CR500N100	-384.25	-51.86	1.07E+06	165.4	-183	-43.4	4.77E+05	127
2CR500N300	-392.3	20.268	1.29E+06	1828.5	-471.54	-56.745	7.96E+05	1459.1
2CR500N500	-382.2	46.714	1.38E+06	6731.1	-45.484	-83.137	1.27E+06	4989.2
Ortalama			7.39E+05	3.05E+03			5.99E+05	2.45E+03

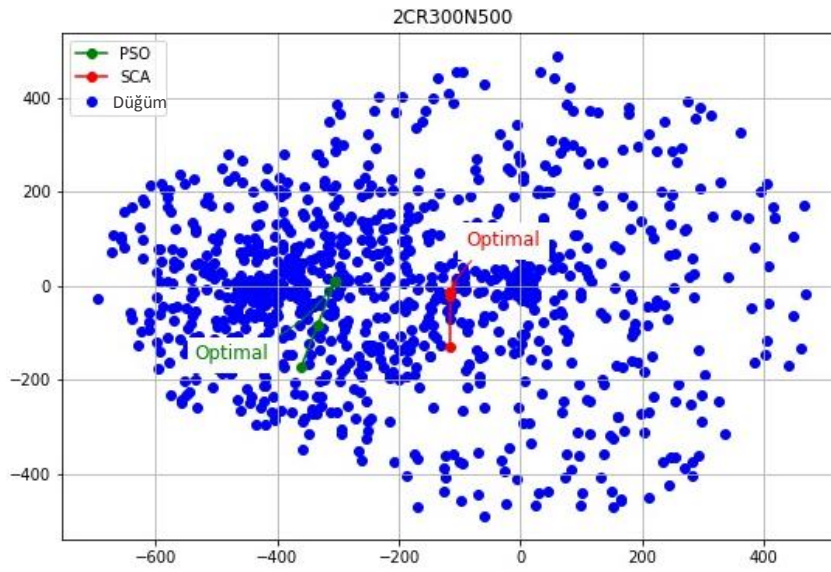
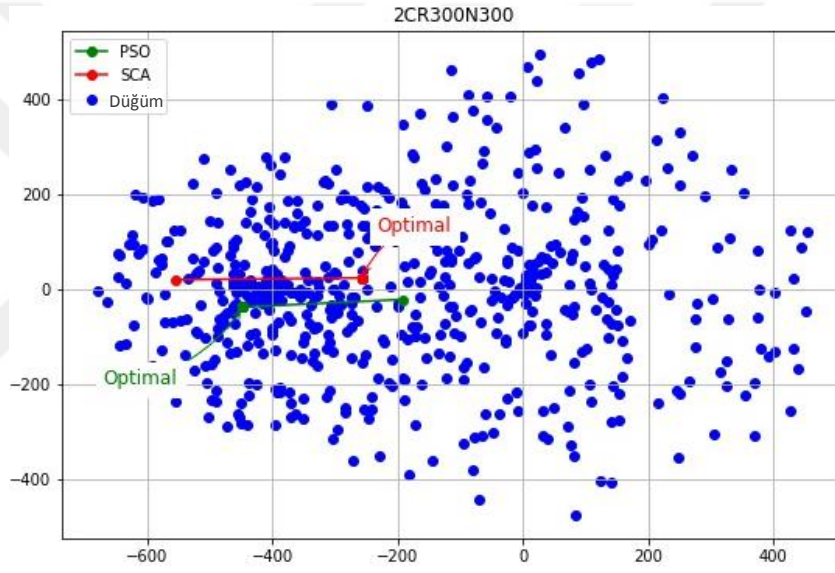
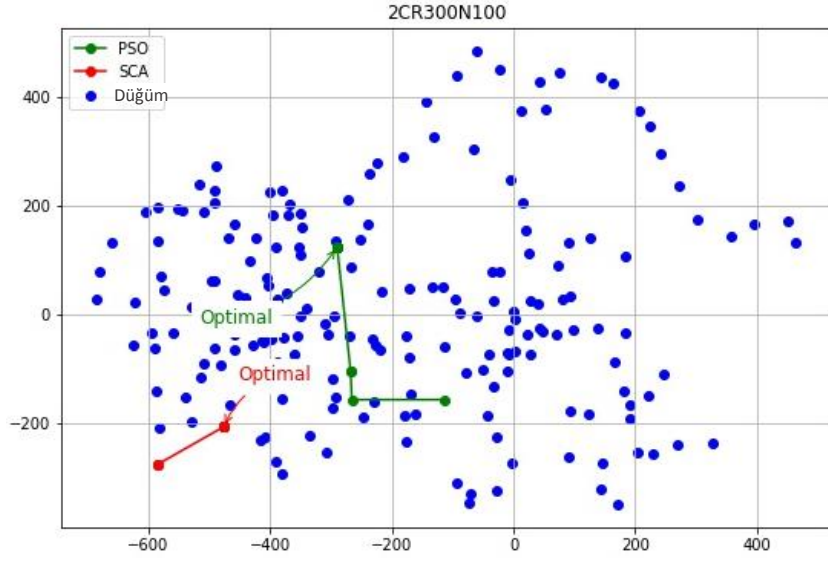


Şekil 4.4: Deney C’de düğümlerin dağıtıldığı bölgeler

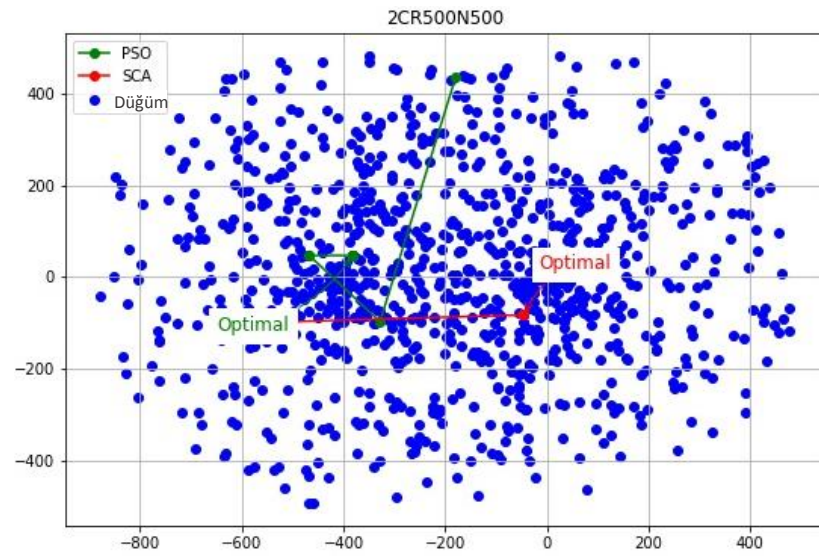
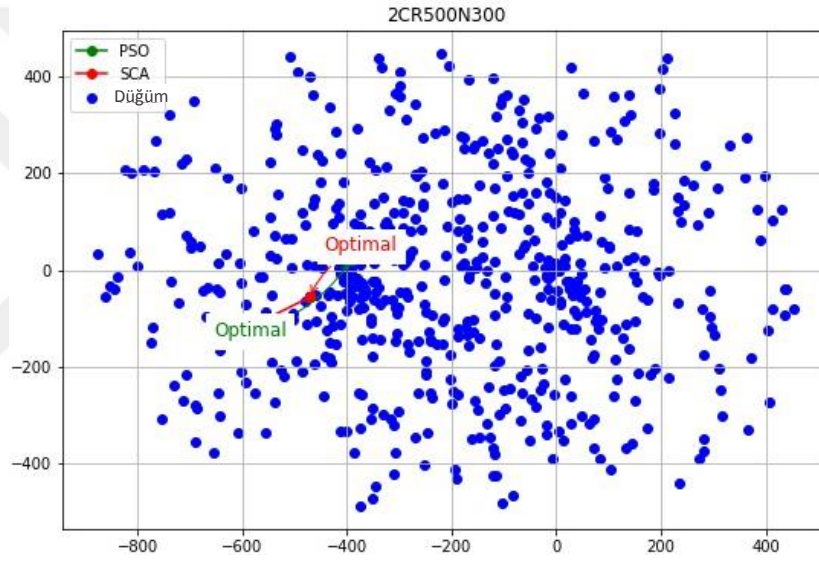
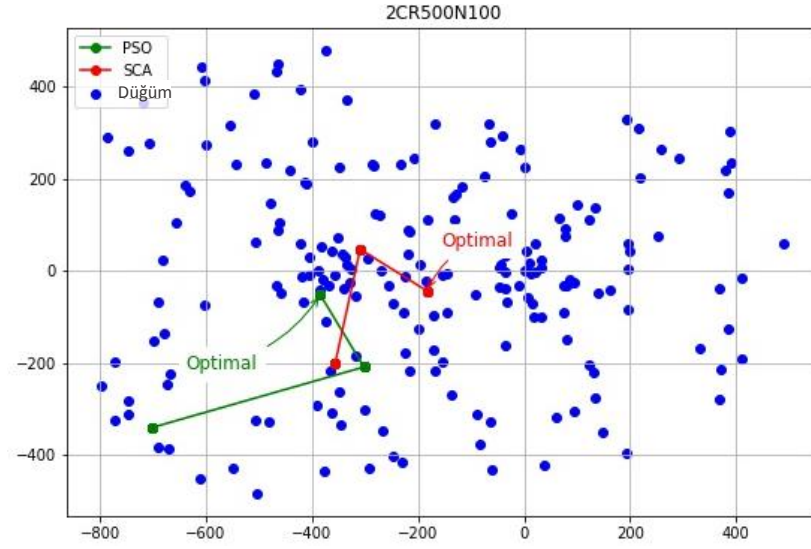
Her iki algoritma için de düğümlerin dağılımı ve baz istasyonu düğümünün optimize edilen konumu Şekil 4.5’de gösterilmiştir.



Şekil 4.5: Deneysel C için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumu.



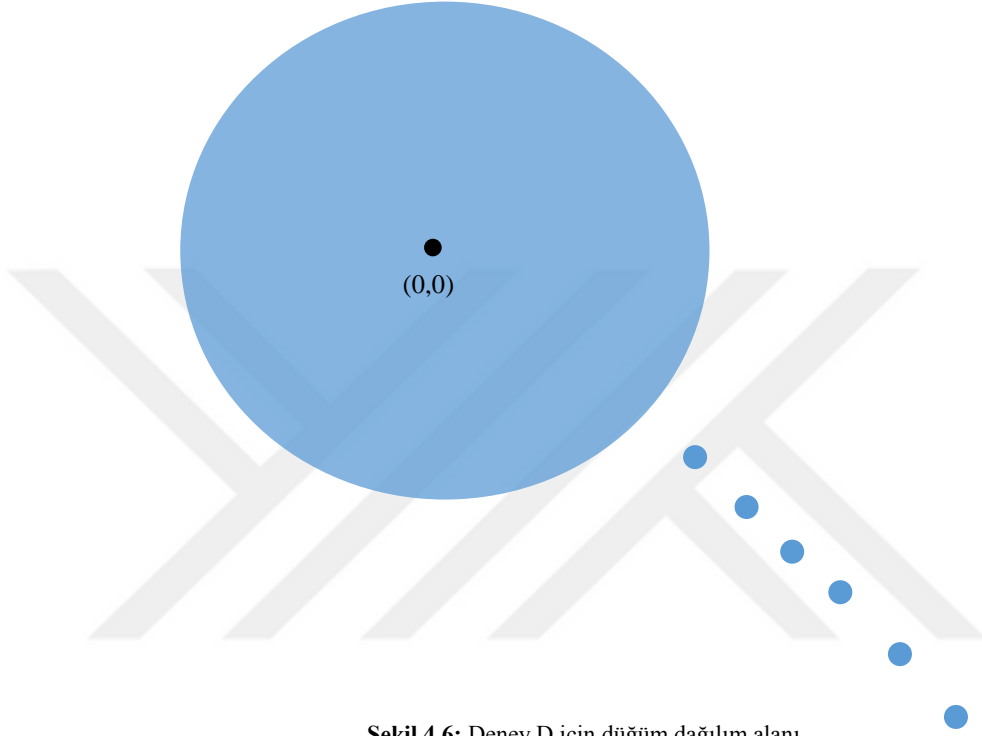
Şekil 4.5 (Devamı): Deney C için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumu.



Şekil 4.5 (Devamı): Deneysel C için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumu.

4.4 Deney D

Bu deneyde, düğümler çoğunlukla (0,0) noktasında merkezlenmiş dairesel bir bölgede dağıtılır; nispeten az sayıdaki düğüm, Şekil 4.6'da gösterildiği gibi daire merkezinden uzakta sıralı bir şekilde dairenin dışına dağıtılır.

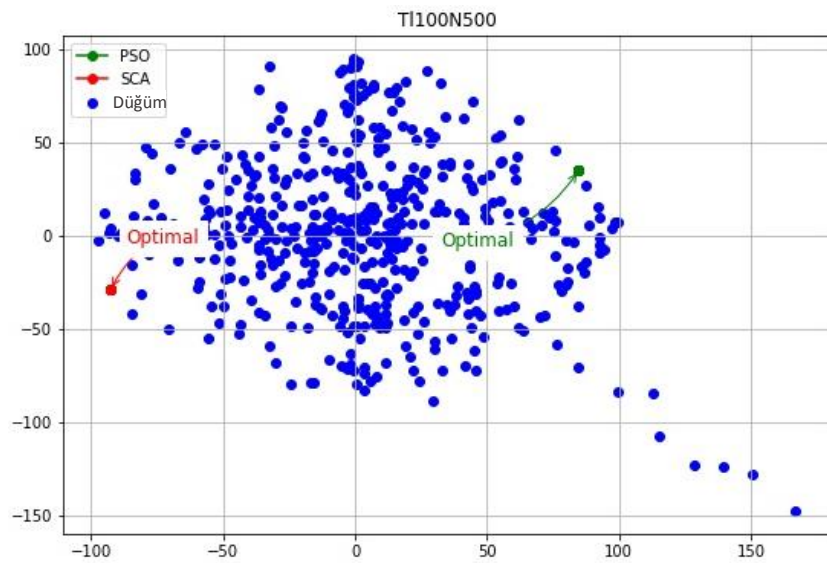
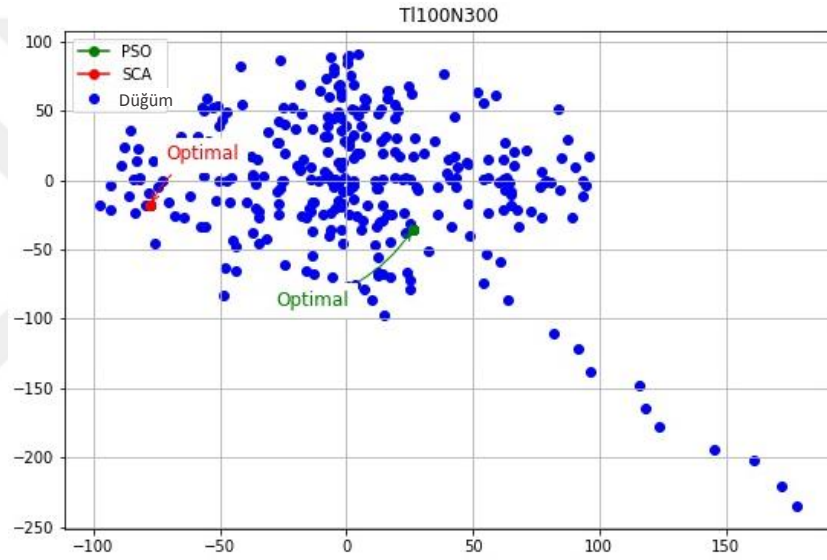
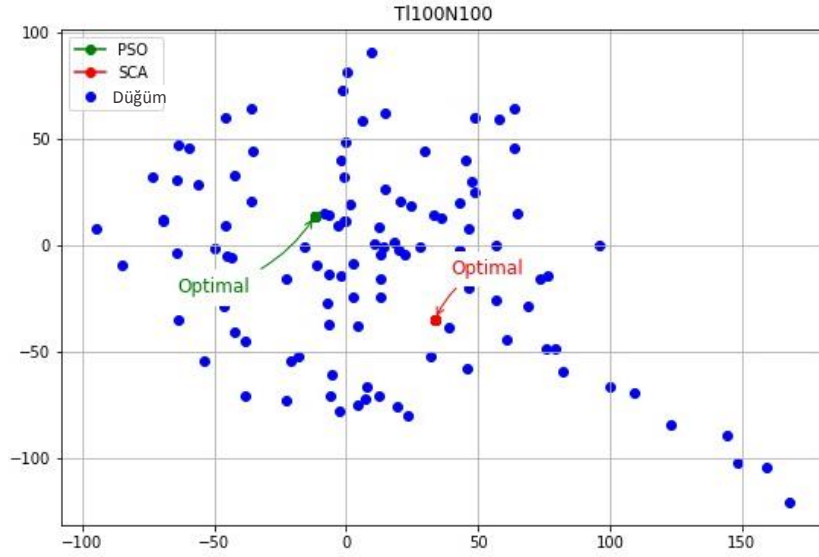


Şekil 4.6: Deney D için düğüm dağılım alanı.

