



Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı  
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalı

**KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLARDA KAPSANMA  
ORANININ ELEKTROMAGNETİZMA-BENZER ALGORİTMASI  
VE ELFES OLASILIKSAL ALGILAMA MODELİ İLE  
OPTİMİZASYONU**

Nawzad Hasan ALİ

Yüksek Lisans Tezi

Van, 2019

KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLARDA KAPSANMA ORANININ  
ELEKTROMAGNETİZMA-BENZER ALGORİTMASI VE ELFES OLASILIKSAL  
ALGILAMA MODELİ İLE OPTİMİZASYONU

Nawzad Hasan ALİ

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Recep ÖZDAĞ


Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı  
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Van, 2019

**KABUL VE ONAY**

Nawzad Hasan ALİ tarafından hazırlanan "Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Kapsanma Oranının Elektromagnetizma-Benzer Algoritması ve Elfes Olasılıksal Algılama Modeli ile Optimizasyonu" başlıklı bu çalışma, 08/01/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Hayati ÇAVUŞ (Başkan)



Dr. Öğr. Üyesi. Recep ÖZDAĞ (Danışman)



Dr. Öğr. Üyesi Murat DEMİR

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

Doç. Dr. Fuat TANHAN

Enstitü Müdürü

## BİLDİRİM

Hazırladığım tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kâğıt ve elektronik kopyalarının Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim/Raporum sadece Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi yerleşkesinden erişime açılabilir.
- Tezimin/Raporumun 6 Ay süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

08/01/2019



Nawzad Hasan ALİ

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı yapmamda bana güç, sabır ve kabiliyet bahşeden Allah'a sonsuz hamd ve senalar olsun. Bu çalışmayı tamamlama sürecinde bana rehberlik etme konusunda ciddi çabalar sarf eden danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Recep ÖZDAĞ'a en içten şükranlarımı sunarım. Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü başkanı Doç. Dr. Hayati ÇAVUŞ'a özel teşekkürlerimi arz ederim.

Duhok Üniversitesi Tıp Fakültesi dekanı Prof. Dr. Qasim Hasso Abdulla ve Tıp Fakültesi Lisansüstü Çalışmalar Bölümü Başkanı Dr. Souzan Hussain Eassa'ya özel olarak teşekkür ederim. Bu çalışmanın pratik kısmını bitirmem için bana şans tanıyan, Duhok Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Bölümü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma boyunca benden yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Adel Talib'e özel olarak teşekkürlerimi arz ederim.

Çalışmamın ilk gününden son gününe kadar yanımda oldukları için anneme, kız kardeşime, erkek kardeşlerime ve son olarak da teyzeme en içten şükranlarımı arz ederim.

Son olarak, bu çalışma süreci boyunca, bana gösterdiği sabır, verdiği cesaret ve ettiği yardımlar için eşime en içten, en derin şükran, saygı ve sevgilerimi sunarım.

## ÖZET

ALİ, Nawzad Hasan. *Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Kapsanma Oranının Elektromagnetizma-Benzer Algoritması ve Elfes Olasılıksal Algılama Modeli ile Optimizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 2019.

Kablosuz Algılayıcı Ağ'lar kritik ortamların takibi, felaket durumlarının tespiti, çevrenin izlenmesi gibi ulusal güvenliği gerektiren çeşitli uygulamalarda son yıllarda birçok araştırmacı tarafından çalışılan önemli bir çalışma sahası olmuştur. Bu ağları oluşturan algılayıcıların algılama, hesaplama ve iletişim yetenekleri ile birlikte enerjileri de sınırlı olduğu için belli bir alan içerisindeki yerleşimlerinin rastgele olarak yapılması; hem ilgili alanın etkin bir şekilde kapsanamamasına hem de algılayıcıların enerjilerinin gereğinden fazla tüketilerek ağın yaşam süresinin azalmasına neden olacaktır. Bu süreçte algılayıcıların alandaki yerleşimlerinin dinamik olarak yapılması ağın kapsanma oranının artırılmasında ve ağın yaşam süresini uzatarak alanın algılanma sürekliliğinin sağlanmasında önemli bir rol oynar. Kablosuz Algılayıcı Ağ'ların kapsanma oranlarının optimizasyonu ilgili alandaki hedeflerin dağıtılan algılayıcılar tarafından optimum olarak kapsandığını ve bu hedeflerin algılayıcılar tarafından izlenebildiğini gösterir.

Literatürde yapılan çalışmalarda sezgisel tabanlı olarak algılayıcıların dinamik dağıtım probleminin çözümü için birçok yaklaşım önerilmiştir. Ayrıca hem İkili Tarama Modeli hem de Olasılıksal Tarama Modeli kullanılarak Elektromagnetizma-Benzer algoritma tabanlı yeni yaklaşımlarda önerilmiştir. Bu çalışmada ise literatürde çalışılmayan Elektromagnetizma-Benzer algoritma tabanlı Elfes Olasılıksal Algılama Modeli kullanılarak hem ağın kapsanma oranını optimize edilmesi hem de literatüre yeni bir bakış açısı kazandırmak amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasında, hem mobil hem de statik düğümlerden oluşan homojen ve heterojen algılayıcıların tanımlanan alanı optimum olarak kapsayarak etkin bir dinamik dağılım yapılması hedeflenmiştir. 2 boyutlu bir düzlem olarak temel alınan Kablosuz Algılayıcı Ağ'daki alan kapsama probleminin çözümü için meta-sezgisel tabanlı Elektromagnetizma-Benzer algoritması esas alınarak ve Elfes Olasılıksal Algılama Modeli kullanılarak yeni bir dinamik dağıtım yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu yaklaşımın ağdaki benzetimi MATLAB ortamında gerçekleştirilen Monte Carlo simülasyonları ile yapılmıştır. Elde edilen deneysel bulgular; alan kapsama problemi için geliştirilen yaklaşımın rastgele dağıtım ile karşılaştırıldığında daha etkin olduğunu ve ulaşılan kapsama oranlarına göre algılayıcıların ilgili alandaki optimum

yerleşimlerinin sağlandığını ve dinamik bir dağıtım yöntemi olarak önerilebileceğini göstermiştir.

### **Anahtar Sözcükler**

Kablosuz Algılayıcı Ağlar, Alan Kapsama Problemi, Algılayıcı Dinamik Dağıtım, Elektromagnetizma-Benzer Algoritması, Elfes Olasılıksal Algılama Modeli.



## ABSTRACT

ALİ, Nawzad Hasan. *Optimization of Coverage Ratio by Electromagnetism-Like Algorithm and Elfes Probabilistic Detection Model in Wireless Sensor Networks*, Master Thesis, Van Yuzuncu Yil University, Van, 2019.

Wireless Sensor Networks (WSNs) has been an important area of work, which has been studied by many researchers in recent years, in various applications that require national security, such as monitoring critical environments, detecting disaster situations, and monitoring the environment. Because of the perception, calculation and communication capabilities of the sensors that constitute the WSNs, their location within a certain area is made randomly because their energies are limited; both the area cannot be effectively covered and the energies of the sensors will be consumed excessively and the network life time will be reduced. In this process, the dynamic placement of the sensors in the field plays an important role in increasing the coverage of the network and ensuring the continuity of the perception of the area by extending the life of the network. The optimization of the coverage rates of the WSNs indicates that the targets in the relevant area are optimally covered by the distributed sensors and that these targets can be monitored by the sensors.

Many studies have been proposed in the literature to solve the dynamic deployment problem of WSNs in an intuitive way. It has also been proposed in new approaches based on Electromagnetism-Like algorithms using both the Binary Detection Model and the Probability Detection Model. The aim of this study is to optimize the ratio of WSNs and to give a new perspective to the literature.

In this thesis, it is aimed to make an effective dynamic distribution by covering the defined area of homogeneous and heterogeneous sensors composed of both mobile and static nodes. A new dynamic deployment approach was developed based on the meta-heuristic based Electromagnetism-Like algorithm for solving the area coverage problem in the WSN on a 2-dimensional plane and using the Elfes Probability Detection Model. The simulation of this approach in WSNs was carried out with Monte Carlo simulations performed in MATLAB environment. Experimental findings obtained; It has been shown that the approach developed for the field coverage problem is more effective compared to random distribution and that the optimal placement of the sensors in the relevant area is provided according to the coverage ratio reached and can be proposed as a dynamic deployment method.



**Key Words**

Wireless Sensor Networks, Area Coverage Problem, Sensor Dynamic Deployment, Electromagnetism-Like Algorithm, Elfes Probability Detection Model.



## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY .....	i
BİLDİRİM .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	viii
KISALTMALAR DİZİNİ .....	x
TABLolar DİZİNİ .....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xii
1. BÖLÜM:GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç.....	2
1.2. Problem.....	3
1.3. Önem .....	3
1.4. Varsayımlar .....	3
2. BÖLÜM:LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ.....	4
3. BÖLÜM:KAPSAMA PROBLEMLERİ .....	7
3.1. Alan Kapsama Problemi .....	7
3.1.1. Deterministik Düğüm Dağıtımı.....	8
3.1.2. Rastgele Düğüm Dağıtımı.....	8
3.2. Nokta (Hedef) Kapsama Problemi .....	8
3.3. Engel Kapsama Problemi.....	9
4. BÖLÜM:ALGILAMA MODELLERİ .....	10
4.1. Deterministik Algılama Modeli.....	10
4.1.1. İkili Algılama Modeli.....	10
4.2. Olasılıksal Algılama Modeli .....	11

4.2.1. Elfes Olasılıksal Algılama Modeli .....	12
<b>5. BÖLÜM:YÖNTEM .....</b>	<b>13</b>
5.1 Elektromagnetizma – Benzer Algoritması.....	13
5.1.1. EM Algoritma Yapısı.....	13
<b>5.2. Önerilen Yöntem.....</b>	<b>18</b>
5.2.1. Elfes Olasılıksal Algılama Modelinin Matematiksel Modeli .....	18
5.2.2. EPDM-EM Algoritması .....	21
<b>6. BÖLÜM:DENEYSSEL BULGULAR VE YORUMLAR.....</b>	<b>24</b>
6.1. Mobil Düğüm Dağılımı .....	26
6.1.1. $\lambda = 0.01$ için Mobil Düğüm Dağılımı .....	26
6.1.2. $\lambda = 0.03$ için Mobil Düğüm Dağılımı .....	29
6.1.3. $\lambda = 0.05$ için Mobil Düğüm Dağılımı .....	32
6.1.4. $\lambda = 0.07$ için Mobil Düğüm Dağılımı .....	36
6.1.5. $\lambda = 0.09$ için Mobil Düğüm Dağılımı .....	39
6.2. Mobil ve Statik Düğüm Dağılımı .....	42
6.2.1. $\lambda = 0.01$ için Mobil ve Statik Düğüm Dağılımı .....	43
6.2.2. $\lambda = 0.03$ için Mobil ve Statik Düğüm Dağılımı .....	46
6.2.3. $\lambda = 0.05$ için Mobil ve Statik Düğüm Dağılımı .....	49
6.2.4. $\lambda = 0.07$ için Mobil ve Statik Düğüm Dağılımı .....	53
6.2.5. $\lambda = 0.09$ için Mobil ve Statik Düğüm Dağılımı .....	56
6.3. Mobil ve Statik Düğümün Dağılım Sonrası Yerleşimleri.....	60
<b>7. BÖLÜM:SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....</b>	<b>64</b>
7.1. Sonuç ve Tartışma.....	64
7.2. Öneriler .....	67
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>68</b>
<b>ÖZ GEÇMİŞ.....</b>	<b>72</b>

## KISALTMALAR DİZİNİ

ABC	: Artificial Bee Colony (Yapay Arı Kolonisi)
ACO	: Ant Colony Algorithm (Karıncı Kolonisi Algoritması)
ark.	: arkadaşları
BDM	: Binary Detection Model (İkili Tarama Modeli)
CPSO	: Co-evolutionary Particle Swarm Optimization (Ortak Evrimsel Parçacık Sürü Optimizasyonu)
EDP	: Elfes Detection Probabilistic (Elfes Taranma Olasılığı)
EM	: ElektroMagnetizma-Benzer
EPDM-EM	:Elfes Probabilistic Deployment Model based on Electromagnetism-Like Algorithm (Elektromagnetizma-Benzer Algoritmasını temel alan Elfes Olasılıksal Dağıtım Modeli)
KAA	: Kablosuz Algılayıcı Ağ
PDM	: Probabilistic Detection Model (Olasılıksal Tarama Modeli)
PSO	: Particle Swarm Optimization (Parçacık Sürü Optimizasyonu)
vb.	: ve benzeri
VF	: Virtual Force (Sanal Kuvvet)

## TABLOLAR DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> EPDM-EM parametreleri.....	24
<b>Tablo 2.</b> $\lambda$ ve Öklid mesafesine göre hesaplanan <i>çeşik</i> oranları.....	25
<b>Tablo 3.</b> $20^{(1)}$ , $40^{(2)}$ , $60^{(3)}$ , $80^{(4)}$ , $100^{(5)}$ mobil algılayıcı dağılımında $\lambda = 0.01$ alındığında <i>çeşik</i> oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları .....	26
<b>Tablo 4.</b> $20^{(1)}$ , $40^{(2)}$ , $60^{(3)}$ , $80^{(4)}$ , $100^{(5)}$ mobil algılayıcı dağılımında $\lambda = 0.03$ alındığında <i>çeşik</i> oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları .....	29
<b>Tablo 5.</b> $20^{(1)}$ , $40^{(2)}$ , $60^{(3)}$ , $80^{(4)}$ , $100^{(5)}$ mobil algılayıcı dağılımında $\lambda = 0.05$ alındığında <i>çeşik</i> oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları .....	33
<b>Tablo 6.</b> $20^{(1)}$ , $40^{(2)}$ , $60^{(3)}$ , $80^{(4)}$ , $100^{(5)}$ mobil algılayıcı dağılımında $\lambda = 0.07$ alındığında <i>çeşik</i> oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları .....	36
<b>Tablo 7.</b> $20^{(1)}$ , $40^{(2)}$ , $60^{(3)}$ , $80^{(4)}$ , $100^{(5)}$ mobil algılayıcı dağılımında $\lambda = 0.09$ alındığında <i>çeşik</i> oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları .....	39
<b>Tablo 8.</b> $16^{(1)}$ , $32^{(2)}$ , $48^{(3)}$ , $64^{(4)}$ , $80^{(5)}$ mobil algılayıcı dağılımı ile $4^{(1)}$ , $8^{(2)}$ , $12^{(3)}$ , $16^{(4)}$ , $20^{(5)}$ statik algılayıcı dağıtımında $\lambda = 0.01$ alındığında <i>çeşik</i> oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları.....	43
<b>Tablo 9.</b> $16^{(1)}$ , $32^{(2)}$ , $48^{(3)}$ , $64^{(4)}$ , $80^{(5)}$ mobil algılayıcı dağılımı ile $4^{(1)}$ , $8^{(2)}$ , $12^{(3)}$ , $16^{(4)}$ , $20^{(5)}$ statik algılayıcı dağıtımında $\lambda = 0.03$ alındığında <i>çeşik</i> oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları.....	46
<b>Tablo 10.</b> $16^{(1)}$ , $32^{(2)}$ , $48^{(3)}$ , $64^{(4)}$ , $80^{(5)}$ mobil algılayıcı dağılımı ile $4^{(1)}$ , $8^{(2)}$ , $12^{(3)}$ , $16^{(4)}$ , $20^{(5)}$ statik algılayıcı dağıtımında $\lambda = 0.05$ alındığında <i>çeşik</i> oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları.....	50
<b>Tablo 11.</b> $16^{(1)}$ , $32^{(2)}$ , $48^{(3)}$ , $64^{(4)}$ , $80^{(5)}$ mobil algılayıcı dağılımı ile $4^{(1)}$ , $8^{(2)}$ , $12^{(3)}$ , $16^{(4)}$ , $20^{(5)}$ statik algılayıcı dağıtımında $\lambda = 0.07$ alındığında <i>çeşik</i> oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları.....	53
<b>Tablo 12.</b> $16^{(1)}$ , $32^{(2)}$ , $48^{(3)}$ , $64^{(4)}$ , $80^{(5)}$ mobil algılayıcı dağılımı ile $4^{(1)}$ , $8^{(2)}$ , $12^{(3)}$ , $16^{(4)}$ , $20^{(5)}$ statik algılayıcı dağıtımında $\lambda = 0.09$ alındığında <i>çeşik</i> oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları.....	57

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Alan Kapsama .....	7
Şekil 2. Rastgele düğüm Dağıtımı .....	8
Şekil 3. Hedef Kapsama .....	9
Şekil 4. Engel Kapsama .....	9
Şekil 5. Olasılıksal algılama mesafeleri.....	11
Şekil 6. Süper pozisyon ilkesi.....	16
Şekil 7. A parçacığına B ve C tarafından uygulanan $F_{total}$ bileşke kuvvet.....	17
Şekil 8. Alandaki Grid noktaları temsil eden kapsama haritası .....	19
Şekil 9. Düğümün $r_{max}$ mesafesi içindeki <i>ceşik</i> oran hesabı için referans alınan P noktaları	20
Şekil 10. (a) kesişmenin oluşmadığı ve (b) kesişmenin olduğu durumlardaki algılayıcıların yerleşimleri .....	20
Şekil 11. $d_{si}$ , $P$ mesafesine göre Elfes Taranma Olasılığı değişim grafiği .....	25
Şekil 12. $\lambda = 0.01$ için 20-100 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında <i>ceşik</i> oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği .....	28
Şekil 13. Dağılımı yapılan (a) 20, (b) 40, (c) 60, (d) 80, (e) 100 mobil algılayıcının $\lambda = 0.01$ için <i>ceşik</i> oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği	29
Şekil 14. $\lambda = 0.03$ için 20-100 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında <i>ceşik</i> oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği .....	31
Şekil 15. Dağılımı yapılan (a) 20, (b) 40, (c) 60, (d) 80, (e) 100 mobil algılayıcının $\lambda = 0.03$ için <i>ceşik</i> oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği	32
Şekil 16. $\lambda = 0.05$ için 20-100 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında <i>ceşik</i> oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği .....	34
Şekil 17. Dağılımı yapılan (a) 20, (b) 40, (c) 60, (d) 80, (e) 100 mobil algılayıcının $\lambda = 0.05$ için <i>ceşik</i> oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği	35
Şekil 18. $\lambda = 0.07$ için 20-100 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında <i>ceşik</i> oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği .....	38
Şekil 19. Dağılımı yapılan (a) 20, (b) 40, (c) 60, (d) 80, (e) 100 mobil algılayıcının $\lambda = 0.07$ için <i>ceşik</i> oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği	38
Şekil 20. $\lambda = 0.09$ için 20-100 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında <i>ceşik</i> oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği .....	41
Şekil 21. Dağılımı yapılan (a) 20, (b) 40, (c) 60, (d) 80, (e) 100 mobil algılayıcının $\lambda = 0.09$ için <i>ceşik</i> oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği	42
Şekil 22. $\lambda = 0.01$ için 16 – 80 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcılar ile 4 – 20 aralığında dağıtılan statik algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında <i>ceşik</i> oranlara göre hesaplanan alan kapsanma oranlarının değişim grafiği .....	45
Şekil 23. Dağılımı yapılan (a) 16, (b) 32, (c) 48, (d) 64, (e) 80 mobil algılayıcı ile 4-20 aralığında dağıtılan statik algılayıcının $\lambda = 0.01$ için <i>ceşik</i> oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği.....	46