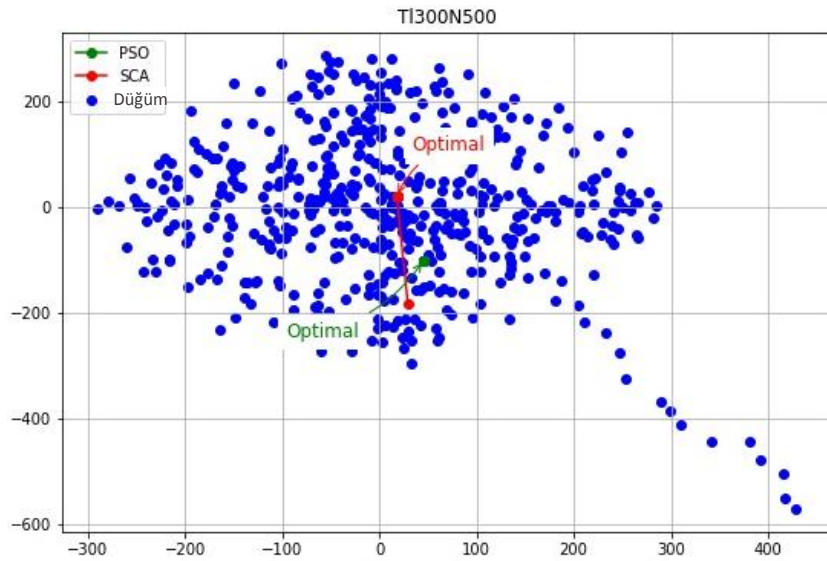
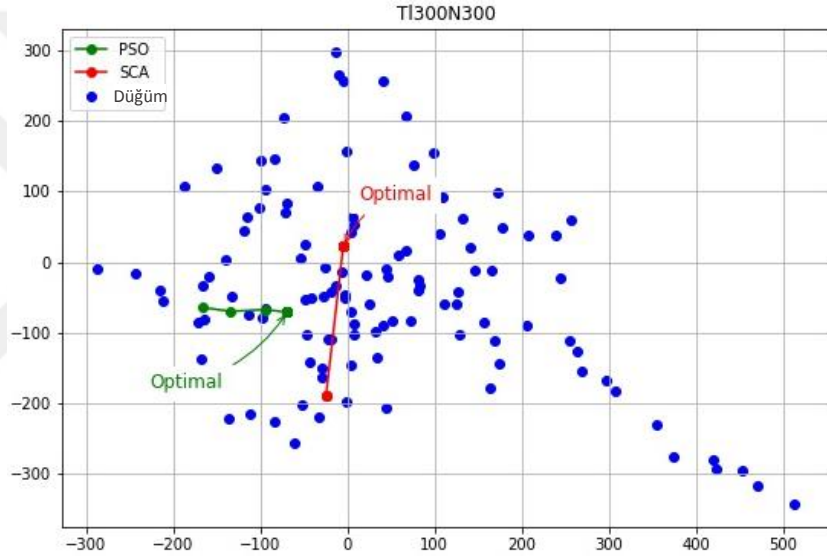
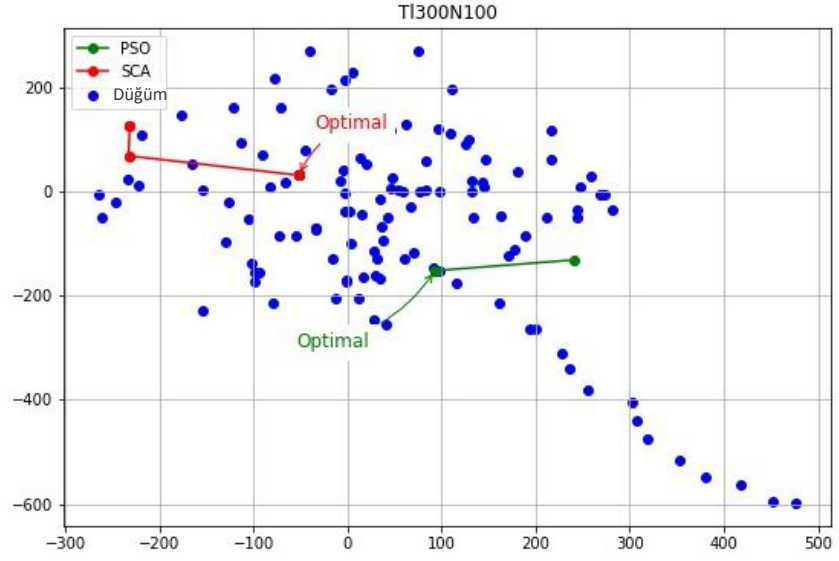
Her algoritma için baz istasyonu düğümlerinin önerilen konumu ve bu konumların hesaplamalarına ilişkin detayları Tablo 4.4'de gösterilmektedir. Optimizasyon sırasında düğümlerin dağılımı ve baz istasyonu düğümlerinin konumları her algoritma için Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Tablo 4.4: Deney D için sonuç özeti.

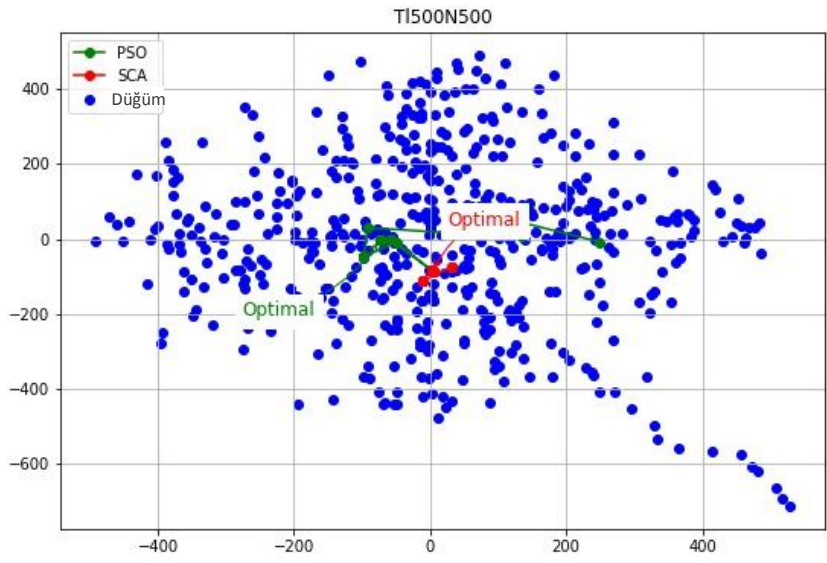
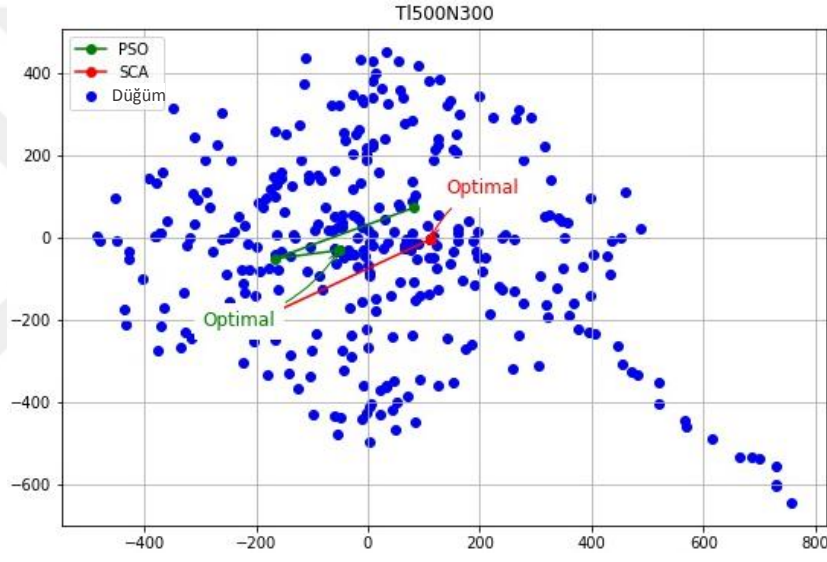
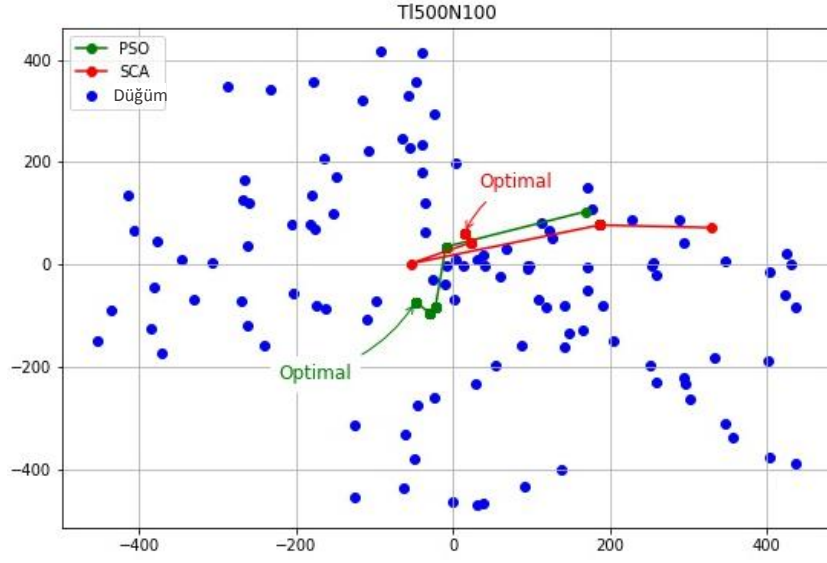
Topoloji	PSO				SKA			
	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi
TI100N100	-11.898	13.471	1.65E+06	79.94	33.773	-34.707	1.65E+06	288.14
TI100N300	26.386	-35.012	1.41E+06	2233.1	-77.499	-18.319	1.41E+06	2652.4
TI100N500	84.717	35.025	1.41E+06	2404.1	-92.433	-28.908	1.41E+06	3412.8
TI300N100	92.702	-151.92	1.33E+06	84.012	-51.81	31.496	1.33E+06	129.64
TI300N300	-69.182	-71.239	2.16E+06	82.718	-4.8128	22.54	2.16E+06	124.89
TI300N500	45.406	-100.76	2.15E+06	1495.1	18.044	20.378	2.15E+06	2197.6
TI500N100	-47.243	-73.506	8.04E+05	78.559	14.851	60.976	4.03E+05	125.29
TI500N300	-50.924	-31.248	1.34E+06	456.2	112.07	-4.596	1.34E+06	718.06
TI500N500	-74.192	-3.6668	1.54E+06	1382.8	4.0294	-87.8	1.53E+06	2122.8
Ortalama			1.53E+06	9.22E+02			1.49E+06	1.31E+03



Şekil 4.7: Deney D için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumu.



Şekil 4.7 (Devam): Deney D için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumu.

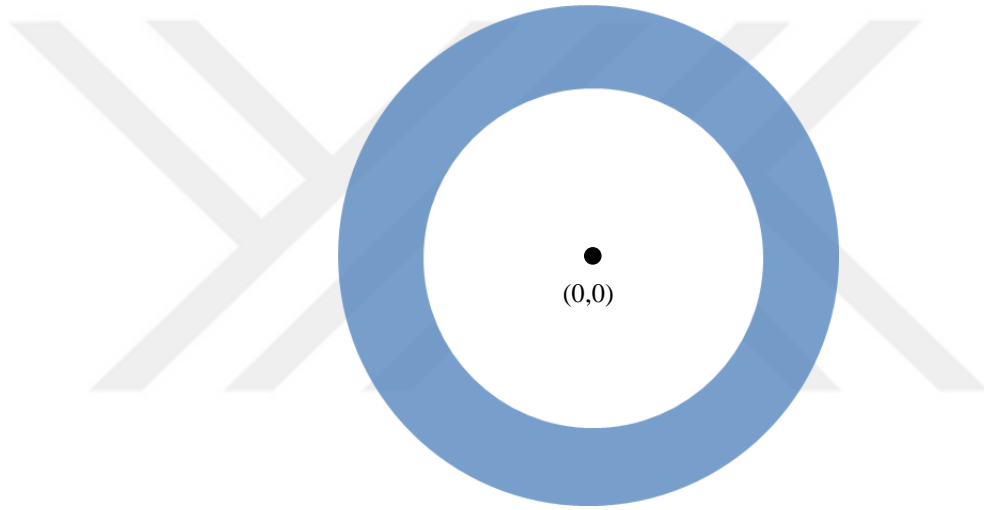


Şekil 4.7 (Devam): Deney D için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumu.

4.5. Deney E

Dağılımı yapılacak düğümler için ayarlanan bölge Şekil 4.8’de gösterildiği gibi farklı boyutlara sahip (0,0) noktasında merkezlenmiş bir halka şekline sahiptir. İç yarıçapı 100 metre, dış yarıçapı 300 metre, iç yarıçapı 100 metre ve dış yarıçapı 500 metre ve iç yarıçapı 300 metre ve dış yarıçapı 500 metre olan halkalar oluşturulmuştur. Bu bölgeler için düğüm sayısı sırayla 100, 300 ve 500 düğüm olarak ayarlanmıştır.

Her iki optimizasyon algoritması da kullanılarak elde edilen baz istasyonu düğümü optimizasyonu özeti Tablo 4.5’de gösterilmiştir.

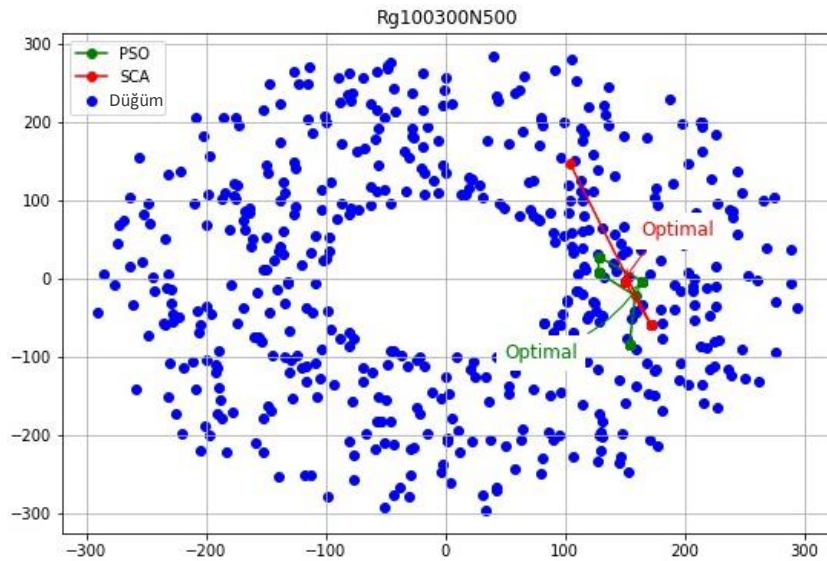
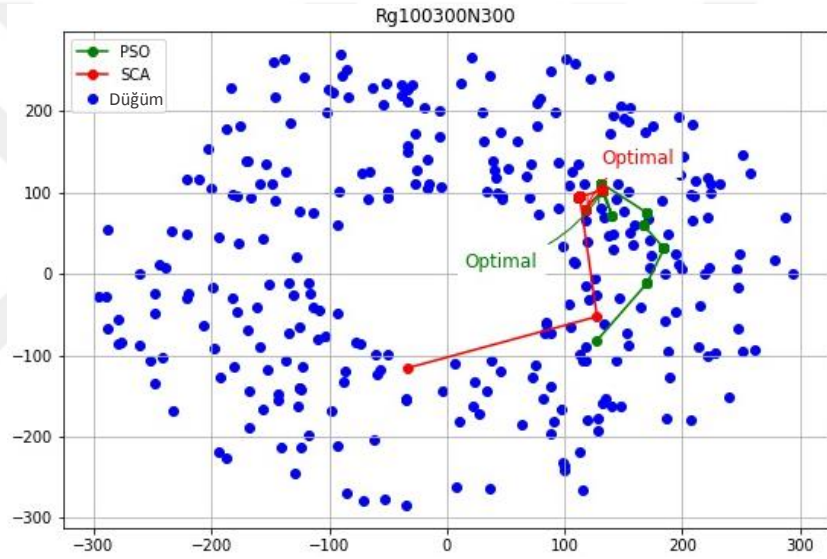
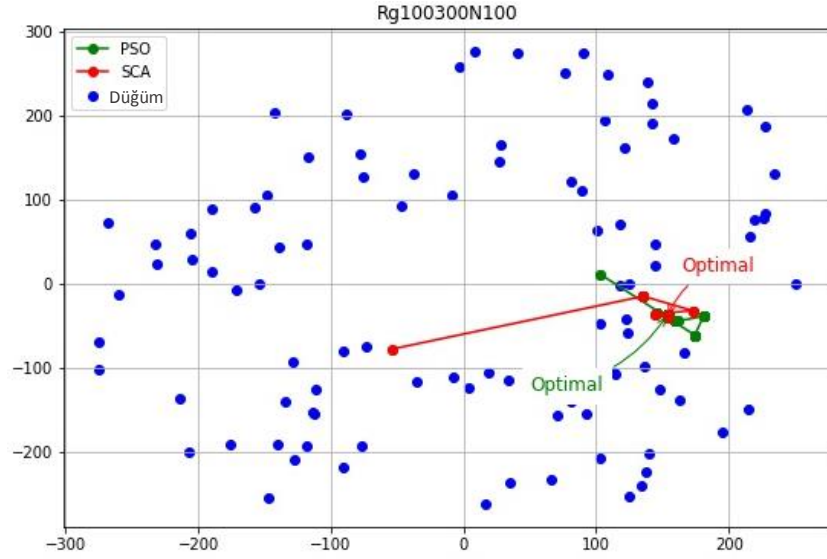


Şekil 4.8: Deney E için düğüm dağılım bölgesi.

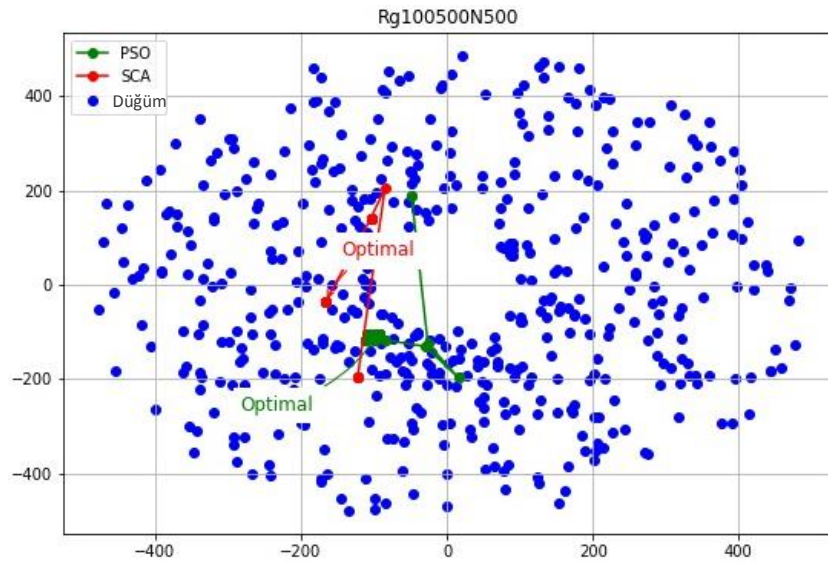
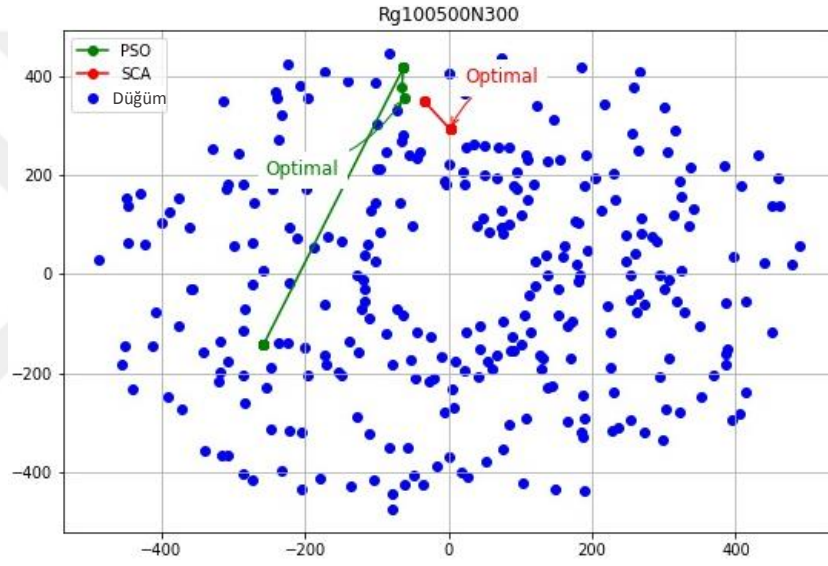
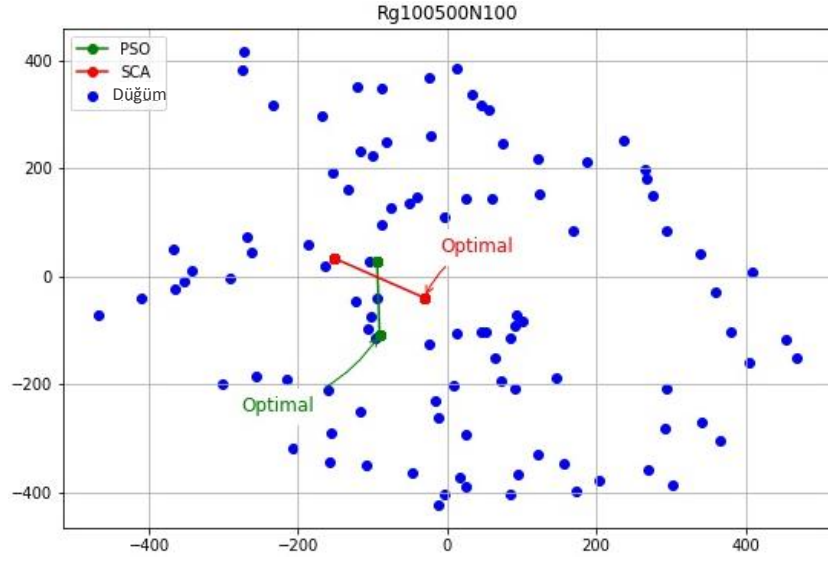
Tablo 4.5: Deney E için optimizasyon sonuç özeti.

Topoloji	PSO				SKA			
	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi
Rg100300N100	153.91	-36.434	1.79E+06	112.49	153.23	-39.33	1.79E+06	69.984
Rg100300N300	132.01	100.58	2.80E+06	413.6	117.81	79.148	2.79E+06	395.29
Rg100300N500	164.36	-2.5485	2.47E+06	1405.7	150.24	-3.6469	2.48E+06	1450.1
Rg100500N100	-90.544	-107.48	3.97E+05	110.97	-30.449	-39.307	3.97E+05	90.792
Rg100500N300	-62.046	355.93	2.66E+05	563.6	2.319	292.42	6.36E+05	403.2
Rg100500N500	-93.33	-103.11	1.39E+06	1207.1	-166.27	-36.421	1.02E+06	1167.1
Rg300500N100	-340.91	120.78	4.28E+05	110.3	-324.29	142.27	4.28E+05	69.984
Rg300500N300	-242.58	207.29	5.11E+05	370.55	59.719	297.58	5.11E+05	364.69
Rg300500N500	390.41	70.977	8.32E+05	1246.9	159.14	-301.37	7.64E+05	1286.8
Ortalama			1.21E+06	6.16E+02			1.20E+06	5.89E+02

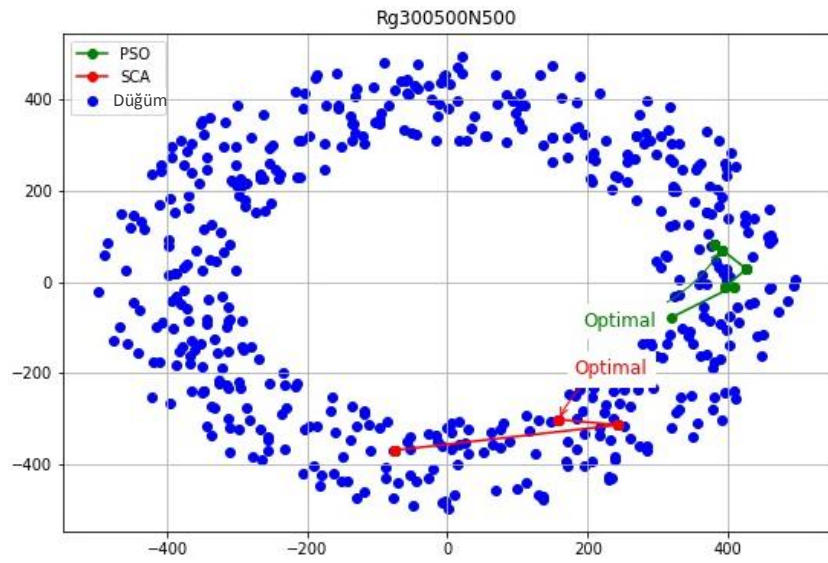
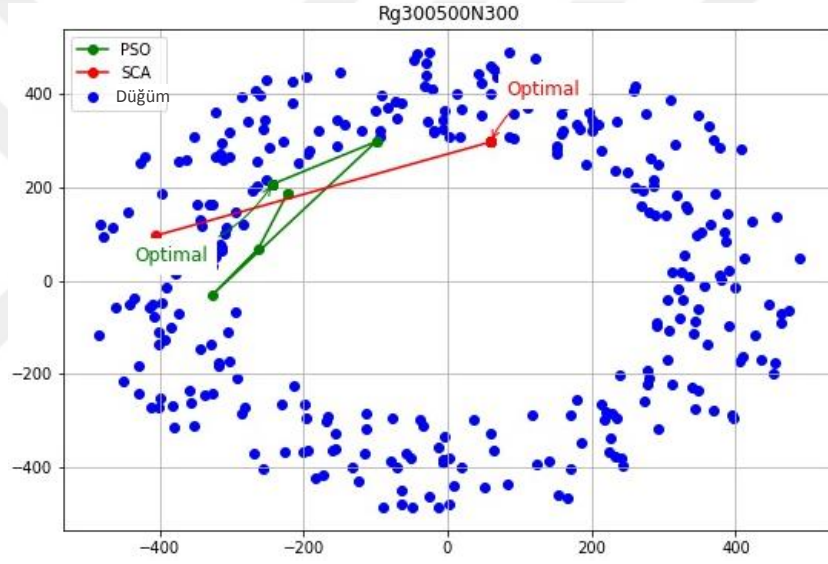
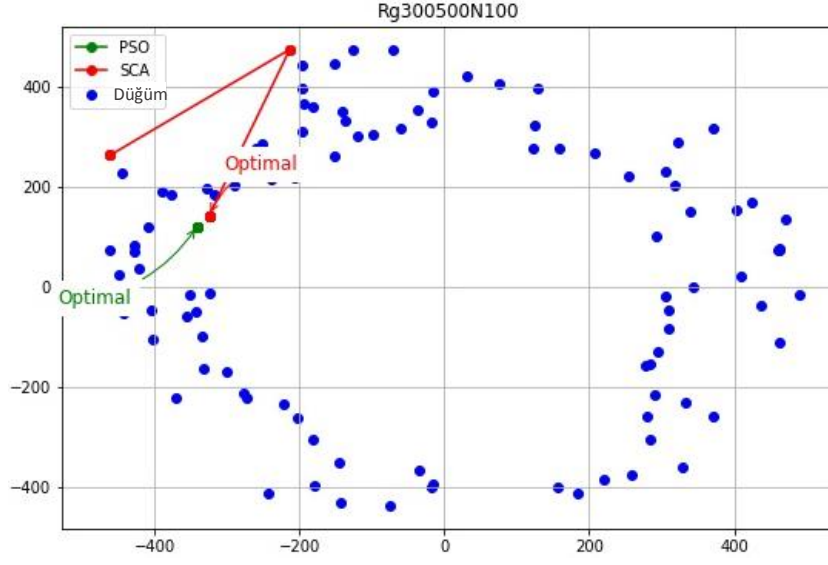
Test edilen her topoloji için düğümlerin dağılımı ve her optimizasyon algoritması için baz istasyonu düğümünün pozisyonu Şekil 4.9’da gösterilmiştir.



Şekil 4.9: Deney D için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumu.



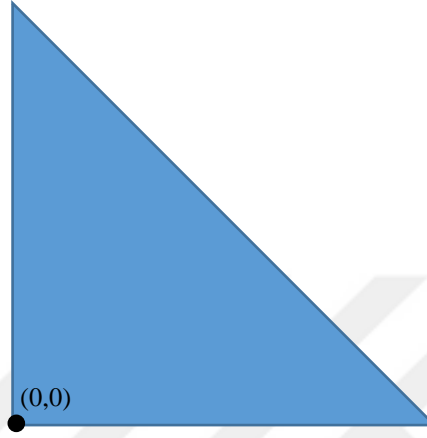
Şekil 4.9 (Devam): Deney D için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumu.



Şekil 4.9 (Devam): Deney D için düğümlerin dağılımı ve hesaplanan baz istasyonu düğümü konumu.

4.6 Deney F

Bu deneyde, düğümler kenar uzunluğu sırasıyla 100, 300 ve 500 metre olan eş kenar, dik açının (0,0) noktasında merkezlendiği dik üçgende Şekil 4.10'da gösterildiği gibi rastgele olarak dağıtılmıştır. Her bir bölgede sırasıyla 100, 300 ve 500 düğüm dağılımı yapılmıştır.



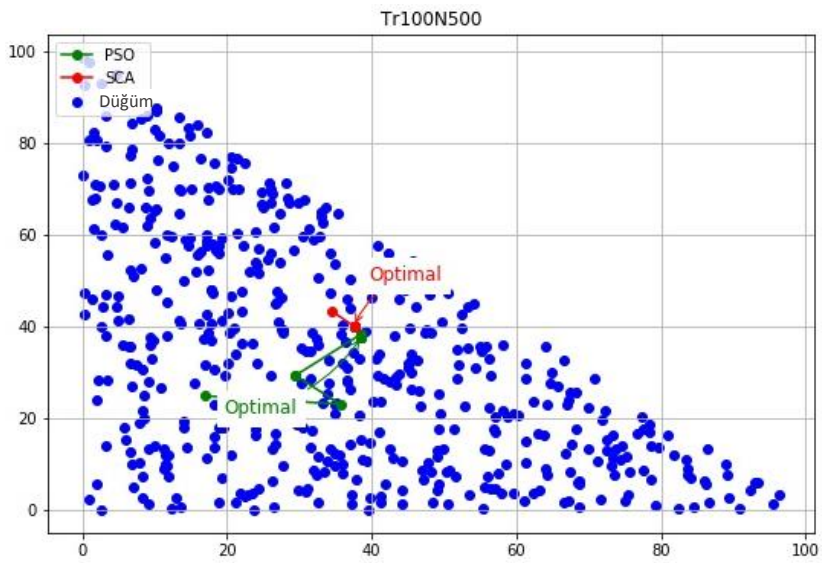
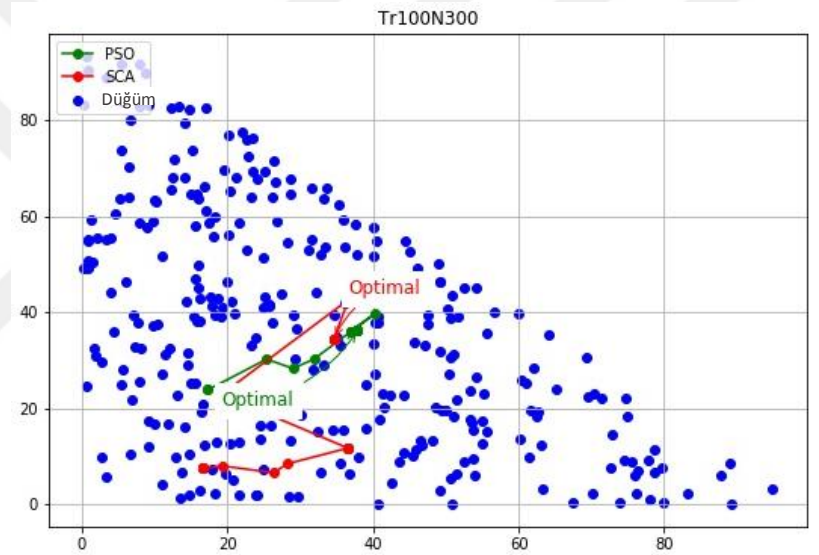
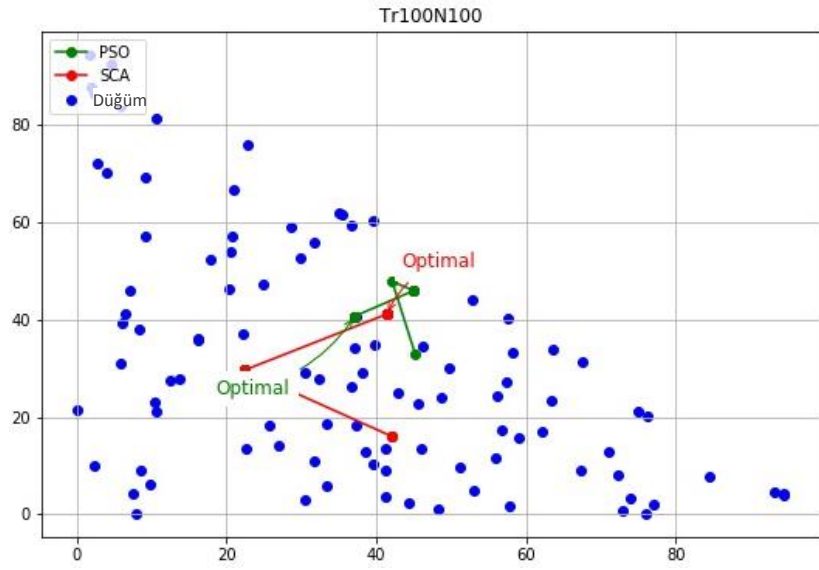
Şekil 4.10: Deney F'nin düğüm dağılım alanı.

Bu topolojiye dayanılarak test edilen bütün senaryolar için her iki algoritmanın da baz istasyonu düğümü konumu optimizasyon özeti Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

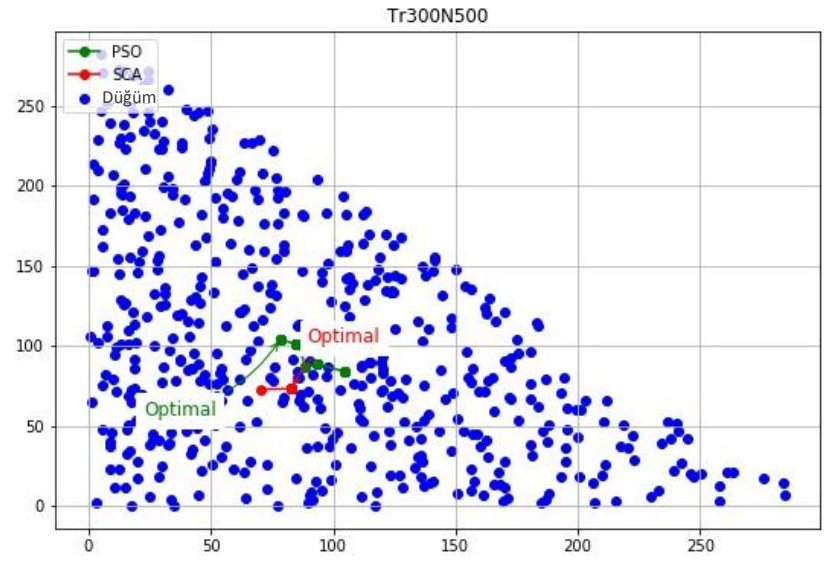
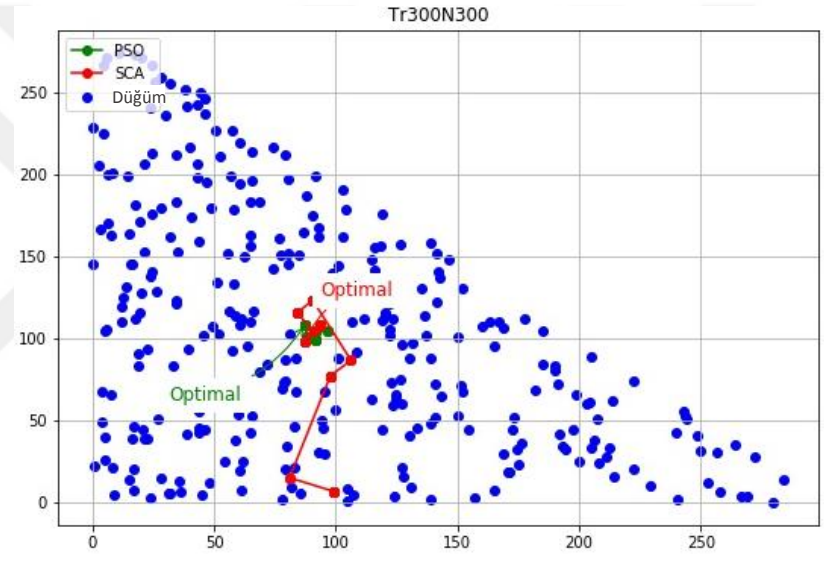
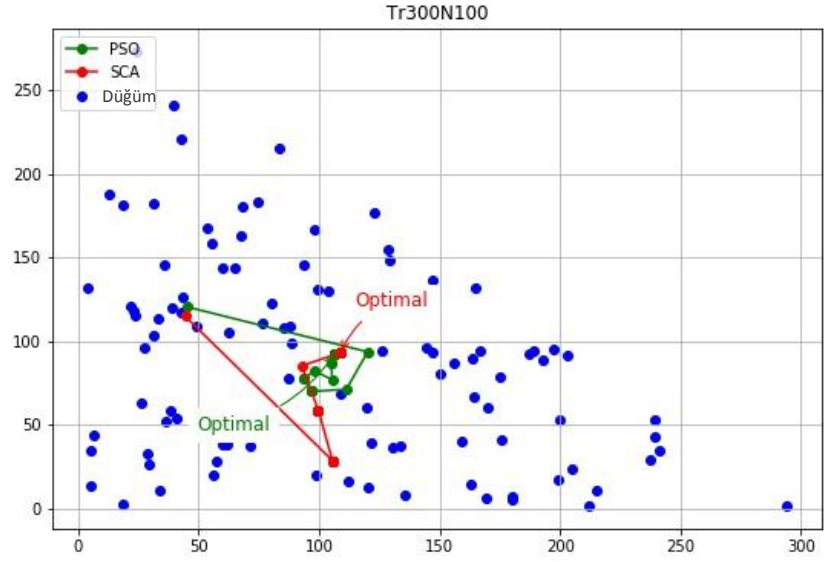
Tablo 4.6: Deney F 'de baz istasyonu düğümü konumu optimizasyonu özeti.