- Şekil 24.**  $\lambda = 0.03$  için 16 – 80 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcılar ile 4 – 20 aralığında dağıtılan statik algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında *çeşik* oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği ..... 48
- Şekil 25.** Dağılımı yapılan (a) 16, (b) 32, (c) 48, (d) 64, (e) 80 mobil algılayıcı ile 4-20 aralığında dağıtılan statik algılayıcının  $\lambda = 0.03$  için *çeşik* oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği ..... 49
- Şekil 26.**  $\lambda = 0.05$  için 16 – 80 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcılar ile 4 – 20 aralığında dağıtılan statik algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında *çeşik* oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği ..... 51
- Şekil 27.** Dağılımı yapılan (a) 16, (b) 32, (c) 48, (d) 64, (e) 80 mobil algılayıcı ile 4-20 aralığında dağıtılan statik algılayıcının  $\lambda = 0.05$  için *çeşik* oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği ..... 52
- Şekil 28.**  $\lambda = 0.07$  için 16 – 80 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcılar ile 4 – 20 aralığında dağıtılan statik algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında *çeşik* oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği ..... 55
- Şekil 29.** Dağılımı yapılan (a) 16, (b) 32, (c) 48, (d) 64, (e) 80 mobil algılayıcı ile 4-20 aralığında dağıtılan statik algılayıcının  $\lambda = 0.07$  için *çeşik* oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği ..... 56
- Şekil 30.**  $\lambda = 0.09$  için 16 – 80 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcılar ile 4 – 20 aralığında dağıtılan statik algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında *çeşik* oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği ..... 58
- Şekil 31.** Dağılımı yapılan (a) 16, (b) 32, (c) 48, (d) 64, (e) 80 mobil algılayıcı ile 4-20 aralığında dağıtılan statik algılayıcının  $\lambda = 0.09$  için *çeşik* oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği ..... 59
- Şekil 32.** (a) 20 mobil düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %23.2, (b) 20 mobil düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %28.42, (c) 16 mobil ve 4 statik düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %23.18, (d) 16 mobil ve 4 statik düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %28.41 ..... 60
- Şekil 33.** (a) 40 mobil düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %41.17, (b) 40 mobil düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %55.44, (c) 32 mobil ve 8 statik düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %41.17, (d) 32 mobil ve 8 statik düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %54.6 ..... 61
- Şekil 34.** (a) 60 mobil düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %53.38, (b) 60 mobil düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %76.25, (c) 48 mobil ve 12 statik düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %54.35, (d) 48 mobil ve 12 statik düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %75.14 ..... 62
- Şekil 35.** (a) 80 mobil düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %64.43, (b) 80 mobil düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %88.29, (c) 64 mobil ve 16 statik düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %68.46, (d) 64 mobil ve 16 statik düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %87.72 ..... 62
- Şekil 36.** (a) 100 mobil düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %73.72, (b) 100 mobil düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %95.23, (c) 80 mobil ve 20 statik düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %71.58, (d) 80 mobil ve 20 statik düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %94.66 ..... 63

# 1. BÖLÜM

## GİRİŞ

Kablosuz iletişim ve Sayısal Elektronik'teki gelişmeler düşük maliyet ve güçle çalışan küçük boyutlu algılayıcı düğümlerin gelişimini sağlamıştır. Algılama ve veri işleme işlevlerini gerçekleştiren bu küçük algılayıcılar kendi aralarında işbirliği içinde çalışarak algılayıcı ağların temelini tesis ederler. Algılayıcı ağlar çok sayıdaki algılayıcı düğümlerin bir araya gelmesiyle oluşur. Son yıllarda Kablosuz Algılayıcı Ağ (KAA)'lar özellikle sıcaklık, basınç, rüzgar ve nem gibi çevresel koşullar bakımından askeri ve sivil ortamlarda kritik alanların aktif olarak izlenmesi açısından birçok araştırmacının dikkatini çekmiş ve hem çevrenin hem de nesnelerin takibinde araştırmaların odak noktası haline gelmiştir. Askeri gözetleme (He ve ark., 2004), doğal çevrenin izlenmesi (Mainwaring ve ark., 2002), orman yangınlarının tespiti (Akyildiz ve ark., 2002) gibi birçok uygulamanın ortaya çıkmasında KAA'lar önemli bir rol oynamıştır. KAA'lar ulusal güvenliğin gerekli olduğu askeri ve sivil ortamların izlenmesi, otoyollarda trafiğin izlenmesi, fabrika üretimlerinde otomasyonun izlenmesi ve tarımda çevre ortamın izlenmesi gibi çok çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır (Özdağ, 2016).

KAA'ların kullanımı ve gelişimi giderek arttığından dolayı bu ağlarla ilgili sorunlar belirgin bir şekilde ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu sorunların başında KAA'ları oluşturan algılayıcıların dağıtımları ve dağılımları (Udgata, 2009) gelmektedir. Diğer bir sorun ise KAA'ların ömrünü belirleyen algılayıcıların enerji tüketimleridir (Heinzelman ve ark., 2000). Ayrıca algılayıcı düğümler arası bağlantı (Aitsaadi ve ark., 2011), algılayıcılar arasındaki veri iletişiminin sağlanabilmesi açısından dikkate alınması gereken bir başka sorundur. Bu nedenle, bu sorunlar araştırmacılar tarafından KAA'ların optimizasyonunda incelenmiştir ve KAA'ların performansını artırmaya yönelik sorunun çözümü için algoritmalar geliştirilmiştir.

KAA'nın kapsama oranlarının optimizasyonu ağın performansını belirleyen önemli parametrelerden biridir. Baz istasyon tarafından merkezi olarak çalıştırılan bir algoritma ile alan içerisinde rastgele dağıtılan düğümlerin etkin yerleşimi, algılayıcıların dinamik dağıtımı olarak ifade edilir. Tanımlanan alandaki algılayıcı düğümlerinin aktif dinamik dağıtımları, KAA'ların kapsama oranlarının optimizasyonu üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Algılayıcılar genellikle deterministik (spesifik) veya Stokastik (rasgele) dağıtımlar yapılarak ilgili alana yerleştirilir. Uzak alanlar, doğal afet alanları ve kentsel alanlar gibi potansiyel çalışma ortamlarının çoğunda, algılayıcı dağıtımını manuel olarak gerçekleştirmek mümkün değildir (Wang ve ark., 2006). Bu



düğümlemler uçakla dağıtılabilir. Ancak, rastgele dağıtım yöntemi olarak bilinen bu teknik kullanıldığında, düğümlerin gerçek iniş pozisyonları, ağaçlar ve binalar ya da rüzgarlar gibi engellerin varlığında kontrol edilemez. Dolayısıyla, rastgele dağıtım yöntemi kullanılarak yapılan düğüm dağılımlarında, uygulamalar için hedeflenen kapsama gereksinimi karşılanamaz (Özdağ, 2018). Fakat KAA'ların kapsama oranı, düğümlerin deterministik olarak dağıtılmaları durumunda çevredeki hedefler için gerekli kapsama gereksinimlerini karşılayarak optimize edilebilir. Ayrıca, askeri ve sivil ortamların izlenmesinin gerekli olduğu uygulamalarda hedefleri kapsayacak şekilde ilgili alanda rastgele dağıtılmış düğümlerin planlı ve dengeli dağıtımını gerçekleştirmek mümkündür. Bu nedenle, algılayıcıların yakın çevrede aktif dağıtımını, düğümlerin deterministik bir şekilde dağıtılmasıyla mümkün olur.