Topology	PSO				SCA			
	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi
Tr100N100	37.123	40.674	26707000	2359	41.42	41.121	26411000	220.63
Tr100N300	37.865	36.234	28296000	25576	34.622	34.433	28220000	2408.9
Tr100N500	38.599	37.794	27712000	146660	37.559	40.11	27116000	14964
Tr300N100	106.45	92.81	11171000	1886.9	108.77	92.929	10930000	185.83
Tr300N300	87.57	108.79	10495000	12178	87.434	98.621	10419000	964.73
Tr300N500	78.468	104.35	11058000	59437	83.07	73.308	10463000	4703.2
Tr500N100	151.49	90.928	3426800	1858.3	156.11	79.682	3285300	179.88
Tr500N300	125.18	183.59	3858700	7646.3	123.91	185.92	3899000	729.71
Tr500N500	99.483	191.77	4169800	26242	4.808	191.6	2322400	2441.6
Ortalama			1.41E+07	3.15E+04			1.37E+07	2.98E+03

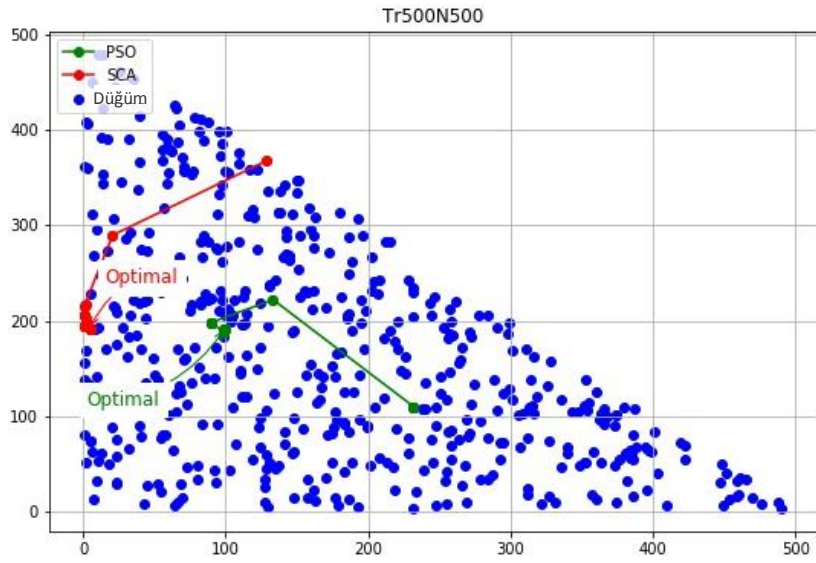
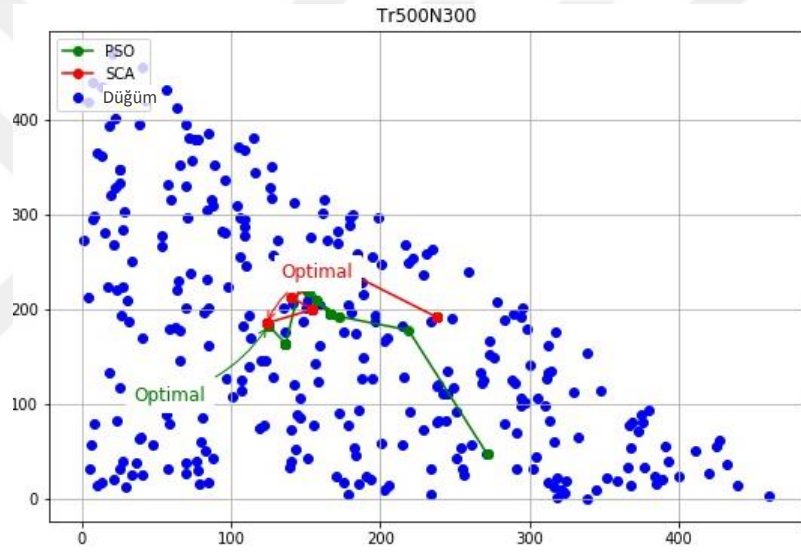
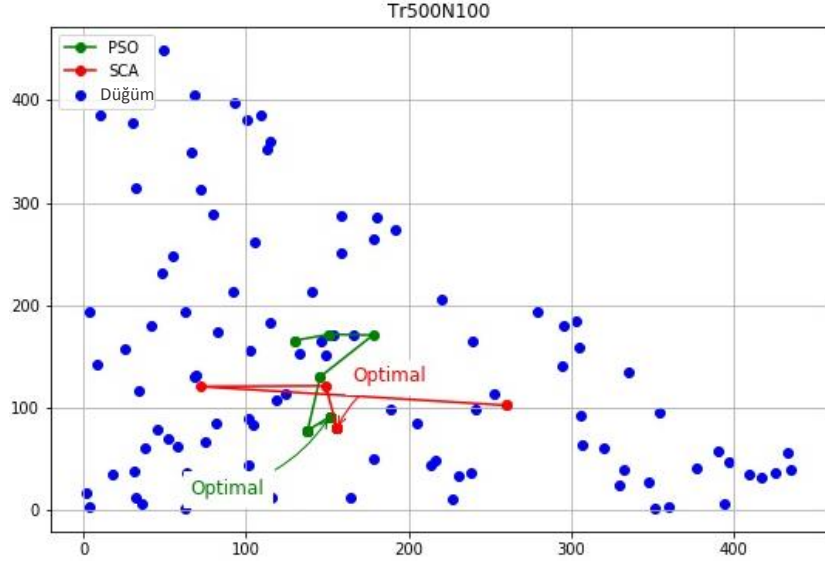
Şekil 4.11 optimizasyon süreci sırasında her iki optimizasyon algoritması için de baz istasyonu düğümü konumlarını ve bölgelerdeki düğümlerin dağılımını göstermektedir.



Şekil 4.11: Deney F için hesaplanan baz istasyonu düğümü pozisyonu ve düğüm dağılımı.



Şekil 4.11 (Devam): Deney F için hesaplanan baz istasyonu düğümü pozisyonu ve düğüm dağılımı.



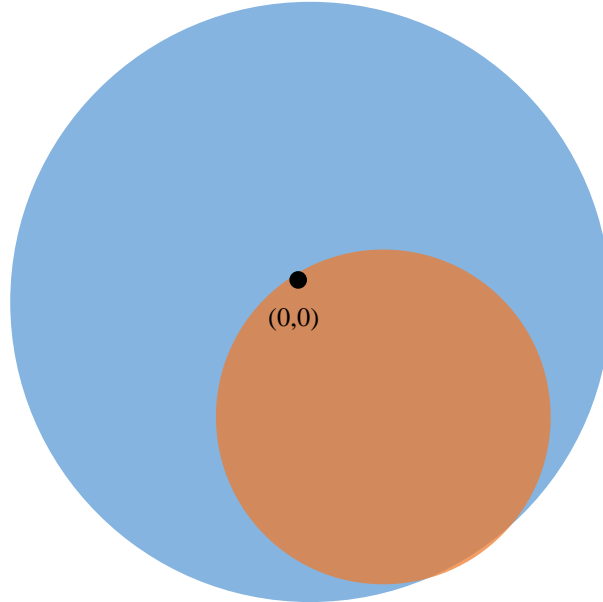
Şekil 4.11 (Devam): Deneş F için hesaplanan baz istasyonu düğümü pozisyonu ve düğüm dağılımı.

4.7 Deney G

Şekil 4.12'de gösterildiği gibi, çevresi (0,0) noktasında merkezlenmiş diğer dairenin merkezinden geçen iki dairesel bölge düğümlerin zamanda rastgele dağılımı için ayarlanır. Küçük dairenin yarıçapı 100 metre iken diğeri 300 ve 500 metre olmak üzere farklı yarıçaplara sahiptir. Düğümlerin sayısı sırasıyla her bir daire içerisinde 100, 300 ve 500 olarak ayarlanır. Her iki algoritma da kullanılarak oluşturulan üç senaryo için baz istasyonu düğümü optimizasyonunun özeti Tablo 4.7'de gösterilmektedir.

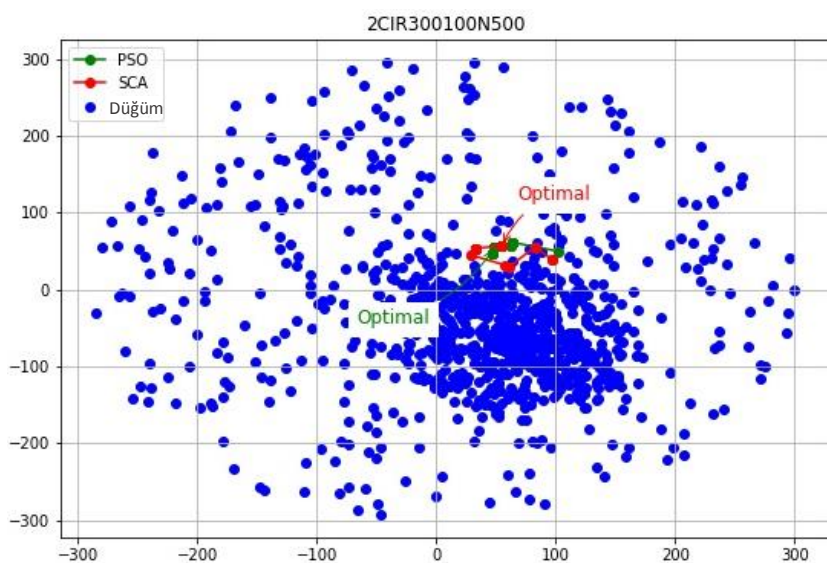
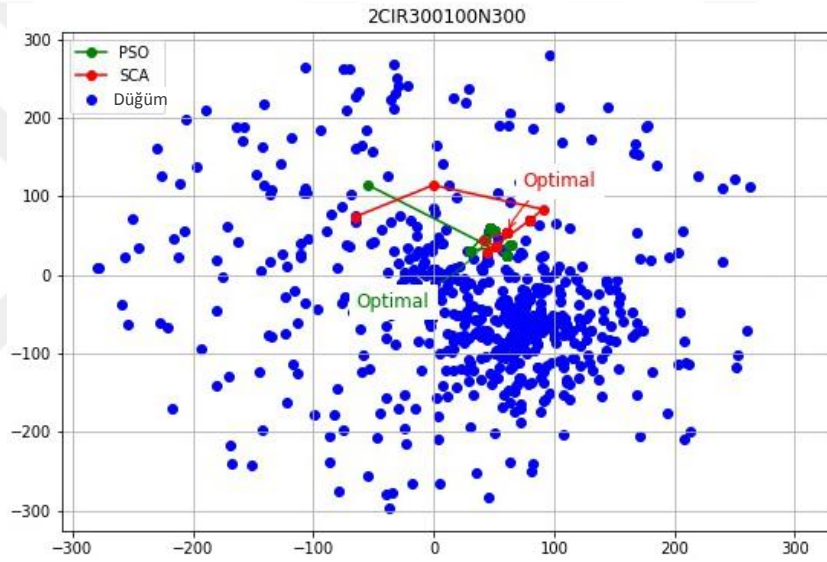
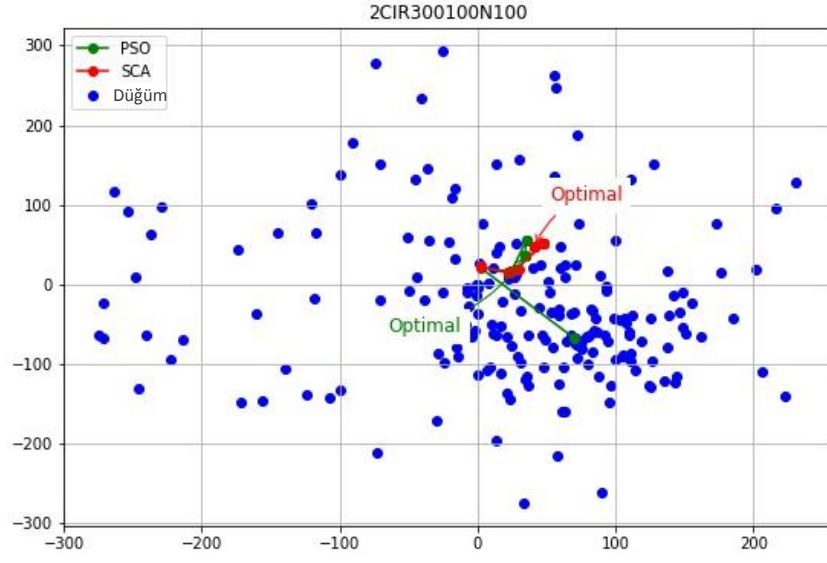
Tablo 4.7: Deney G için optimizasyon sonuç özetleri.

Topoloji	PSO				SKA			
	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi
2CIR300100N100	34.616	36.841	1.06E+05	948.75	41.007	47.355	1.06E+05	1106.9
2CIR300100N300	50.224	57.049	1.21E+05	1238.7	61.294	54.813	1.21E+05	1221.7
2CIR300100N500	48.517	54.383	1.06E+05	19856	54.916	56.983	1.05E+05	12764
2CIR500100N100	70.785	71.566	9.09E+04	931.66	51.01	55.302	9.03E+04	746.37
2CIR500100N300	52.195	51.417	8.92E+04	1442.6	67.013	53.48	8.98E+04	1318.9
2CIR500100N500	44.068	46.962	1.42E+05	13776.3	59.71	64.188	1.40E+05	14857.8
Ortalama			1.09E+05	6.37E+03			1.09E+05	5.34E+03

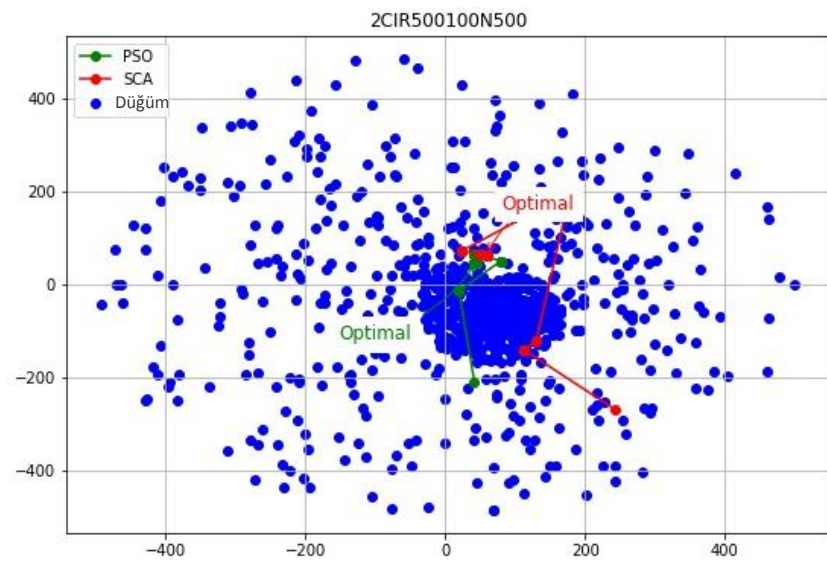
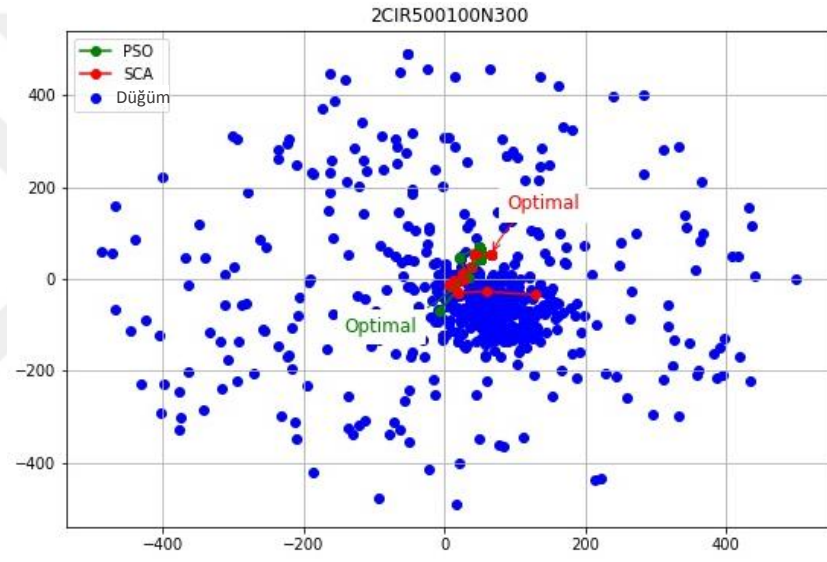
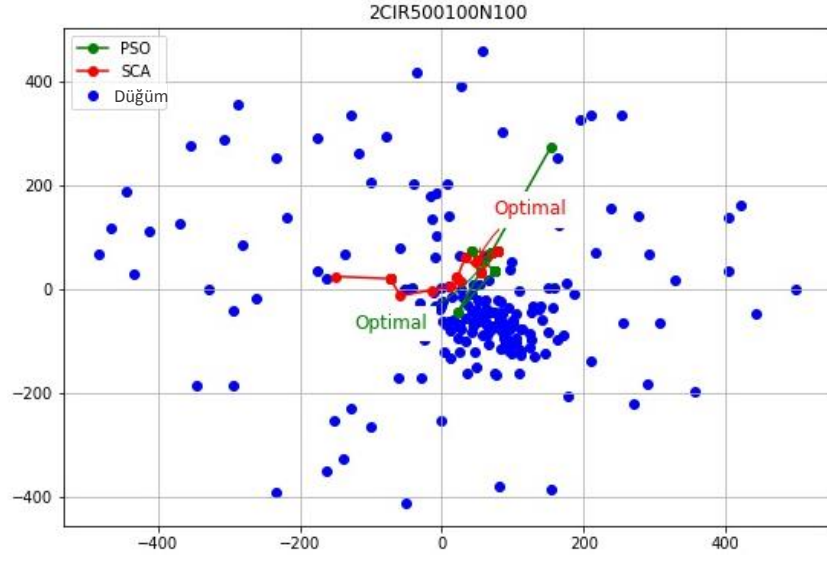


Şekil 4.12: Deney G'de düğümlerin dağıtıldığı bölgeler.

Test edilen topolojilerde düğümlerin dağılımı ile optimizasyon algoritmaları tarafından önerilen baz istasyonu düğümü konumları Şekil 4.13'te gösterilmiştir.



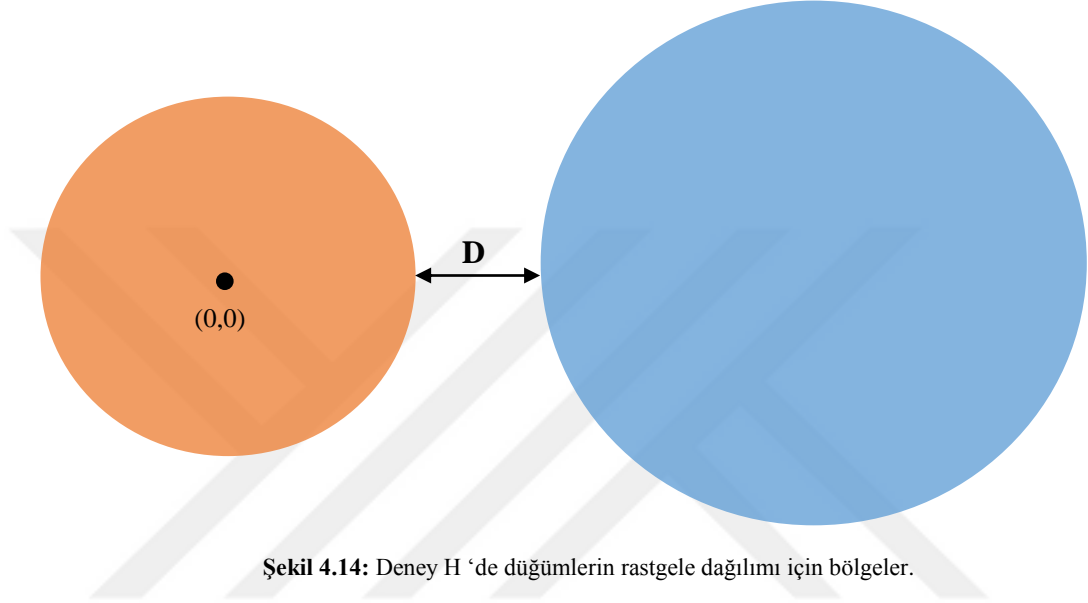
Şekil 4.13 : Deney G için düğüm dağılımları ve baz istasyonu düğümü konumları.



Şekil 4.13 (Devam): Deneysel G için düğüm dağılımları ve baz istasyonu düğümü konumları.

4.8 Deney H

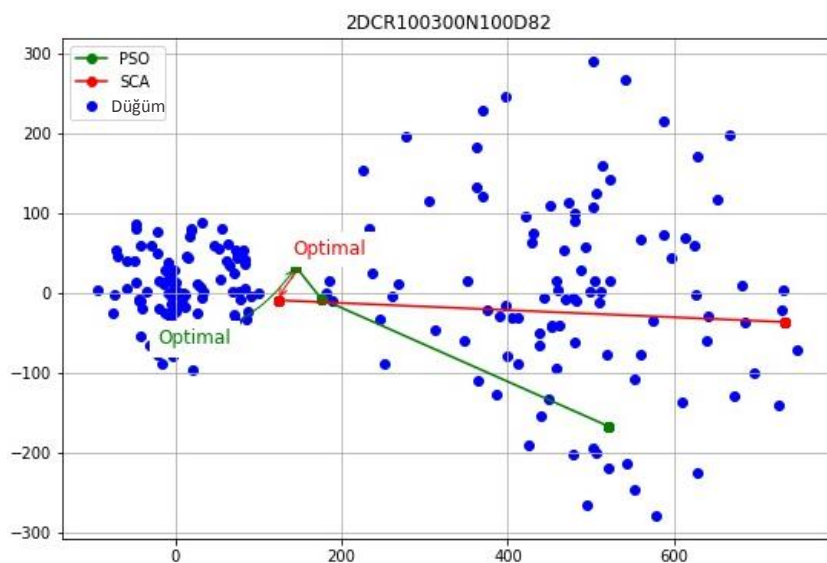
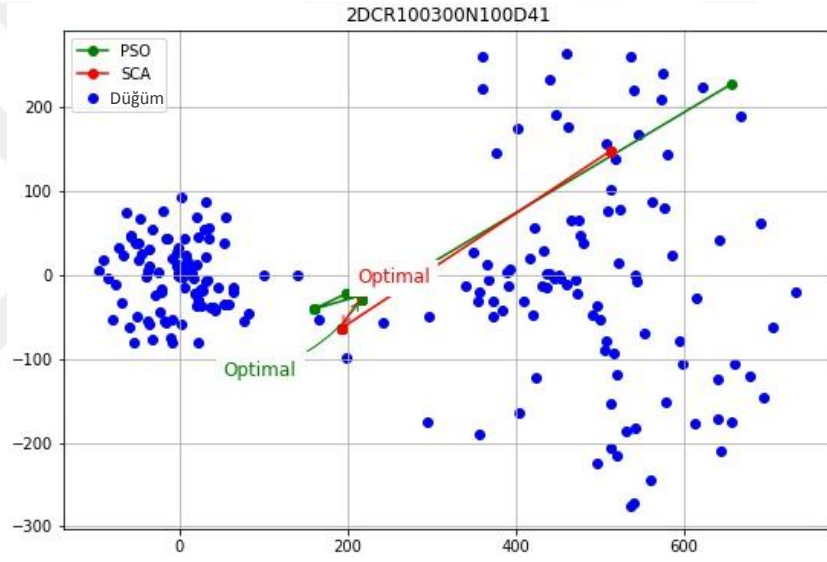
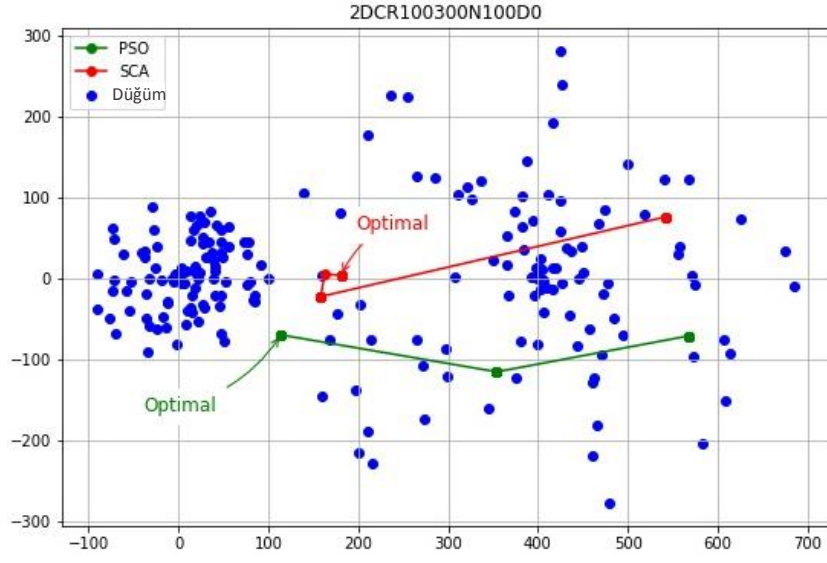
Şekil 4.14'te gösterildiği gibi 0, 41 ve 82 metre farklı uzaklıklarda birbirinden ayrı olan iki dairesel bölge bulunmaktadır. Dğümler, dairesel bölgelerde farklı yarıçaplarla dağıtılır. Burada kırmızı dairesel bölge (0,0) noktasında merkezlenmiştir. Bu deneyin sonuçları Tablo 4.8'de özetlenmiştir.



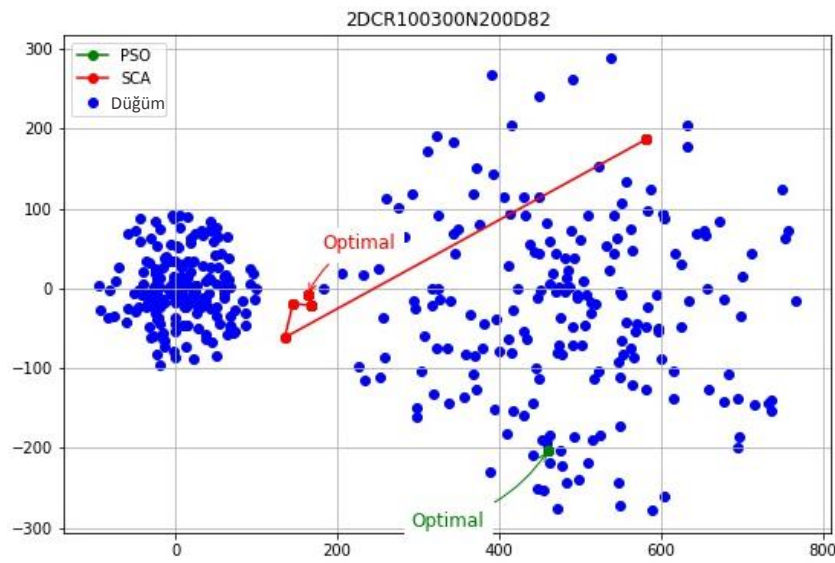
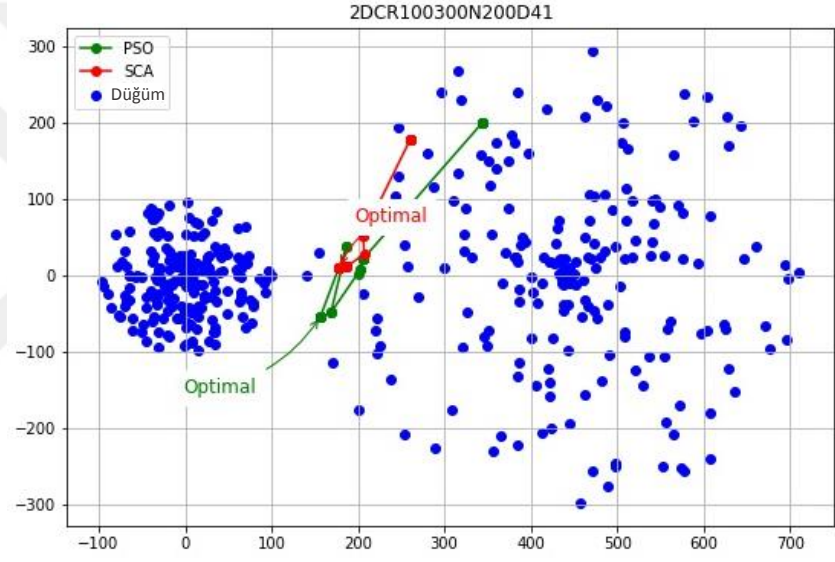
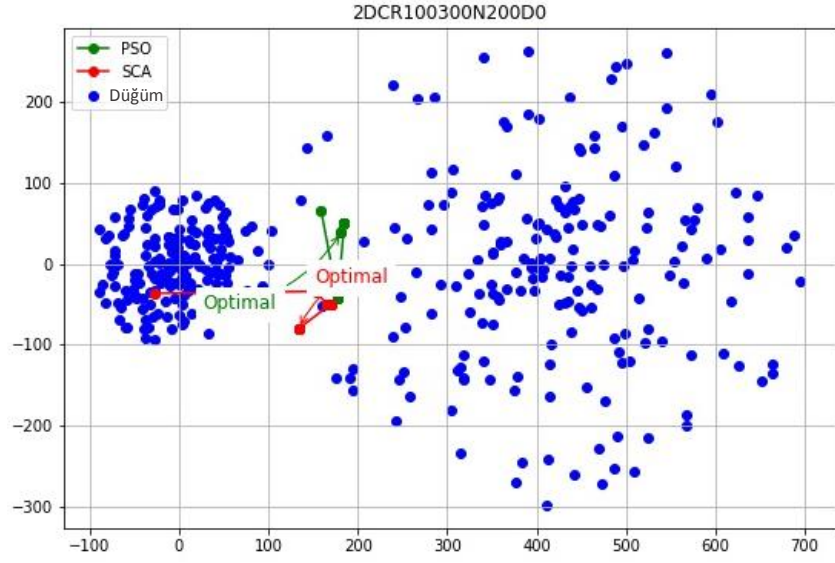
Şekil 4.14: Deney H 'de düğümlerin rastgele dağılımı için bölgeler.

Tablo 4.8: Deney H'nin sonuç özeti.

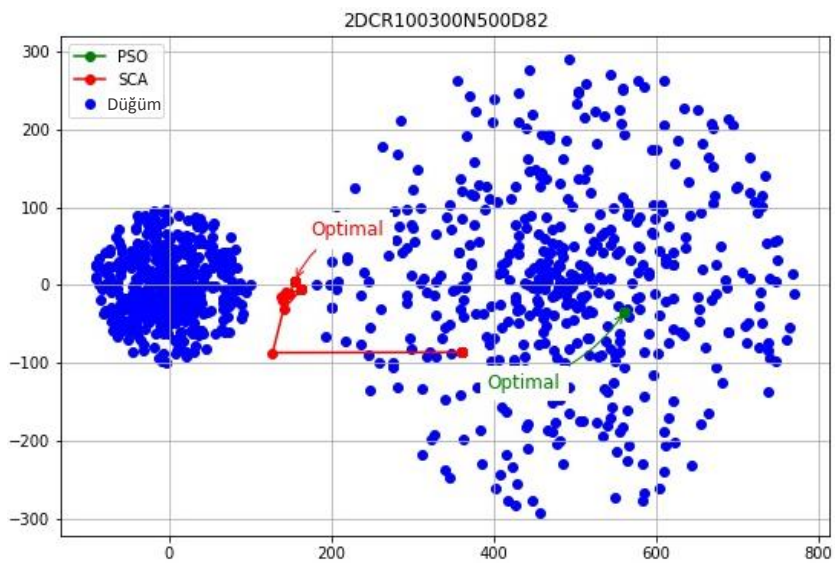
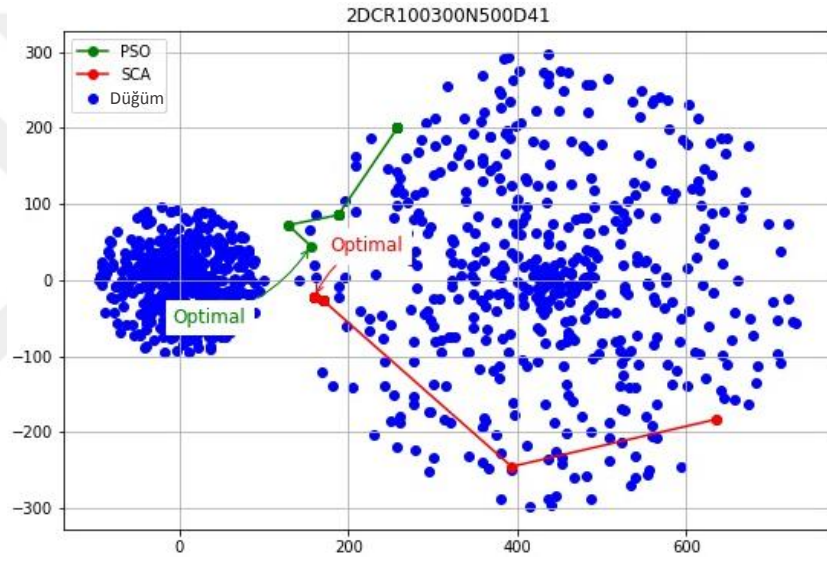
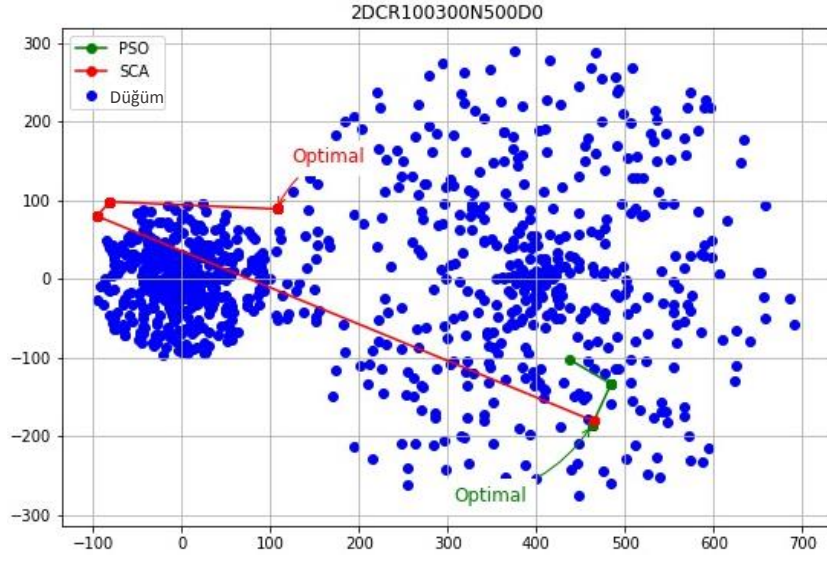
Topoloji	PSO				SKA			
	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi	X	Y	Ömür	Yürütme Süresi
2DCR100300 N100D0	113.94	-69.442	3.90E+05	249.22	180.95	3.8118	4.53E+05	254.99
2DCR100300 N100D41	216.41	-28.38	2.06E+05	253.62	193.01	-63.407	2.06E+05	242.55
2DCR100300 N100D82	144.91	33.422	3.28E+05	248.74	123.7	-8.7422	3.28E+05	255.07
2DCR100300 N200D0	181.41	38.593	3.42E+05	1154.1	134.08	-79.793	3.26E+05	984.08
2DCR100300 N200D41	156.56	-53.782	4.14E+05	1150.9	178.31	10.76	3.01E+05	1049
2DCR100300 N200D82	460.79	-202.4	6.15E+04	1160.3	163.29	-8.7171	3.36E+05	946.11
2DCR100300 N500D0	462.96	-185.23	5.90E+05	16267	107.27	89.312	6.99E+05	12041
2DCR100300 N500D41	155.64	44.861	4.81E+05	15377	160.23	-21.626	4.41E+05	11089
2DCR100300 N500D82	561.34	-33.911	2.46E+04	13731	154.88	4.9516	4.76E+05	10926
2DCR100500 N100D0	240.94	-125.55	2.50E+05	282.61	-25.443	54.565	2.07E+05	288.95
2DCR100500 N100D41	685.03	-177.92	1.55E+05	269.78	191.3	-31.823	1.71E+05	316.28
2DCR100500 N100D82	973.98	-51.254	2.46E+05	280.12	654.2	207.65	2.46E+05	326.1
2DCR100500 N200D0	683.18	148.82	9.69E+04	1154.3	-51.115	-134.59	9.98E+04	1044.2
2DCR100500 N200D41	280.61	-36.133	9.68E+04	1157	269.3	-38.585	9.68E+04	1011.7
2DCR100500 N200D82	647.37	131.61	6.15E+04	1151.5	167.98	14.671	8.75E+04	972.01
2DCR100500 N500D0	735.49	189.6	1.37E+05	13783	194.71	-20.859	2.51E+05	10293
2DCR100500 N500D41	147.41	58.149	1.56E+05	13402	15.842	-40.736	5.78E+04	9718.7
2DCR100500 N500D82	516.75	161.4	2.46E+04	13372	151.18	-2.5402	6.46E+04	9747.9
2DCR300300 N100D0	354.8	-95.798	2.29E+05	280.18	17.161	-98.677	1.54E+05	257.15
2DCR300300 N100D41	263.49	36.63	1.87E+05	284.21	292.23	34.259	1.87E+05	262.12
2DCR300300 N100D82	326.09	-18.385	2.23E+05	280.94	321.02	-17.412	2.23E+05	275.31
2DCR300300 N200D0	354.28	-1.6355	5.33E+05	1138.1	350.36	9.6998	5.28E+05	900.14
2DCR300300 N200D41	327.75	26.091	2.96E+05	1138.8	334.96	-3.2786	2.16E+05	899.09
2DCR300300 N200D82	336.36	-35.048	2.58E+05	1129.8	-17.264	-16.391	6.15E+04	902.12
2DCR300300 N500D0	351.29	-4.7624	5.14E+05	12215	329.41	-2.1024	5.09E+05	8845.2
2DCR300300 N500D41	313.09	22.398	3.65E+05	11681	313.97	6.842	3.40E+05	8805.3
2DCR300300 N500D82	345.76	31.303	1.15E+05	11809	483.22	273.42	2.46E+04	8666.3
Ortalama			2.51E+05	4.98E+03			2.63E+05	3.75E+03