KAA'ların kapsama problemlerini çözmek için, düğümlerin dinamik dağıtımları iki temel algılama modeline dayalı olarak yapılmaktadır. İlk model İkili Algılama Modeli (Binary Detection Model-BDM)'dir. Bu model aynı zamanda %100 olasılıkla algılayıcı düğümü tarama yarıçapında bulunan bir hedefi tespit eder ve disk modeli olarak ta adlandırılır. Ancak gerçek yaşama yönelik uygun bir model oluşturamaz. İkinci model ise Olasılıksal Algılama Modeli (Probabilistic Detection Model-PDM)'dir. Bu modelde, düğüm, merkezden başlayarak çevresel faktörlerden dolayı farklı olasılıksal değerlerle belli bir mesafeye kadar hedefleri tespit eder. Disk modeline göre daha gerçekçi bir model sunar. Rastgele dağıtımdan sonra hem BDM'de hem de PDM'de kullanılabilen mobil algılayıcılar esas alınarak, mobil düğümleri ilgili alanın tamamında dağıtmak ve sürekli olarak değiştirmek mümkündür. Bununla birlikte statik düğümler esas alındığında, sadece başlangıç dağıtımını yapılır ve statik düğümlerin dağıtımını sağlanır, daha fazla yer değiştirme ise mümkün değildir.

### **1.1. Amaç**

Bu tez çalışmasında, hem mobil hem de statik düğümlerden oluşan homojen ve heterojen algılayıcıların başlangıçtaki rastgele dağıtımları sonrasında Elfes Olasılıksal Algılama Modeli (Elfes, 1991) kullanılarak tasarlanan meta-sezgisel tabanlı Elektromagnetizma-Benzer (EM) algoritması tarafından yapılan dinamik dağılım sonucunda ilgili alanda optimum kapsama oranına ulaşarak tüm alanın etkin bir şekilde kapsanması amaçlanmıştır.

## 1.2. Problem

Bu tezin amacına ulaşmak için çözülmesi gereken problemler:

- Alan kapsama problemi esas alınarak sadece mobil düğümlerden oluşan homojen algılayıcıların dinamik dağılımlarının Elfes Olasılıksal Algılama Modeline göre yapılması,
- Alan kapsama problemi esas alınarak hem mobil hem de statik düğümlerden oluşan heterojen algılayıcıların dinamik dağılımlarının Elfes Olasılıksal Algılama Modeline göre yapılması,
- Elfes Olasılıksal Algılama Modeli için uygun ölçüm parametresinin belirlenmesi.

## 1.3. Önem

Literatürdeki Elfes Olasılıksal Algılama Modeli tarafından EM algoritması temel alınarak bu tez çalışmasında geliştirilen yeni bir yaklaşım ile algılayıcıların dinamik dağılımlarının optimum olarak yapılabildiğini göstermek amacıyla, hem mobil hem de statik algılayıcılardan oluşan homojen ve heterojen düğüm kümeleri kullanılarak KAA'daki ilgili alan benzetiminin MATLAB ortamında gerçekleştirilmesidir.

## 1.4. Varsayımlar

- Alanda kullanılan düğümlerin tümünün tarama yarıçap mesafelerinin eşit olduğu varsayılmıştır.
- Alanda kullanılan düğümlerin bütün yönlerde (360 derece) algılama kabilyetinin olduğu varsayılmıştır.
- İlgili alanda düğüm dağılımlarını etkileyecek herhangi bir çevresel faktörün veya fiziksel engelin olmadığı varsayılmıştır.
- Düğüm dağılımlarının kare boyutlarında ve iki boyutlu bir düzleme sahip olan bir alanda yapıldığı varsayılmıştır.

## 2. BÖLÜM

### LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

Ağ kapsama problemini optimize etmeye yönelik literatürde birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları sezgisel algoritmalar temelinde gerçekleştirilirken (Ozturk ve ark., 2012 & Tsukamoto ve ark., 2009) bazıları ise çeşitli dağıtım topolojileri temelinde gerçekleştirilmiştir (Chakrabarty ve ark., 2002 & Moore, 2007 & Ozturk ve ark., 2011). Yapılan çalışmaların çoğu sezgisel algoritmalar temelinde gerçekleştirilmiştir. Öztürk ve ark., (2012) Yapay Arı Kolonisini (Artificial Bee Colony-ABC) kullanarak BDM ile yalnızca mobil düğümleri dinamik olarak dağıtmışlardır. Yaptıkları çalışmada Tsukamoto ve ark., (2009), PDM kullanarak hem mobil hem de statik düğümlerle ABC tabanlı bir optimizasyon gerçekleştirmişlerdir. Zou ve ark., (2003) Sanal Kuvvet (Virtual Force-VF) algoritması ile düğümlerin hedeflerle yerleştirilmesini sağlayarak KAA'ların kapsama oranını optimize etmişlerdir. Kukunuru ve ark., (2010) Parçacık Sürü Optimizasyonu (Particle Swarm Optimisation - PSO) olarak adlandırılan popülasyon tabanlı bir sezgisel optimizasyon algoritması kullanarak, düğüm ile komşu düğümler arasındaki mesafeyi azaltarak ağın kapsamını arttıran dağıtık bir strateji önermişlerdir. Ayrıca Wang ve ark., (2007) etkin bir dinamik düğüm dağılımı elde etmek amacıyla Ortak Evrimsel Parçacık Sürü Optimizasyonu (Co-Evolutionary CPSO) ve VF algoritmasını birleştiren VFCPSO'yu önermişlerdir. Özdağ ve Karıcı, (2015, 2016) meta-sezgisel bir algoritma olan EM algoritmasını kullanarak geliştirilen yeni yaklaşımla hem BDM hem de PDM tabanlı KAA'ların optimizasyonunda etkili bir performans elde etmişlerdir.

Coles ve ark., (2009) KAA'lar için hareket etme stratejilerini incelemişlerdir. Xiangyu ve ark., (2013) tarafından yapılan çalışmada araştırmacılar, tüm ağ için düşük güç tüketimi ile iyi bir kapsama ve bağlanabilirliğe yol açan iyi bir dağılım algoritması ile robotik algılayıcı ağların etkinliği için bu algılayıcıların kullanılmasının gerekli olduğunu araştırmışlardır. VF tabanlı algoritmalar, bu sorunun çözümünde en yaygın kullanılan yöntemlerinden biridir. Bu çalışmada, algılayıcı düğümlerinin yerleştirilmesi için uygun sönümleme (hayali sürtünme kuvveti) özelliği ile yay kuvvetine dayanan bir algoritma önerilmiştir. Simülasyon sonuçları; sönümlemenin ağ kapsamını, güç tüketimini, yakınsama süresini ve dağıtımdaki genel topolojiyi etkileyebileceğini göstermiştir. Ayrıca sönümlemenin etkisinin algoritmanın sonuçları üzerinde önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Nojeong ve ark., (2003) mobil KAA'larda algılayıcı dağılımının önemli bir sorun olduğuna dikkat çekmişlerdir. Çalışmalarında mobil algılayıcılar için kendinden dağıtım bir dağıtım algoritması sunmuşlardır. Algoritma performansının değerlendirilmesinde kullanılan performans ölçütleri; kapsama, standardizasyon, zaman ve mesafedir. Xiangyu ve ark., (2013) KAA'ları inceleyerek algılayıcı kapsama oranını artırmak için algılayıcı dağılımlarının temel problemlerden birisi olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında ABC algoritmasını güncelleyerek bu algoritmaya dayalı algılayıcı dağılım algoritmasını önerilmiştir. Kapsama alanını en üst düzeye çıkarmak, yakınsama ve dönüştürmeyi hızlandırmak amacıyla unutkanlık ve komşular gibi bazı yeni parametreler uygulanmıştır. Simülasyon sonuçları; orijinal ABC tabanlı dağıtım yöntemi ve PSO algoritması ile karşılaştırıldığında, önerilen yaklaşımın algılayıcılar için daha az tam bir hareket mesafesi gerektirirken, kapsam ve hız yakınsamasında daha iyi performans sağlayabileceğini göstermiştir.

Shih-Chang ve ark., (2013) dağıtılan algılayıcıların sayısını sınırlamak için mevcut zorunlu difüzyon yöntemlerini incelemişlerdir. Çalışmalarında algılayıcıları deterministik olarak dağıtmaya yönelik Jigsaw tabanlı bir algılayıcı yerleşimi önermişlerdir. Önerilen yöntem için zamanın karmaşıklığını iyileştirmek için güçlendirilmiş bir mekanizma da önerilmiştir. Simülasyon sonuçları; önerilen yöntemin daha az sayıda dağıtılmış algılayıcılarla ilgili alanın tamamını kapsayabildiğini göstermektedir.

Wen-Hwa ve ark., (2011) algılayıcı difüzyonunun, etkin bir dağıtım sisteminin dağıtım maliyetlerini azaltabilmesinden ve KAA'ların algılama yeteneğini arttırabilmesinden dolayı KAA'lardaki en önemli konulardan biri olduğunu ve kapsama alanını artırarak KAA'larda gözetleme kalitesinin artırabileceğini bildirmişlerdir.

Qi ve ark., (2008) yazı tahtası (black-board) mekanizmasına dayalı Karınca Kolonisi Algoritması (Ant Colony Algorithm-ACO)'nu incelemiş ve algılayıcı ağların dinamik dağıtımını etkili bir şekilde çözmeyi önermişlerdir. Bir anemon çiçeği olarak kabul edilebilen her bir düğüm, doğada aynı karıncalar tarafından yaratılan diğer düğüm ve feromonlar ile bağlantı kurmak için kendi belleğinde bir bilgi alanı oluşturur. Karıncaların koloni teorisi daha sonra kablosuz mobil algılayıcı ağının yol planlaması ve dağıtımını için kullanılmıştır. Simülasyon sonuçları; algoritmanın enerji tüketimini ortalama %13 oranında azaltabileceğini ve mobil KAA'nın yol planlaması ve dağıtımının verimliliğini ortalama %15 oranında arttırabildiğini göstermektedir.

Wang ve ark., (2012) kablosuz algılayıcı ağlarının kullanımını ve gelişimini inceleyerek dinamik dağıtımın KAA'nın performansını doğrudan etkileyen ana konulardan birisi olduğunu vurgulamışlardır. Araştırmacılar ağ kapsama alanını arttırmaya çalışarak daha iyi performans

elde etmek amacıyla sabit ve mobil algılayıcı ağlarının dinamik dağıtımına dayalı bir biyofiziksel optimizasyon üzerinde çalışmışlardır. BDM'nin etkili bir şekilde kapsanan alanı hesaplarken gerçekçi sonuçlar elde ettiği görülmektedir. Simülasyon sonuçları; KAA'nın dinamik dağıtımında biyocoğrafya tabanlı optimizasyonun tercih edilebileceğini göstermektedir.

Valsalan, (2013) KAA'ların gözetleme, ortam ve habitat izleme, yapı denetimi, sağlık, vb. potansiyel uygulamalarla ortaya çıkan teknolojiler olduğunu göstermiştir. KAA'nın kullanımının ve geliştirilmesinin artmasıyla, bu ağlarla ilgili sorunların ortaya çıktığını ve dinamik dağıtımın KAA'ların performansını doğrudan etkileyen önemli konulardan birisi olduğunu vurgulamıştır. Çalışmasında ağ kapsama ve enerji tüketimini arttırmaya çalışarak daha iyi performans elde etmek amacıyla algılayıcı ağlarını yerleştirmek için ABC'ye dayalı dağıtım problemi için yeni bir teknik önermiştir.

Soleimanzadeh ve ark., (2010) KAA'ların kapsama alanı üzerindeki etkilerini ve çeşitli yöntemlerle desteklenen dinamik dağıtım tarafından sağlanan hedef algılamayı incelemişlerdir. PSO algoritması bu yöntemlerden biridir, ancak hesaplama zamanı büyük bir engeldir. Bu çalışma, hesaplama süresini azaltan dinamik bir PSO'ya dayanan üç yerleştirme algoritması önermektedir. Simülasyon sonuçları; önerilen algoritmaların VF ve PSO algoritmaları gibi diğer yaygın yöntemlere karşı etkinliğini göstermektedir.

Dhillon ve ark., (2003) algılayıcıların etkili yerleştirilmesi için iki algoritma üzerinde çalışmışlardır. Önerilen yaklaşım, dağıtılmış algılayıcı ağlarını desteklemek için algılayıcıların sayısını ve konumlandırılmasını geliştirmeyi amaçlamaktadır. Önerilen algoritmalar yanlış algılama ve arazi özelliklerinin kısıtlamaları altında geliştirilmiş kapsamayı ele almaktadır. Bu algoritmalar en savunmasız ağ noktalarının kapsamını en üst düzeye çıkarmanın yanı sıra orta düzeyde kapsama için tasarlanmıştır.

Chi-Fu ve ark., (2005) algılayıcı ağlardaki temel sorunların algılayıcıların ne kadar iyi izlediklerini veya takip ettiklerini yansıtan kapsama sorunu olduğunu incelemişlerdir. Çalışmalarında bu problemi,  $k$ 'nın bir parametre olduğu, algılayıcı ağ hizmet alanındaki her bir noktanın en az sayıda  $k$  algılayıcısı tarafından kapsanıp kapsanmadığını amaçlayan bir çözünürlük problemi olarak formüle etmişlerdir.

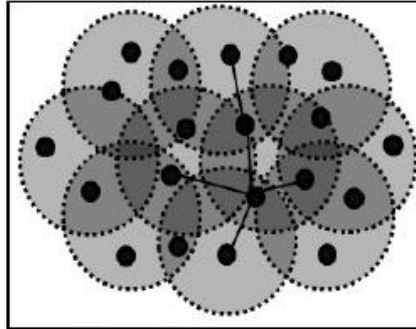
### 3. BÖLÜM

#### KAPSAMA PROBLEMLERİ

Bu bölümde, literatürde sıklıkla çalışılan, KAA'ların kapsama oranlarının hesaplanmasında çözülmesi gereken ve bu tez çalışmasının da konusu olan kapsama problemlerinden bahsedilecektir.

##### 3.1. Alan Kapsama Problemi

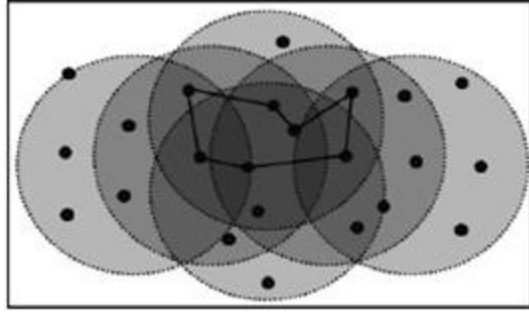
Maksimum kapsamanın nasıl elde edileceği kablosuz algılayıcı ağların dağıtımını iyileştirme problemi açısından her zaman önemli bir husus olmuştur. Kapsama KAA'larda önemli bir sorundur ve enerji tasarrufu, iletişim ve ağın yeniden yapılandırması ile ilgilidir. Temel olarak hizmet alanında etkili bir kapsama sağlamak için algılayıcı düğümlerin nasıl yerleştirileceği problemini çözer, böylece alandaki her bir hedef nokta en az bir algılayıcı düğüm aracılığıyla izlenir. Alanın kapsanması esas olarak tüm alanın kapsamını ifade eder ve her bir hedef noktasının alanda kapsanması gerektiği anlamına gelmektedir. Farklı kapsama gereksinimlerine bağlı olarak mevcut kapsama algoritmaları; tek düğümlü kapsama algoritmalarına ve  $k$ -kapsam algoritmalarına bölünebilir. Kapsama alanındaki herhangi bir nokta en az bir algılayıcı tarafından kapsanmalıdır. Alan kapsamada, hedef alanı en düşük sayıda algılayıcı ile kapsadığında en iyi kapsama gerçekleşir. Alan kapsama genellikle olayların tüm koordinatlarda ortaya çıkmasının muhtemelen olduğu alanlar için kullanılır. Bu modeldeki ekstra algılayıcıların varlığı (Şekil 1), yüksek ağ yoğunluğuna yol açan çoklu kapsamaya neden olur (Wang, 2011). Algılayıcı dağılımları ilgili alanda gerçekleştirilirken deterministik veya rastgele olarak yapılır.



Şekil 1. Alan Kapsama



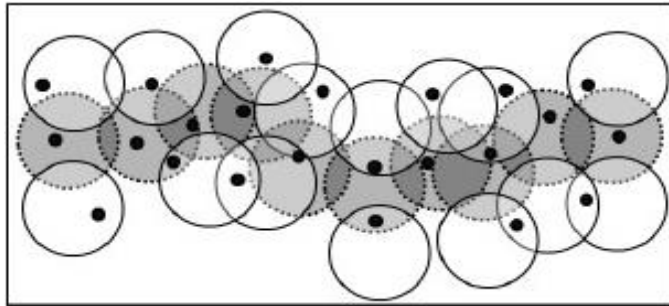
sızıntının izlenmesi gibi KAA'ların birçok pratik uygulamasında hedef kapsama ile problemin çözümü sağlanabilmektedir (Li ve ark., 2003).



Şekil 3. Hedef Kapsama

### 3.3. Engel Kapsama Problemi

KAA'larda engel kapsama ilk olarak Kumar ve ark., (2005) tarafından algılayıcıların bilgisayar korsanları için bir engel olduğu şeklinde tanımlanmıştır. Temel amacı sınırın ötesine geçtiklerinde veya korunan bir alana girdiklerinde casusları tespit etmektir. Kritik altyapıların korunması ve güvenlik, askeri üs ve nükleer enerji santrali gibi hayati öneme sahip altyapılar için bu kapsama türü önemlidir. Çünkü casuslar gizli bilgiyi çalarak veri altyapısını imha edebilirler. İzinsiz giren kişilerin etkili bir şekilde tespit edilmesi için algılayıcı ağlar korunan alanların dışında dağıtılabılır (Zhong, 2006). Engel kapsama için çok fazla çalışma yapılmış olmasına rağmen bunların çoğu sabit algılayıcılara yönelik kritik durum analizine ve engelin inşasına odaklanmaktadır. Literatürde sabit algılayıcılara sahip bir engel kapsama oluşturmak için mobil algılayıcıları verimli bir şekilde kullanmayı amaçlayan çalışmalarının aksine, sadece homojen bir algılayıcı ağındaki (Şekil 4) engelin kapsanmasına odaklanılmıştır. Gerçek dünya uygulamalarında daha pratik ve kullanışlı olan heterojen algılayıcı ağlar ile engeli kapsamak için fazla bir literatür çalışması yapılmamıştır (Luo ve ark., 2015).