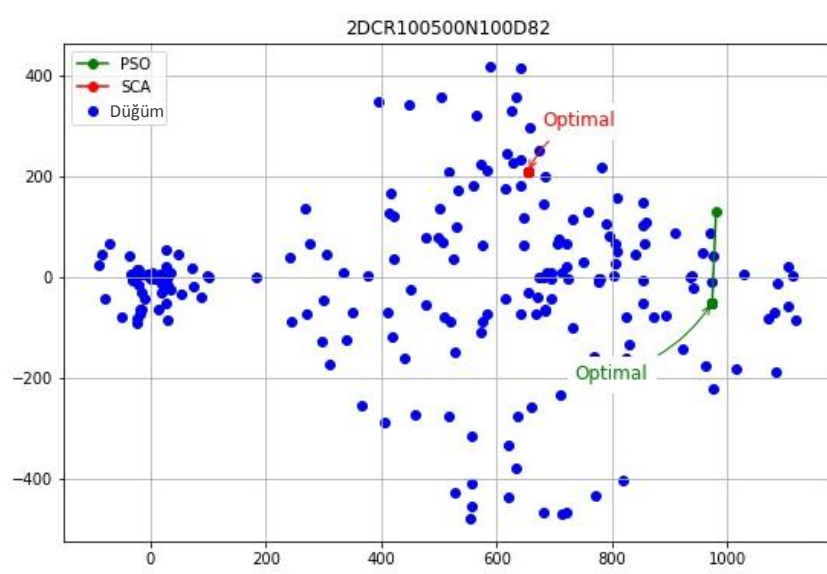
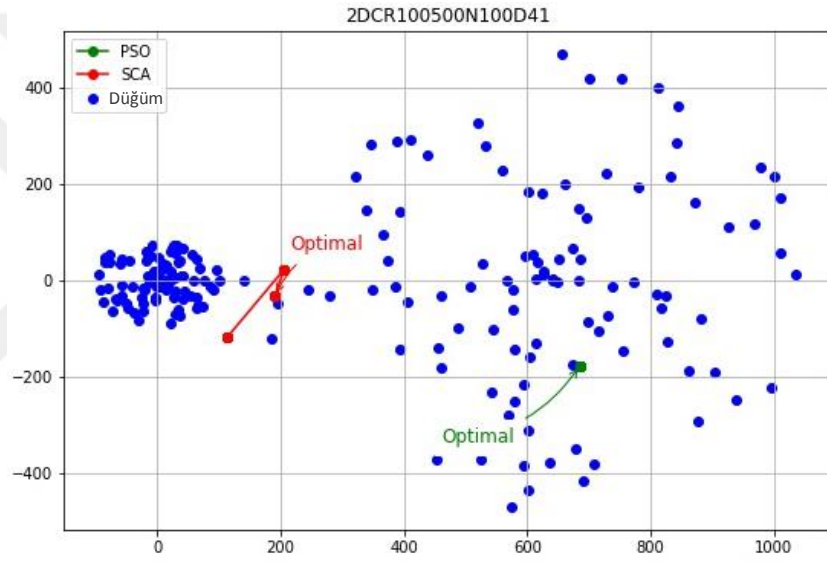
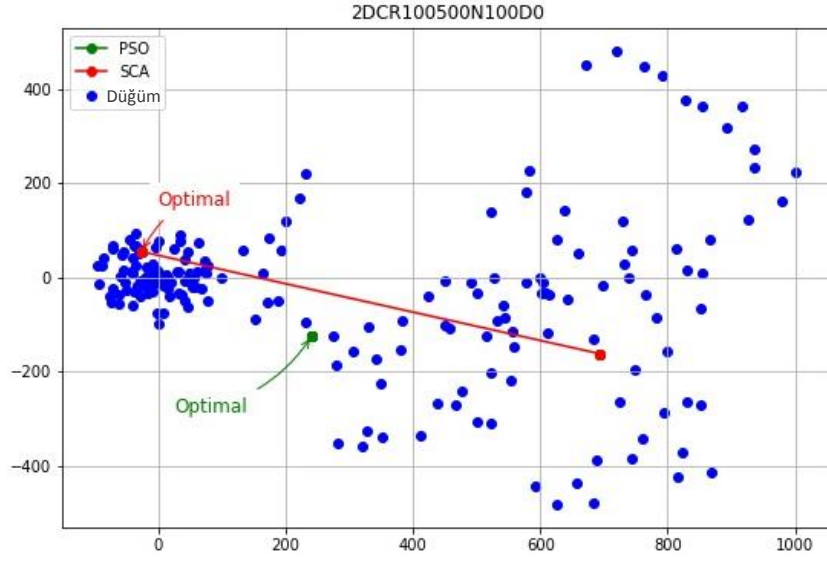
Şekil 4.15: Deney H için baz istasyonu düğümü konumları.



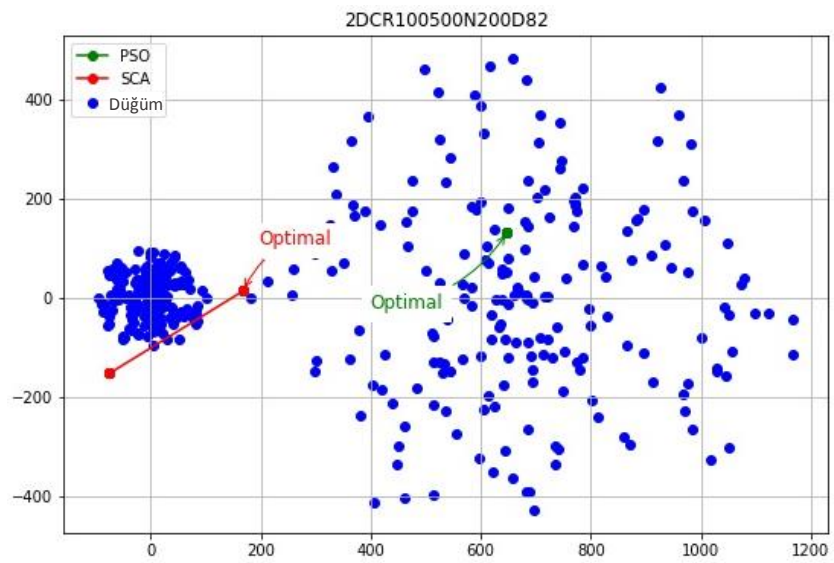
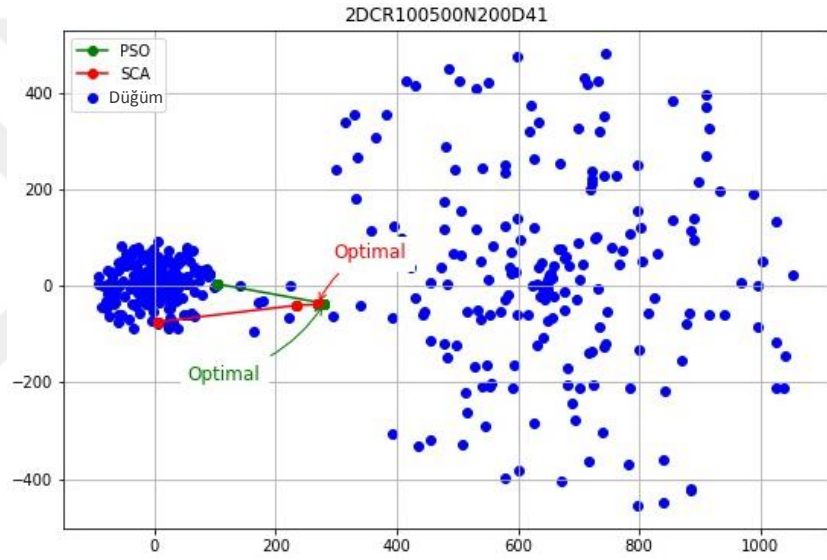
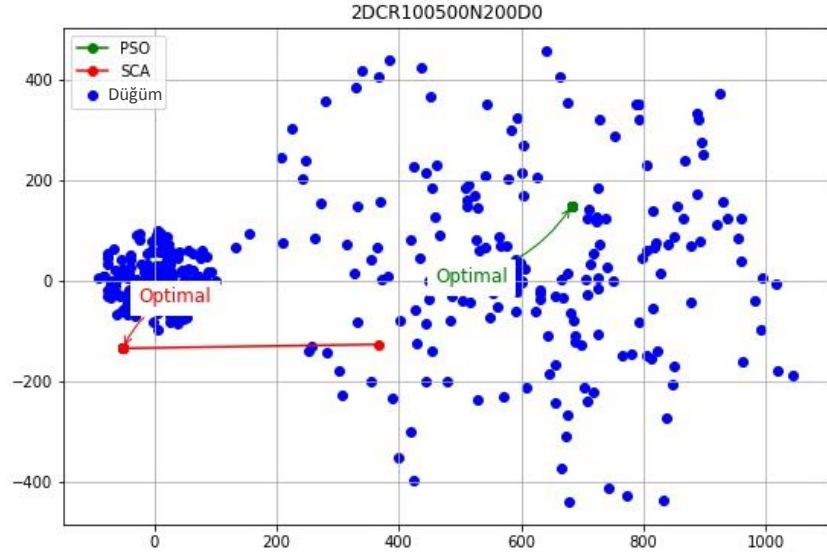
Şekil 4.15 (Devam): Deney H için baz istasyonu düğümü konumları.



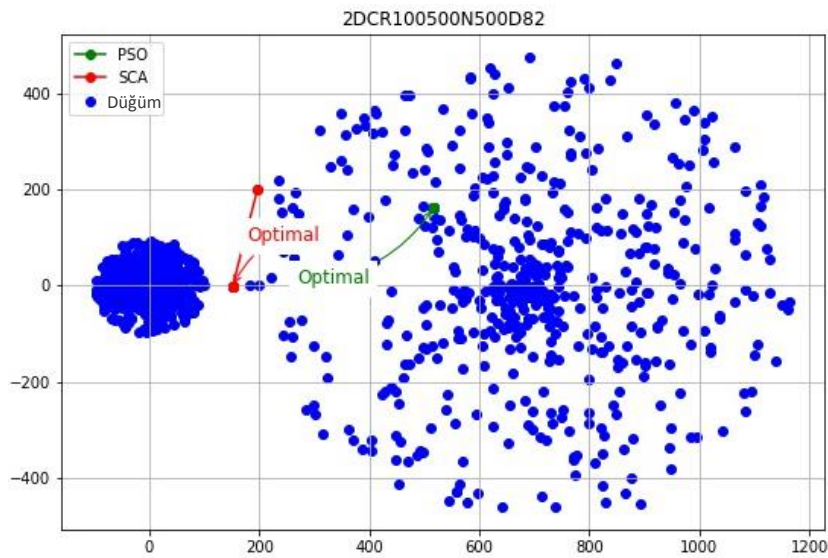
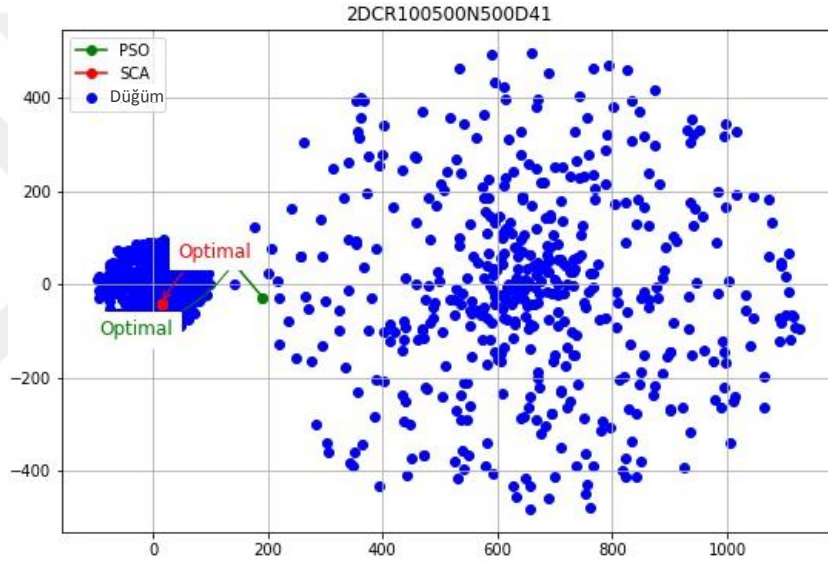
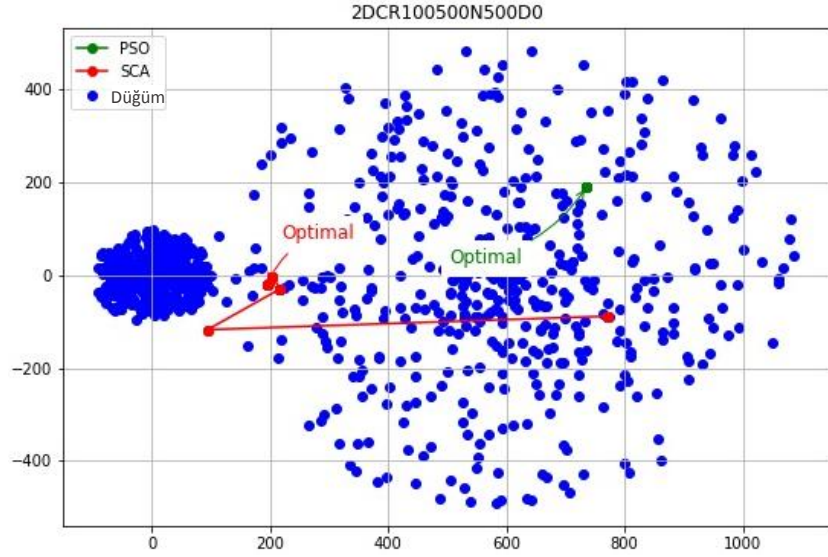
Şekil 4.15 (Devam): Deney H için baz istasyonu düğümü konumları.