Şekil 4. Engel Kapsama



## 4. BÖLÜM

### ALGILAMA MODELLERİ

Bu bölümde KAA'larda algılayıcıların hedef noktaların taramasını yaparken literatürde sıklıkla çalışılan ve bu tez çalışmasında da referans alınan algılama modelleri açıklanacaktır.

Ağ kapsama, ağın kapsadığı alanın ilgili alanın toplamına olan oranı olarak tanımlanır. Bu hesaplama bir alanın ağ tarafından ne kadar iyi izlendiğini gösterir. İdeal olarak, ağ kapsama %100'dür ancak birçok kapsama problemi nedeniyle %100'e ulaşılması aslında mümkün değildir. Ağ kapsama, ağ modelini tasarlamak için kullanılan algılayıcı modeli dâhil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır. Genel olarak düğüm sınırlı bir algılayıcı aralığı (tarama yarıçapı)'na sahiptir. Temel olarak Deterministik Algılama Modeli ve Olasılıksal Algılama Modeli olmak üzere literatürde iki çeşit algılayıcı modeli vardır (Akyıldız ve ark., 2002).

#### 4.1. Deterministik Algılama Modeli

Bu model, algılayıcı dağılımdaki tüm parametrelerin ve değişkenlerin bilinmesi veya kesin olarak hesaplanabileceği dayanmaktadır. En gerçekçi modellerin bazılarının yapısına bir bakış açısı sağlayabilir, ancak aynı zamanda daha karmaşıktır. Bunun nedeni ise sadeliği nedeniyle deterministik modelin genellikle analiz edilmesinin daha kolay olmasıdır (Hossain and Mishra, 2014).

##### 4.1.1. İkili Algılama Modeli

BDM'nin gerçekte kapsanan alanı hesaplarken gerçekçi sonuçlar elde ettiği varsayılır (Wang ve ark., 2012). Bu model belirsizlik olmadığını ve her bir algılayıcının aynı tarama yarıçap aralığına sahiptir olduğunu varsayar ve disk algılama modeli olarak ta isimlendirilir. Dağıtım alanındaki herhangi bir  $(x, y)$  koordinatındaki  $P$  hedef noktası için tarama yarıçapı  $r$  olan  $S_i$  düğümü ile  $P$  arasındaki Öklid (Euclidean) mesafesi  $d(S_i, P)$  ve  $S_i$  düğümünün  $(x, y)$  koordinatındaki kapsama durumu  $c_{xy}(S_i)$  olarak gösterilmiştir.

$$c_{xy}(S_i) = \begin{cases} 1, & d(S_i, P) < r \\ 0, & d(S_i, P) \geq r \end{cases} \quad (4.1)$$

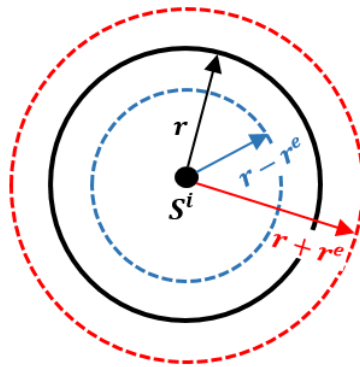
Verilen denklemde (Ozturk ve ark., 2012),  $d(S_i, P)$  Öklid mesafesi düğümün tarama yarıçap mesafesi içerisinde olduğu sürece  $P$  hedef noktası %100 kapsanmakta, aksi halde ise kesinlikle kapsanmamaktadır.

#### 4.2. Olasılıksal Algılama Modeli

Olasılıksal algılama modelleri kapsamında algılayıcının algılama aralığı BDM'deki gibi bir disk değildir. Bu modelin ana fikri; kapsama alanında en düşük kapsanma olasılıklı noktanın en azından algılanabilme olasılığına sahip olmasını sağlamaktır (Ahmed ve ark., 2005). Bu model alandaki çevresel faktörlerden dolayı algılama aralığı içindeki her hedef noktasının farklı algılama olasılığı ile algılandığını varsayar. Algılayıcının hatalı tarama yarıçap aralığı  $r^e$  olmak üzere  $\lambda$ ,  $\beta$  ve  $\alpha = d(S_i, P) - (r - r^e)$  algılayıcının ölçüm parametrelerini gösterir.

$$c_{xy}(S_i) = \begin{cases} 0, & r + r^e \leq d(S_i, P) \\ e^{-\lambda \alpha^\beta}, & r - r^e < d(S_i, P) < r + r^e \\ 1, & r - r^e \geq d(S_i, P) \end{cases} \quad (4.2)$$

Verilen denklemde, Şekil 5'te gösterilen algılama aralığı mesafeleri esas alındığında Öklid mesafesi  $r - r^e$  aralığında ise  $P$  hedef noktası %100 olasılığı ile taranmakta,  $r - r^e$  ile  $r + r^e$  aralığında ise hesaplanacak olasılığa göre taranmakta aksi durumda ise %100 olasılığı ile taranmamaktadır.



Şekil 5. Olasılıksal algılama mesafeleri

#### 4.2.1. Elfes Olasılıksal Algılama Modeli

Olasılıksal Algılama Modelinin bir alt türü olmak üzere Şekil 5'te gösterilen  $r$  algılama aralığına kadar olan mesafe içinde her bir  $P$  hedef noktasının  $c_{xy}(S_i)$  taranma olasılığı  $\lambda$  ve Öklid mesafesine göre hesaplanmaktadır. BDM'deki gibi algılama aralığı dışında kalan hedef noktalar %100 olasılık ile taranmamaktadır.

$$c_{xy}(S_i) = \begin{cases} e^{-\lambda d(S_i, P)}, & 0 \leq d(S_i, P) \leq r \\ 0, & d(S_i, P) > r \end{cases} \quad (4.3)$$



## 5. BÖLÜM

### YÖNTEM

Tez çalışmasının bu bölümünde literatürdeki EM algoritması ve Elfes Olasılıksal Algılama Modeli kullanılarak geliştirilen yeni bir dinamik dağıtım yöntemi açıklanacaktır.

#### 5.1 Elektromagnetizma – Benzer Algoritması

Birbil ve Fang (2003) tarafından geliştirilen EM algoritması elektromanyetik alanda yüklü parçacıkların birbirine uyguladığı itme ve çekme olayını taklit eden, popülasyon tabanlı meta-sezgisel algoritmadır. Bu algoritma sınırlı değişkenler ile doğrusal olmayan gerçek değerli problemleri optimize etmek için tasarlanmasına rağmen sayısal değerli problemler üzerinde daha iyi performans sağlamaktadır. EM algoritması çözüm uzayında her noktayı yüklü bir parçacık olarak kabul eder ve her parçacık diğer parçacıklar tarafından etkilendiği için nihayetinde parçacıklar daha iyi bir çözüm uzayına iletilir (Özdağ, 2015).

EM algoritmasında her bir parçacık çözümü temsil ettiği için belirli bir miktarda yük taşımaktadır. Her parçacık popülasyonun diğer üyeleri üzerine itme veya çekme kuvvetleri uygulayarak parçacık üzerinde bir bileşke kuvvet oluşumunu sağlar. Bileşke kuvvet parçacığın konumunu güncellemek için kullanılır. EM algoritmasının amacı; parçacıklara itme veya çekme kuvveti uygulayarak optimum çözüme doğru yönlendirilmesini sağlamaktır. Aynı zamanda EM algoritması popülasyonun örnek noktalar kümesi üzerinde çalışır ve her bir örnek nokta yüklü bir parçacık gibi davranış sergiler. Her bir noktanın yükünün belirlenmesinde bu noktaların uygunluk fonksiyon değerinden faydalanılır. Hesaplanan yük popülasyon üzerindeki noktanın itme ve çekme kuvvetini belirler (Birbil ve ark., 2003 & Özdağ, 2015).

##### 5.1.1. EM Algoritma Yapısı

EM algoritması Denklem (5.1)'de verilen sınırlı değişkenler ile optimizasyon problemlerine uygulanır.

$$f(x), x \in \theta \tag{5.1}$$

$$\theta = \{x \in \mathfrak{R}^n \mid l_k \leq x_k \leq u_k : l_k, u_k \in \mathfrak{R}, k = 1, 2, 3, \dots, n\},$$

Verilen denklemde,  $n$  çözüm uzayı boyutunu,  $u_k$  çözüm uzayı üst sınırını,  $l_k$  çözüm uzayı alt sınırını ve  $f(x)$  uygunluk fonksiyonunu temsil etmektedir. EM algoritması sırasıyla *Tanımlama*, *Yerel Arama*, *Hesaplama* ve *Konum Güncelleme* olmak üzere 4 yordamdan oluşur. EM algoritmasının taslak kodu *Algoritma 1* (Özdağ, 2015)'de sunulmuştur.

---

**Algoritma 1.** Orijinal EM Algoritması.

---

```
(1): Tanımlama
(2):  $iterasyon \leftarrow 1$ 
(3): while  $iterasyon < maksimum\_iterasyon$  do
(4):   Yerel noktaları ara
(5):   Yük ve toplam kuvveti hesapla
(6):   Mevcut konum güncelle
(7):    $iterasyon \leftarrow iterasyon + 1$ 
(8): end while
```

---

5.1.1.1. “Tanımlama” Yordamı

EM algoritması ile problemi optimize etmek için öncelikle kullanılacak parametreler tanımlanmalıdır. Kullanılan temel parametreler; çözüm uzayı boyutu, çözüm uzayı üst ve alt sınırı, popülasyon sayısı ve maksimum iterasyon sayısıdır. Bu yordamda,  $N_{pop}$  elemandan oluşan popülasyondaki parçacıklar  $n$  boyutlu çözüm uzayında rastgele olarak dağıtımı yapılır. Her parçacığın çözüm uzayının tanımlanan üst ve alt sınırı arasında tekdüze bir şekilde dağıtıldığı varsayılır. Ayrıca bu yordamda her bir parçacığın çözüm uzayındaki uygunluk fonksiyon değerinin maksimumu tespit edilerek en iyi uygunluk fonksiyon değeri olan  $f(x^{best})$  belirlenir. Popülasyonun çözüm uzayındaki rastgele dağıtımının taslak kodu *Algoritma 2* (Özdağ, 2015 & Özdağ ve Karcı, 2016)'de sunulmuştur.

---

**Algoritma 2.** Popülasyonun rastgele dağıtımının taslak kodu

---

```
(1): for  $i = 1$  to  $N_{pop}$  do
(2):   for  $k = 1$  to  $n$  do
(3):      $\lambda_{rast} \leftarrow Uniform(0,1)$ 
(4):      $x_k^i \leftarrow l_k + \lambda_{rast} \times (u_k - l_k)$ 
(5):   end for
(6):    $f(x^i)$ , uygunluk fonksiyon degerini hesapla
(7): end for
(8):  $f(x^{best}) \leftarrow \arg \max\{f(x^i), \forall i\}$ 
```

---

### 5.1.1.2. “Yerel Arama” Yordamı

Çözüm uzayında referans alınan örnek noktaların komşu bilgilerini toplamada kullanılır. Yeni bir nokta olan  $y$ ,  $(0,1)$  arasındaki rastgele adım uzunluğu ile  $x$  örnek noktası doğrultusunda hareket ettirilir. İterasyonlarda eğer  $y$  noktası daha iyi bir nokta bulur ise, örnek nokta  $x$  yeni nokta  $y$  ile mevcut konumu değiştirilerek en iyi örnek nokta güncellenir. Fakat bu yordam fazlasıyla zaman harcadığından dolayı göz ardı edilebilir (Birbil ve Fang, 2003 & Özdağ, 2015).

### 5.1.1.3. “Yük ve Toplam Kuvvet Hesaplama” Yordamı

Popülasyondaki parçacık yüklerinin ve her bir parçacığa uygulanacak toplam kuvvetin hesaplandığı yordamdır. Parçacık yükü,  $q^i$ ,  $i$ 'nci parçacığın diğer parçacıklara uygulayacağı itme ve çekme gücünü belirler ve Denklem (5.2) (Özdağ, 2015 & Özdağ ve Karcı, 2015) kullanılarak hesaplanır.

$$q^i = \exp \left\{ -n \frac{f(x^i) - f(x^{best})}{\sum_{j=1}^{N_{pop}} [f(x^j) - f(x^{best})]} \right\}, i = 1, 2, \dots, N_{pop} \quad (5.2)$$

Verilen denklemde,  $f(x^i)$   $i$ 'nci parçacığın uygunluk fonksiyon değerini gösterir. Popülasyonda en büyük yük değerine sahip olan parçacık “*optimum parçacık*” olarak isimlendirilir. Optimum parçacığın uygunluk fonksiyon değeri olan  $f(x^{best})$ , parçacıklar arasındaki en büyük  $f(x)$  değerine sahip olduğu için bu parçacığın yük değeri verilen denklem tarafından 1 olarak hesaplanır. Parçacıkların yük hesabının taslak kodu *Algoritma 3* (Özdağ, 2015 & Özdağ ve Karcı, 2016)'de sunulmuştur.

---

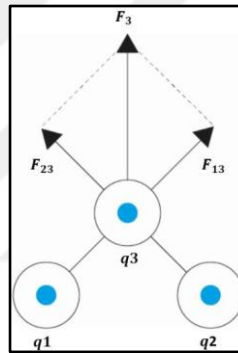
**Algoritma 3.** Parçacıkların yük hesabının taslak kodu

---

- (1): **for**  $j = 1$  to  $N_{pop}$  **do**
  - (2):      $\sum [f(x^j) - f(x^{best})] \leftarrow (f(x^j) - f(x^{best}))$
  - (3): **end for**
  - (4): **for**  $i = 1$  to  $N_{pop}$  **do**
  - (5):      $q^i \leftarrow \exp \left( -n \times (f(x^i) - f(x^{best})) / \sum [f(x^j) - f(x^{best})] \right)$
  - (6): **end for**
-

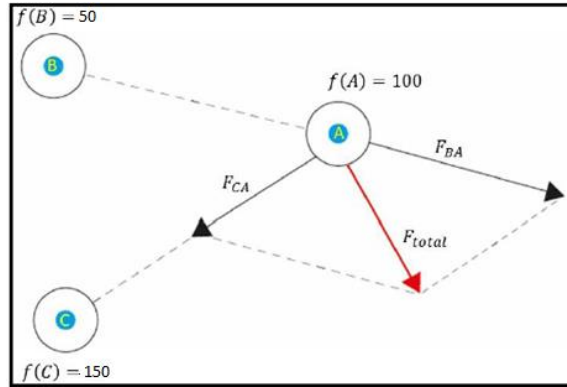
Popülasyondaki parçacıklara uygulanan toplam (bileşke) kuvvet,  $F^i$ , optimum parçacık hariç diğer her bir  $i$ 'nci parçacığa diğer tüm parçacıklar tarafından uygulanan kuvvetlerin toplamıdır ve Denklem (5.3) tarafından hesaplanır. Bileşke kuvvet Coulomb Yasası temel alınarak hesaplanır. Dolayısıyla Elektromanyetizma teorisi süper pozisyon ilkesine (Şekil 6) göre, popülasyondaki parçacıklar tarafından herhangi bir parçacık üzerine uygulanan kuvvet aralarındaki mesafe ile ters, kendi yükleri ile doğru orantılı olarak değişir (Birbil ve Fang, 2003 & Özdağ, 2015).

$$F^i = \sum_{j=1, j \neq i}^{N_{pop}} \begin{cases} (x^j - x^i) \frac{q_i q_j}{\|x^j - x^i\|^2}, & \text{eğer } f(x^j) < f(x^i) \\ (x^i - x^j) \frac{q_i q_j}{\|x^j - x^i\|^2}, & \text{eğer } f(x^j) \geq f(x^i) \end{cases} \quad (5.3)$$



Şekil 6. Süper pozisyon ilkesi

Denklem (5.3)'de  $f(x^j) < f(x^i)$  olur ise,  $x^j$  parçacığı kendisinden daha iyi  $f(x)$  değerine sahip bir parçacık ile karşılaştığı için  $x^i$  parçacığına  $x^j$  tarafından itme kuvveti uygulanmakta ve kuvvetin yönü  $x^j$ 'den  $x^i$ 'ye doğru olmaktadır. Fakat  $f(x^j) \geq f(x^i)$  olur ise,  $x^j$  parçacığı kendisinden daha kötü  $f(x)$  değerine sahip bir parçacık ile karşılaştığı için  $x^i$  parçacığına  $x^j$  tarafından çekme kuvveti uygulanmakta ve kuvvetin yönü  $x^i$ 'den  $x^j$ 'ye doğru olmaktadır. Dolayısıyla parçacıkların  $f(x)$  değerlerine göre çözüm uzayında her bir parçacığa belirli bir yönde kuvvet uygulanır. İtme ve çekme kuvvetlerinin vektörel olarak toplamları alındığında (Şekil 7), parçacıklar kendilerine uygulanan bileşke kuvvet vektörü yönünde hareket ederek mevcut konumlarını değiştirirler. Parçacıkların  $F^i$  hesabı için taslak kod *Algoritma 4* (Özdağ, 2015 & Özdağ ve Karcı, 2016)'de sunulmuştur.