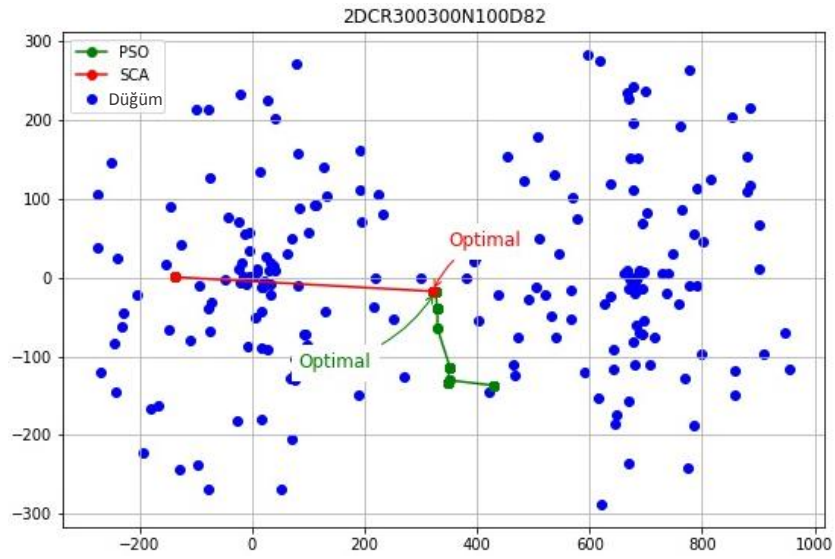
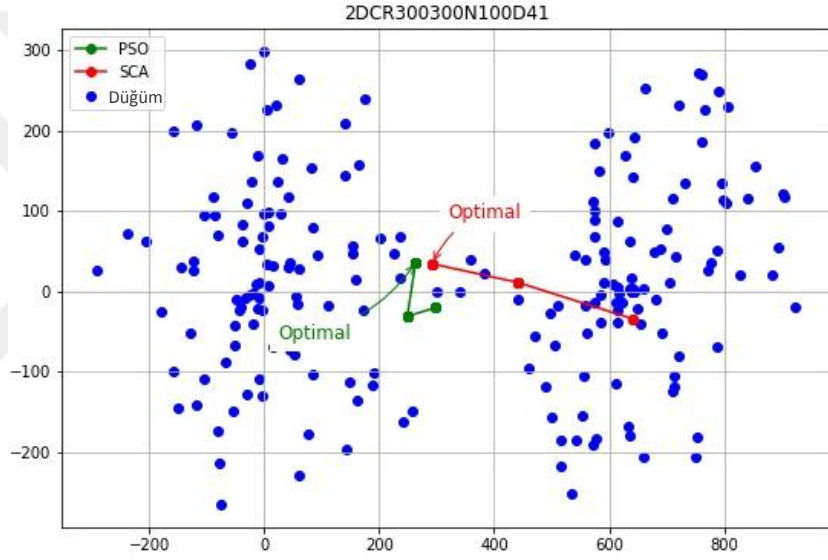
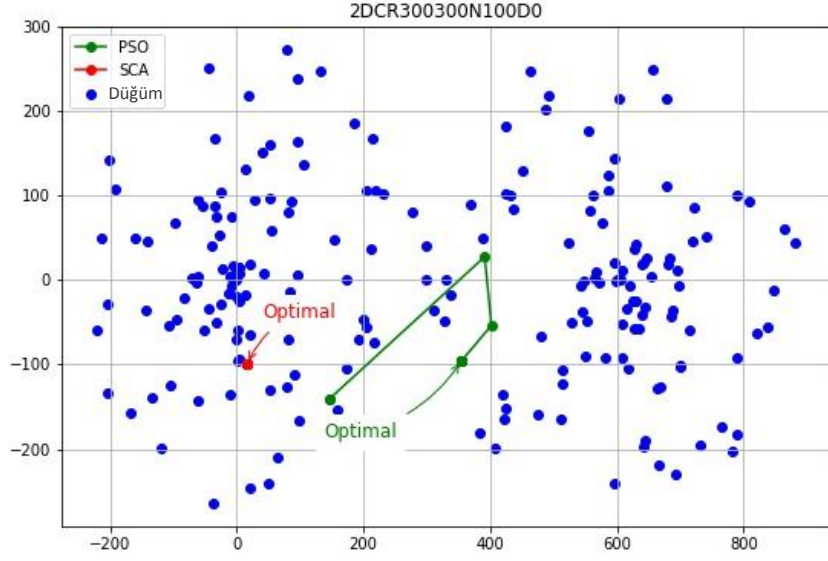
Şekil 4.15 (Devam): Deneysel H için baz istasyonu düğümü konumları.



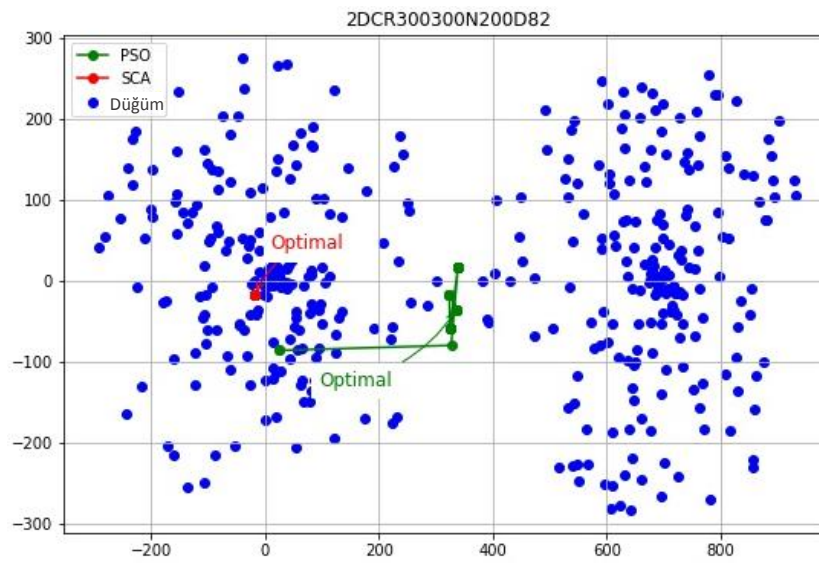
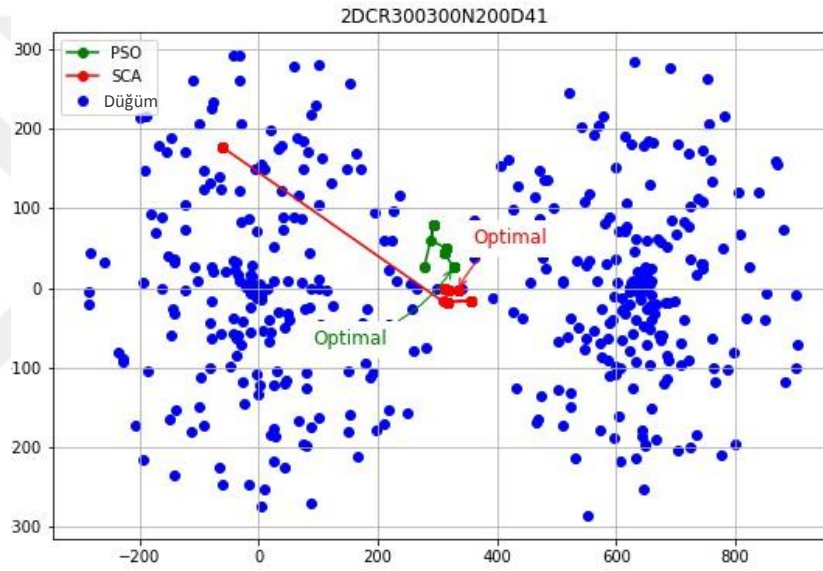
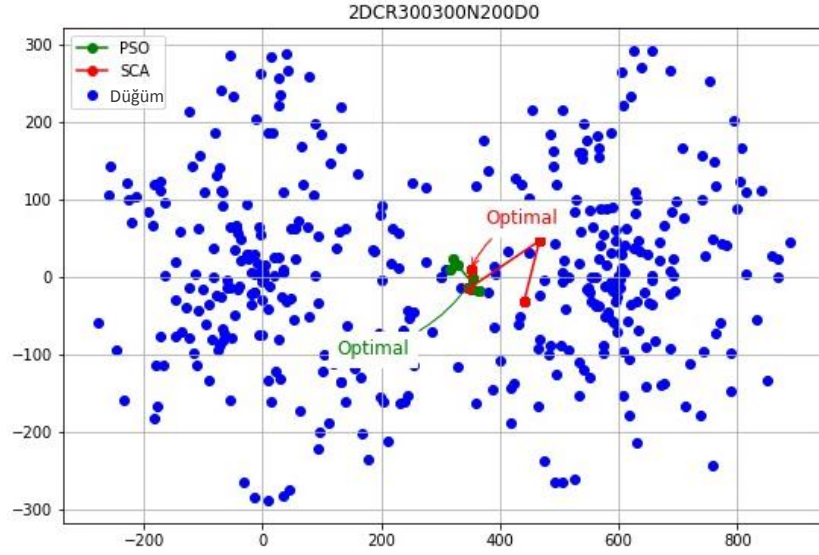
Şekil 4.15 (Devam): Deney H için baz istasyonu düğümü konumları.



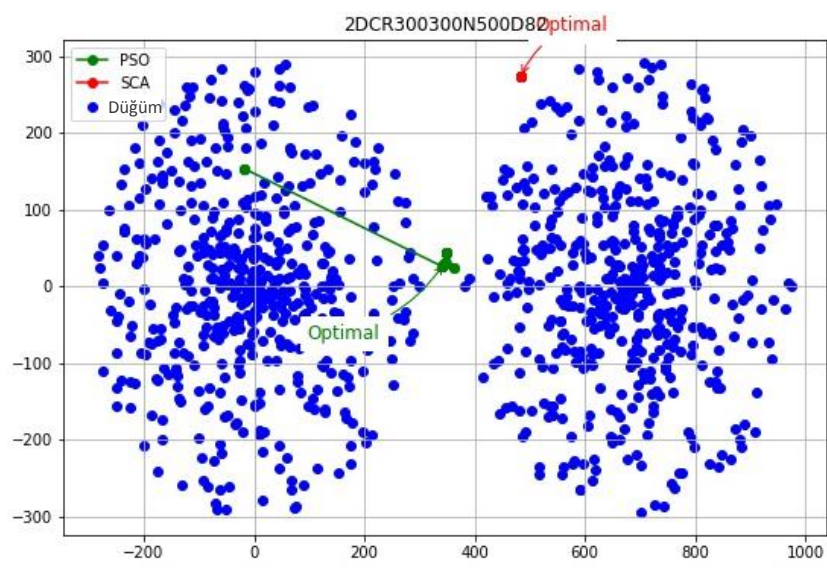
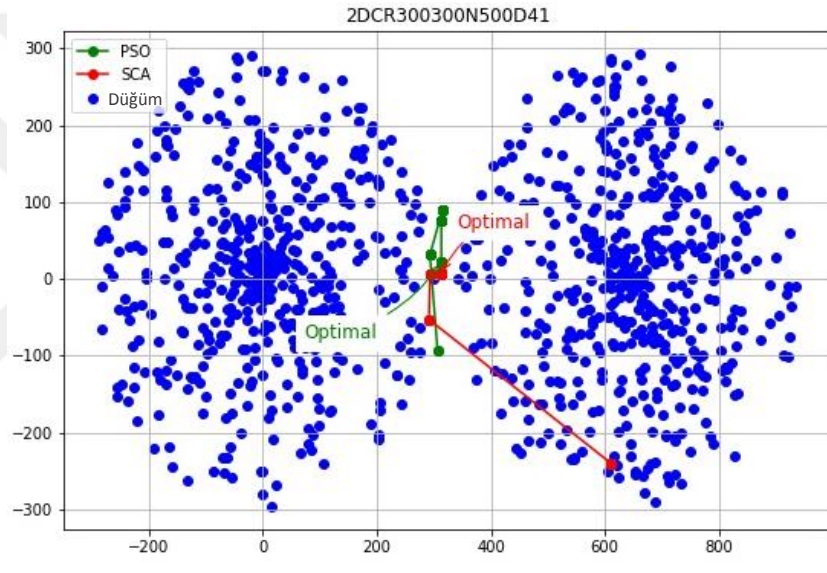
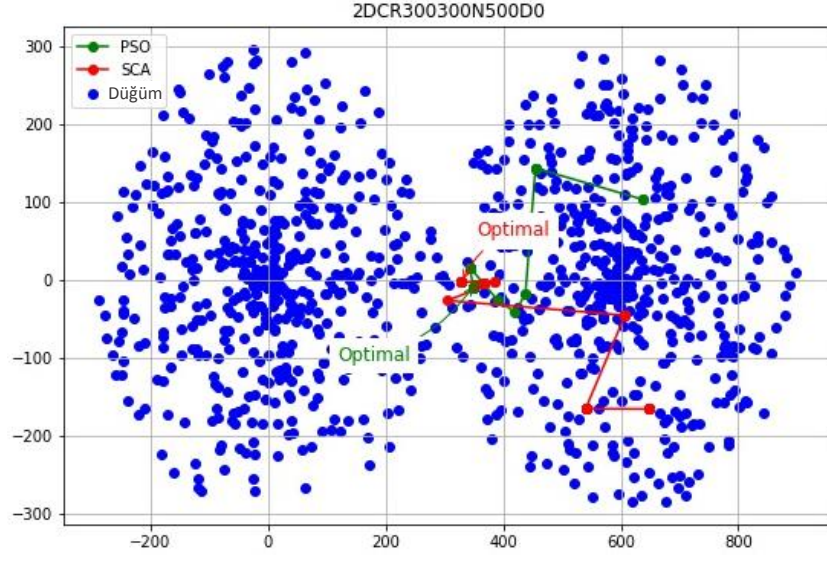
Şekil 4.15 (Devam): Deney H için baz istasyonu düğümü konumları.



Şekil 4.15 (Devam): Deney H için baz istasyonu düğümü konumları.



Şekil 4.15 (Devam): Deneş H için baz istasyonu düğümü konumları.



Şekil 4.15 (Devam): Deney H için baz istasyonu düğümü konumları.

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA

SKA algoritmasının performansını test etmek ve bir Kablosuz Algılayıcı Ağında baz istasyonu düğümünün en uygun konumunu bulmak için yaygın olarak kullanılan algoritmalarından biri olan PSO algoritması ile karşılaştırmak için, yürütülen deneyde farklı topolojiler test edilmiştir. En uygun konumun kablosuz algılayıcı ağının ömrünü maksimum düzeye çıkarması beklenmektedir. Böylece, KAA'nın ömrü, optimizasyon algoritmasının her iterasyonuna göre hesaplanır ve maksimum düzeye getirmek için o algoritmaya geri gönderilir. Gerçekleştirilen deneylerde test edilen Kablosuz Algılayıcı Ağlarının ömrü, baz istasyonu düğümünün en uygun konumu için her iki algoritma tarafından önerilen konumlar kullanarak Tablo 5.1'de özetlenmiştir.

Tablo 5.1: Yapılan deneylerin özeti.

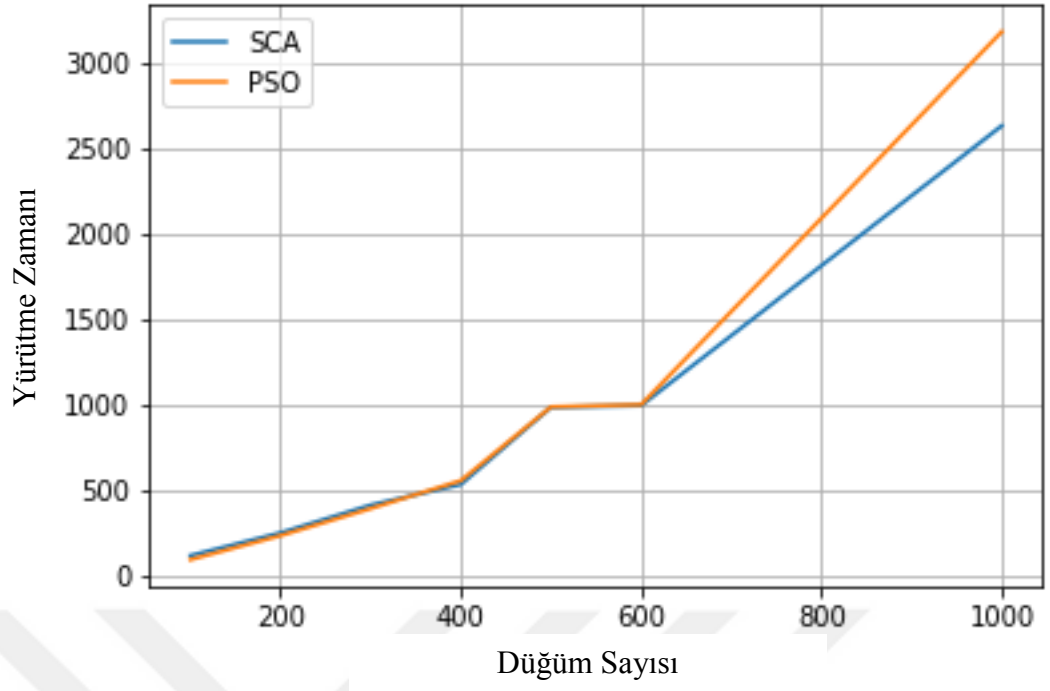
Deney	PSO		SKA	
	Ömür	Yürütme Süresi	Ömür	Yürütme Süresi
A	1.15E+07	1690	1.16E+07	1470
B	1.55E+07	2090	1.55E+07	1890
C	7.39E+05	3050	5.99E+05	2450
D	1.53E+06	922	1.49E+06	1310
E	1.21E+06	616	1.20E+06	589
F	1.41E+07	3154	1.37E+07	2978
G	1.09E+05	6370	1.09E+05	5340
H	2.51E+05	4980	2.63E+05	3750
Ortalama	5.62E+06	2505.38	5.55E+06	2240.75

SKA algoritması kullanılarak elde edilen ömüre göre, baz istasyonu düğümünün konumunu optimize etmek için PSO algoritması kullanıldığında, ağların ortalama ömrü, %1'lik bir iyileşme göstermiştir. Bu tür iyileştirmeler, algılayıcıların güç kaynakları sınırlı bir enerjiye sahip olduğu için bu tür ağlar açısından oldukça faydalıdır [49].

PSO algoritmasının en uygun konumu bulma yeterliliğine sahip olmasına rağmen, Tablo 5.1'de gösterildiği gibi SKA yöntemine kıyasla %10.56 daha fazla yürütme süresi gerektirmektedir.

Maksimum izin verilen mesafeden daha uzakta bulunan birden fazla noktaya sahip topolojilerin herhangi bir yöntemle çözülmesi neredeyse imkansızdır. Öte yandan, kalan ağdan uzakta bulunan sadece bir düğümü bulunan topolojiler, iletişimi sağlamak için bu düğümler arasındaki baz istasyonu düğümünün yerini belirleyerek çözülebilmektedir. Bu tür topolojilerin çözülmesi, optimizasyon algoritmasının performansının bir ölçüsü değildir çünkü bu tür konular, optimizasyon algoritmasının rastgele araştırılması yoluyla tesadüfen keşfedilir [50]. Böylece, rastgeleleştirme etkisini arttırmak için popülasyonu ve iterasyon sayısını arttırarak bu tür topolojilerin çözümlenme şansını arttırmak mümkündür, ancak optimizasyon algoritmasının performansını ölçmek için önemli bir etkisi yoktur.

Kablosuz Algılayıcı Ağının ömrünü maksimum düzeye getirmede optimizasyon algoritmalarının performansını değerlendirmek için bir diğer önemli ölçüm, en uygun değeri hesaplamak için gereken zamandır. Deneylerde ölçülen zamanlar, her bir algoritmanın ortalama yürütme süresini hesaplamak için karşılık gelen topolojideki düğüm sayısına göre dağıtılır. Bu yöntemlerin gerektirdiği yürütme süresinin sonuçları Şekil 5.1'de gösterilmiştir. Çizim her iki yöntemin gerektirdiği sürenin düğüm sayısının farklı aralıklarında hemen hemen aynı olduğunu, ancak topolojilerdeki düğümlerin sayısı artmaya başladığında, PSO algoritması için önemli ölçüde daha yüksek olmaya başladığını göstermektedir, ancak topolojideki düğüm sayısı yalnızca 100 olduğunda SKA algoritması için gerekli olan süreden çok az daha düşüktür.



Şekil 5.1: Yürütme zamanı ve topolojideki düğüm sayısı.

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ

Kablosuz algılayıcı ağlarının kullanımı bu ağların esnekliği, kullanım, bakım ve değiştirme kolaylığı sayesinde hızla artmaktadır. Bu algılayıcıların küçük boyutlu olmaları algılayıcıları portatif hale getirmekte ve bu ağların yüksek esnekliğinin arkasındaki neden olmaktadır. Bu da, cihazların hareket kabiliyetini etkilemeden enerji sağlama problemini ortaya çıkarmaktadır. Bunu yapmak için, bu algılayıcılarla birlikte genellikle küçük portatif güç kaynakları kullanılır; böylelikle, kablosuz algılayıcı ağlarının esnekliğini korumak için hareketlilik devam ettirilir. Bunun yanı sıra, daha küçük güç kaynaklarının kullanılması bu algılayıcıların ömürlerini uzatmak için güç tüketimini optimize etme zorluğunu meydana getirmektedir.

Algılayıcılar tarafından tüketilen güç, algılayıcı tarafından iletilen veri miktarından ve bu algılayıcı ağdaki algılayıcılar tarafından toplanan verilerin varış yeri olan kablosuz algılayıcı ağının baz istasyonu düğümü ile bağlayan algılayıcı ve ağdaki bir sonraki sıçrama arasındaki mesafeden etkilenir. Dolayısıyla, bir düğüm tarafından iletilen veriler yalnızca o algılayıcı tarafından toplanan verileri değil, aynı zamanda diğer düğümlerden o düğüm aracılığıyla baz istasyonu düğümüne iletilen verileri de içermektedir. Bu da, kablosuz algılayıcı ağının ömrünü en yükseğe çıkarmak için, verinin düğüm noktalarından geçerken izlediği yolları en aza indirmede baz istasyonu düğümünün konumunun önemini göstermektedir.

Güç tüketimini minimum düzeye indirgeyen en uygun konumu hesaplamak amacıyla farklı teknikler kullanan birçok algoritma baz istasyonu düğümünün konumunu optimize etmek için kullanılmaktadır. Bu tekniklerin çoğu, optimizasyon sürecine optimizasyonun gerekli olduğu alanın çok boyutlu uzayında birkaç rastgele nokta oluşturarak başlar. Daha sonra, optimize edilmesi gereken değer, oluşturulan her bir nokta için ölçülür. Bu noktalar, daha sonra gereken değerlere göre alanın çıktısını optimize etmek için algoritmanın hiyerarşisine bağlı olarak taşınır.

Parçacık sürü optimizasyon algoritması, kablosuz algılayıcılar ağındaki baz istasyonu düğümünün konumunu optimize etmek için yaygın olarak kullanılan algoritmalarından biridir.

Bu çalışmada, son zamanlarda kullanılmakta olan optimizasyon algoritması, sinüs kosinüs algoritması, bir kablosuz algılayıcı ağı için baz istasyonu düğümünün konumunun optimizasyonu alanında test edilmiştir. Bu algoritma da optimizasyon sürecini rasgele noktalar kullanarak başlatır, daha sonra bu noktalar, yinelemeler sırasında dengeli bir keşif ve kullanımda en uygun pozisyona doğru sapar. Bu, yinelemelerin en uygun konuma doğru sapmasını ve alanın yeteri kadar araştırılmasını sağlar; böylelikle, optimizasyon işlemi yerel bir minimuma doğru sapmaz ve optimum değerleri temsil eden global minimuma ulaşmaz. SKA yönteminin performansını değerlendirmek için bu algoritma kullanılarak elde edilen sonuçlar popüler PSO algoritması sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada yapılan deneylerin sonuçları, SKA yönteminin PSO yöntemine çok yakın bir performans sergilediğini göstermektedir; PSO yöntemi kullanılarak optimize edildiğinde farklı topolojilerin ortalama ömrü, SKA yöntemine göre elde edilenlerden %1 daha fazladır. Öte yandan, SKA yönteminin yürütme süresi, PSO yöntemiyle elde edilen yürütme süresinin yalnızca %89.44'üdür; yani da, SKA yöntemini kullanarak bir kablosuz algılayıcı ağında baz istasyonu düğümünün en uygun konumunun hesaplanmasının PSO yöntemine göre %10.56 daha hızlı olduğu anlamına gelmektedir. Bu da, SKA yönteminin bir kablosuz algılayıcı ağı için baz istasyonu düğümü optimizasyonuna uygulandığında nispeten daha iyi bir performans sergilediğini göstermektedir.

Gelecekte yapılacak çalışmalar için, SKA yönteminin performansını, çoklu alt ağlardan oluşan bir kablosuz algılayıcı ağında geçiş düğümlerinin konumunu optimize etmede test etmek önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Mohanty, Sanatan. Energy Efficient Routing Algorithms for Wireless Sensor Networks and Performance Evaluation of Quality of Service for IEEE 802.15.4 Networks. Diss. 2010.
- [2] Shaikh, Faisal Karim, Sherali Zeadally, and Ernesto Exposito. "Enabling technologies for green internet of things." *IEEE Systems Journal* 11.2 (2017):pp. 983-994.
- [3] Nayak, Padmalaya. "Internet of Things Services, Applications, Issues, and Challenges." *Handbook of Research on Advanced Wireless Sensor Network Applications, Protocols, and Architectures*. IGI Global, 201.pp. 353-368.
- [4] Machorro-Cano, I., Alor-Hernández, G., Cruz-Ramos, N. A., Sánchez-Ramírez, C., & Segura-Ozuna, M. G. (2018). A Brief Review of IoT Platforms and Applications in Industry. In *New Perspectives on Applied Industrial Tools and Techniques* (pp. 293-324). Springer International Publishing.
- [5] Ramirez, A. R. G., González-Carrasco, I., Jasper, G. H., Lopez, A. L., Lopez-Cuadrado, J. L., & García-Crespo, A. (2017). Towards Human Smart Cities: Internet of Things for sensory impaired individuals. *Computing*, 99(1), pp.107-126.
- [6] Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E. (2002). A survey on sensor networks. *IEEE Communications magazine*, 40(8),pp. 102-114.
- [7] Anchugam, C. V., & Thangadurai, K. (2017). Security in Wireless Sensor Networks (WSNs) and Their Applications. In *Information Fusion for Cyber-Security Analytics* (pp. 195-228). Springer International Publishing.
- [8] Ahmed, Mukhtiar, Mazleena Salleh, and M. Ibrahim Channa. "Routing protocols based on protocol operations for underwater wireless sensor network: A survey." *Egyptian Informatics Journal* (2017).

- [9] Pantazis, Nikolaos A., Stefanos A. Nikolidakis, and Dimitrios D. Vergados. "Energy-efficient routing protocols in wireless sensor networks: A survey." *IEEE Communications surveys & tutorials* 15.2 (2013): pp.551-591.
- [10] A Akyildiz, Ian F., et al. "A survey on sensor networks." *IEEE Communications magazine* 40.8 (2002): 102-114. APA. [10]B Chen, Baozhi, and Dario Pompili. "Transmission of patient vital signs using wireless body area networks." *Mobile Networks and Applications* 16.6 (2011):pp. 663-682.
- [11] Singh, Shio Kumar, M. P. Singh, and D. K. Singh. "A survey of energy-efficient hierarchical cluster-based routing in wireless sensor networks." *International Journal of Advanced Networking and Application (IJANA)* 2.02 (2010): pp.570-580.
- [12] Bello, Oladayo, and Sherali Zeadally. "Intelligent device-to-device communication in the internet of things." *IEEE Systems Journal* 10.3 (2016):pp. 1172-1182.
- [13] Sudevalayam, Sujesha, and Purushottam Kulkarni. "Energy harvesting sensor nodes: Survey and implications." *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 13.3 (2011): pp.443-461.
- [14] Akkaya, Kemal, and Mohamed Younis. "A survey on routing protocols for wireless sensor networks." *Ad hoc networks* 3.3 (2005):pp. 325-349.
- [15] Al-Karaki, Jamal N., and Ahmed E. Kamal. "Routing techniques in wireless sensor networks: a survey." *IEEE wireless communications* 11.6 (2004):pp. 6-28.
- [16] Heidemann, J., Silva, F., Intanagonwiwat, C., Govindan, R., Estrin, D., & Ganesan, D.. "Building efficient wireless sensor networks with low-level naming." *ACM SIGOPS Operating Systems Review*. Vol. 35. No. 5. ACM, 2001.
- [17] Kumar, Dilip, Trilok C. Aseri, and R. B. Patel. "EEHC: Energy efficient heterogeneous clustered scheme for wireless sensor networks." *Computer Communications* 32.4 (2009): pp.662-667.
- [18] Kim, J. M., Park, S. H., Han, Y. J., & Chung, T. M. (2008, February). CHEF: cluster head election mechanism using fuzzy logic in wireless sensor networks. In *Advanced communication technology, 2008. ICACT 2008. 10th international conference on* (Vol. 1, pp. 654-659). IEEE.

- [19] Younis, Ossama, and Sonia Fahmy. "HEED: a hybrid, energy-efficient, distributed clustering approach for ad hoc sensor networks." *IEEE Transactions on mobile computing* 3.4 (2004):pp. 366-379.
- [20] Abbasi, Ameer Ahmed, and Mohamed Younis. "A survey on clustering algorithms for wireless sensor networks." *Computer communications* 30.14 (2007): pp.2826-2841.
- [21] Manjeshwar, Arati, and Dharma P. Agrawal. "TEEN: a routing protocol for enhanced efficiency in wireless sensor networks." null. *IEEE*, 2001.
- [22] Akkaya, Kemal, and Mohamed Younis. "A survey on routing protocols for wireless sensor networks." *Ad hoc networks* 3.3 (2005):pp. 325-349.
- [23] Anastasi, Giuseppe, et al. "Energy conservation in wireless sensor networks: A survey." *Ad hoc networks* 7.3 (2009): 537-568.
- [24] Boukerche, Azzedine, ed. *Algorithms and protocols for wireless sensor networks*. Vol. 62. John Wiley & Sons, 2008.
- [25] Xu, Ya, John Heidemann, and Deborah Estrin. "Geography-informed energy conservation for ad hoc routing." *Proceedings of the 7th annual international conference on Mobile computing and networking*. ACM, 2001.
- [26] Akkaya, Kemal, and Mohamed Younis. "An energy-aware QoS routing protocol for wireless sensor networks." *Distributed Computing Systems Workshops, 2003. Proceedings. 23rd International Conference on*. *IEEE*, 2003.
- [27] Younis, Ossama, and Sonia Fahmy. "HEED: a hybrid, energy-efficient, distributed clustering approach for ad hoc sensor networks." *IEEE Transactions on mobile computing* 3.4 (2004):pp. 366-379.
- [28] Jamshidi A, Nasiri-Kenari M. Performance analysis of transmitter-side cooperation–receiver-side-relaying schemes for heterogeneous sensor networks. *Vehicular Technology, IEEE Transactions on*, 2008, 57(3): pp.1548-63
- [29] Prusty, Alok R., Srinivas Sethi, and Ajit Kumar Nayak. "A hybrid multi-hop mobility assisted heterogeneous energy efficient cluster routing protocol for Wireless Ad hoc Sensor Networks." *Journal of High Speed Networks* 22.4 (2016): pp.265-280.

- [30] Jiang, Dingde, Zhengzheng Xu, and Zhihan Lv. "A multicast delivery approach with minimum energy consumption for wireless multi-hop networks." *Telecommunication systems* 62.4 (2016): pp.771-782.
- [31] Naranjo, Paola G. Vinueza, et al. "A new stable election-based routing algorithm to preserve aliveness and energy in fog-supported wireless sensor networks." *Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2016 IEEE International Conference on*. IEEE, 2016.
- [32] Jiang, Dingde, et al. "Network coding-based energy-efficient multicast routing algorithm for multi-hop wireless networks." *Journal of Systems and Software* 104 (2015): pp.152-165.
- [33] Sharma, Arushi, et al. "Analysis and Simulation of Energy Efficient Optimal Scenarios for Cluster Based Routing Protocol in Wireless Sensor Network." *Journal of Network Security Computer Networks* 2.1 (2016).
- [34] Chadha, Robin. "A survey on positioning based energy efficient wireless sensor network." *International Journal for Science, Management and Technology (IJSMT)* 10.10 (2016).
- [35] Fujii, Shohei, et al. "Optimal cluster head selection and rotation of cognitive wireless sensor networks for simultaneous data gathering." *Information Networking (ICOIN), 2017 International Conference on*. IEEE, 2017.
- [36] Mann, Palvinder Singh, and Satvir Singh. "Energy-Efficient Hierarchical Routing for Wireless Sensor Networks: A Swarm Intelligence Approach." *Wireless Personal Communications* 92.2 (2017): pp.785-805.
- [37] Patota F, Chiaraviglio L, Bella F, Deriu V, Fortunato S, Cuomo F. DAFNES: A distributed algorithm for network energy saving based on stress-centrality. *Computer Networks*, 2015
- [38] Kim D, Kim H, Li D, Kwon S-S, Tokuta AO, Cobb JA. Maximum lifetime dependable barrier-coverage in wireless sensor networks. *Ad Hoc Networks*, 2016, 36: pp.296-307.
- [39] Park J, Sahni S. An online heuristic for maximum lifetime routing in wireless sensor networks. *Computers, IEEE Transactions on*, 2006, 55(8): pp.1048-56
- [40] Madan R, Lall S. Distributed algorithms for maximum lifetime routing in wireless sensor networks. *Wireless Communications, IEEE Transactions on*, 2006, 5(8): pp.2185-93

- [41] Chang J-H, Tassiulas L. Maximum lifetime routing in wireless sensor networks. *IEEE/ACM Transactions on Networking (TON)*, 2004, 12(4):pp. 609-19
- [42] Zytoune O, Aboutajdine D. A uniform balancing energy routing protocol for wireless sensor networks. *Wireless Personal Communications*, 2010, 55(2): pp.147-61
- [43] Ming Lu Y, WS Wong V. An energy-efficient multipath routing protocol for wireless sensor networks. *International Journal of Communication Systems*, 2007, 20(7):pp. 747-766
- [44] Huang H, Hu G, Yu F. Energy-aware geographic routing in wireless sensor networks with anchor nodes. *International Journal of Communication Systems*, 2013, 26(1): pp.100-13
- [45] Park C, Jung I. Traffic-aware routing protocol for wireless sensor networks. *Conference Traffic-aware routing protocol for wireless sensor networks. IEEE*, p. 1-8
- [46] Chiang S-Y, Wang J-L. Routing analysis using fuzzy logic systems in wireless sensor networks. *Conference Routing analysis using fuzzy logic systems in wireless sensor networks. Springer*, pp. 966-73.
- [47] Kulkarni, Raghavendra V., and Ganesh Kumar Venayagamoorthy. "Particle swarm optimization in wireless-sensor networks: A brief survey." *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)* 41, no. 2 (2011): 262-267.
- [48] Mendis, Champake, Siddeswara Mayura Guru, Saman Halgamuge, and Saman Fernando. "Optimized sink node path using particle swarm optimization." In *Advanced Information Networking and Applications*, 2006. AINA 2006. 20th International Conference on, vol. 2, pp. 5-pp. IEEE, 2006.
- [49] Paradiso, Joseph A., and Thad Starner. "Energy scavenging for mobile and wireless electronics." *IEEE Pervasive computing* 4.1 (2005): 18-27.
- [50] Konak, Abdullah, David W. Coit, and Alice E. Smith. "Multi-objective optimization using genetic algorithms: A tutorial." *Reliability Engineering & System Safety* 91.9 (2006): 992-1007.
- [51] Mirjalili, Seyedali. "SCA: a sine cosine algorithm for solving optimization problems." *Knowledge-Based Systems* 96 (2016):pp. 120-133.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ali Lateef Mohsin MOHSIN

Uyruğu : Irak

Doğum Yeri ve Tarihi : NAJAF 14.08.1979

Medeni Hali : Evli

Adres : Murat Mh. Bağlar Cad. 201/13 Çankaya – Ankara

E-Posta Adresi : eali28060@gmail.com

İletişim (Telefon) : 00905315834699



EĞİTİM

Lise : Najaf Teknik Lisesi / Irak - Najaf

Lisans : The University College Of Humanity Studies / Irak - Najaf

Yüksek Lisans : Türk Hava Kurumu Üniversitesi

MESLEKİ DENEYİM

2006- : Bilgisayar Mühendisi /Irak Elektrik Bakanlığı

DİLLER

Arapça, Türkçe, İngilizce