Şekil 7. A parçacığına B ve C tarafından uygulanan  $F_{total}$  bileşke kuvvet

**Algorithm 4.** Parçacıkların bileşke kuvvet hesabının taslak kodu

```

(1): for  $i = 1$  to  $N_{pop}$  do
(2):   for  $j = 1$  to  $N_{pop}$  do
(3):     if  $i \neq j$  then
(4):       if  $f(x^j) < f(x^i)$  then
(5):          $F^i \leftarrow F^i - (x^j - x^i) \times (q^i q^j / \|x^j - x^i\|^2)$  {itme}
(6):       else
(7):          $F^i \leftarrow F^i + (x^j - x^i) \times (q^i q^j / \|x^j - x^i\|^2)$  {çekme}
(8):       end if
(9):     end if
(10):  end for
(11): end for

```

#### 5.1.1.4. “Konum Güncelleme” Yordamı

Parçacıklar kendilerine uygulanan kuvvetlerin toplamı olan bileşke kuvvet vektörü yönünde hareket ederek Denklem (5.4)’de tanımlandığı üzere rastgele adım uzunluğu ( $0 < \lambda \leq 1$ ) ile mevcut konumlarını değiştirirler.

$$x_k^i = \begin{cases} x_k^i + \lambda \frac{F_k^i}{\|F^i\|} (u_k - x_k^i) & \text{eğer } F_k^i > 0 \\ x_k^i + \lambda \frac{F_k^i}{\|F^i\|} (x_k^i - l_k) & \text{aksi durumda} \end{cases} \quad (5.4)$$

$$i = 1, 2, \dots, N_{pop}, \quad i \neq best, \quad k = 1, 2, \dots, n$$

Verilen denklemde,  $i$ 'nci parçacığa uygulanan toplam kuvvet  $F^i > 0$  ise, parçacık çözüm uzayının üst sınırına doğru, aksi durumda ise çözüm uzayının alt sınırına doğru hareket eder ve  $u_k$  ile  $l_k$  sınırları arasında  $x^i$  parçacığıının mevcut konumu güncellenerek yeni konumu belirlenir. Maksimum uygunluk fonksiyon değerine,  $f(x^{best})$ , sahip olan “*optimum parçacık*”



tüm parçacıkları kendisine doğru çekeceği için bu parçacığa bir bileşke kuvvet uygulanmaz ve bu parçacığın konumu değişmez. Parçacıkların konum değişikliğinin taslak kodu *Algoritma 5* (Özdağ, 2015 & Özdağ ve Karcı, 2016)'de sunulmuştur.

---

**Algorithm 5.** Parçacıkların konum güncelleme taslak kodu

---

```

(1): for  $i = 1$  to  $N_{pop}$  do
(2):   if  $i \neq best$  then
(3):      $\lambda \leftarrow Uniform(0,1)$ 
(4):     for  $k = 1$  to  $n$  do
(5):       if  $F_k^i > 0$  then
(6):          $x_k^i \leftarrow x_k^i + \lambda \times (F_k^i / \|F^i\|)(u_k - x_k^i)$ 
(7):       else
(8):          $x_k^i \leftarrow x_k^i + \lambda \times (F_k^i / \|F^i\|)(x_k^i - l_k)$ 
(9):       end if
(10):    end for
(11):  end if
(12): end for

```

---

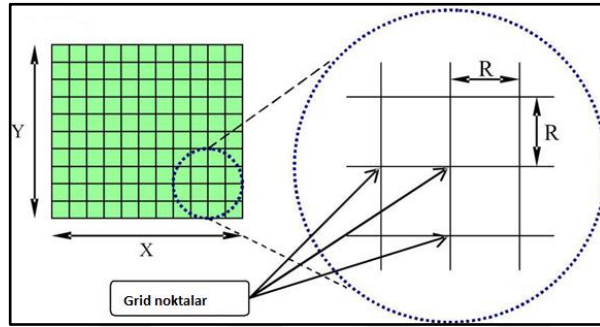
## 5.2. Önerilen Yöntem

Bu bölümde, EM algoritmasını temel alan Elfes Olasılıksal Dağıtım Modeli olarak isimlendirilen ve yeni bir dinamik dağıtım yaklaşımı olarak önerilen EPDM-EM (Elfes Probabilistic Deployment Model based on Electromagnetism-Like Algorithm) açıklanacaktır. KAA'ların dinamik dağıtım problemine optimum çözüm bulmak ve Elfes Olasılıksal Algılama Modeli kullanarak literatüre yeni bir dinamik dağıtım yaklaşımı önermek amacıyla EPDM-EM geliştirilmiştir. Literatürde çalışılan algılama modellerinden farklı olarak bu tez çalışmasında Elfes Olasılıksal Algılama Modeli kullanılarak dağıtılan düğümlerin etkin olarak dinamik dağılımlarının yapılması ve optimum kapsama oranına ulaşılması hedeflenmiştir. Bu yaklaşım ilgili alandaki hem mobil hem de statik düğümlerin tanımlandığı homojen ve heterojen algılayıcı kümelerine uygulanmıştır.

### 5.2.1. Elfes Olasılıksal Algılama Modelinin Matematiksel Modeli

Literatürdeki PDM'nin bir alt kategorisi olarak sınıflandırılan Elfes Olasılıksal Algılama Modeli Deterministik Algılama Modeli olan BDM'den farklı olarak ilgili alandaki arazi tipi ve gürültü gibi çevresel etkenlerden dolayı belirsizliğin olduğu varsayımını esas alan bir algılama modelidir. Kızılötesi ve ultrasonik algılayıcılar gibi cihazların algılama aralığına dayalı olarak nesnelerin tespiti veya takip edilmesi sürecinde önemli bir işlevi gerçekleştirir.

KAA'nın tanımlandığı alanda algılayıcıların yerleşimlerinin yapılması amacıyla ilgili dağıtım alanı Grid noktalar kümesi üzerinde Şekil 8 (Özdağ, 2015)'deki gibi temsil edilmiştir. Ayrıca alanın kapsanma durumunun tespiti amacıyla Grid noktalar matris haline dönüştürülerek ağın kapsanma haritası oluşturulmuştur. Dolayısıyla algılayıcı düğümlerin yerleşimleri Grid noktalar üzerinde gerçekleştirilerek kapsama haritasındaki tüm Grid'lerin algılayıcılar tarafından etkin bir şekilde kapsanabilmesi sağlanacaktır.

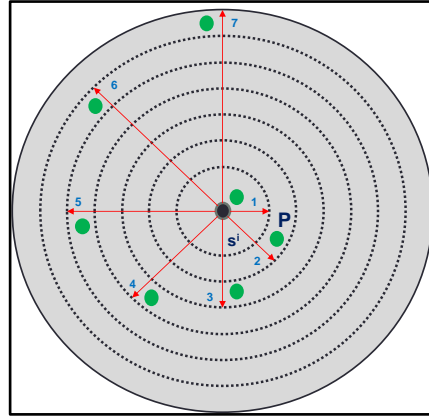


**Şekil 8.** Alandaki Grid noktaları temsil eden kapsama haritası

Alanda tanımlanan mobil ve statik algılayıcıların her birinin  $s^i$  olarak temsil edilmiştir. Algılayıcıların ilgili alanda  $(x^i, y^i)$  Grid noktasına konumlanmış olduğu varsayılarak bu modelin KAA'lara uyarlaması yapılmıştır. İlgili alanın  $(x, y)$  koordinatındaki herhangi bir  $P$  Grid noktası için  $s^i$  ve  $P$  arasındaki Öklid mesafesi  $d(s^i, P) = \sqrt{(x^i - x)^2 + (y^i - y)^2}$  eşitliği (Özdağ ve Karıcı, 2016) ile hesaplanır. Elfes Olasılıksal Algılama Modeli ile herhangi bir  $P$  Grid noktasının Elfes Taranma Olasılığı (Elfes Detection Probabilistic-  $EDP$ )'nin matematiksel modeli Denklem (5.5)'de sunulmuştur.

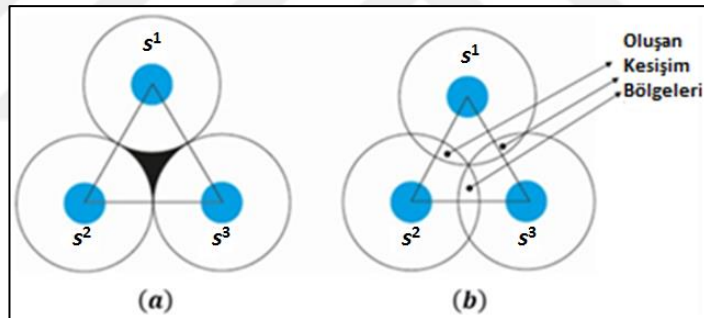
$$EDP_p(s^i) = \begin{cases} e^{-\lambda d(s^i, P)}, & 0 \leq d(s^i, P) \leq r_{max} \\ 0 & , \quad d(s^i, P) > r_{max} \end{cases} \quad (5.5)$$

Verilen denklemde  $r_{max}$  algılayıcıların maksimum algılama yarıçapını,  $\lambda$  ise algılayıcı düğümün özelliğine göre ayarlanabilen parametreyi temsil etmektedir (Hossain ve ark., 2008). Alandaki herhangi bir  $P$  noktası ile  $s^i$  algılayıcı düğüm arasındaki Öklid mesafesi algılayıcının maksimum algılama yarıçapı mesafesi içinde olduğu sürece  $P$  noktasının  $EDP$ 'si  $d(s^i, P)$  ve  $\lambda$  parametresine bağımlı olarak hesaplanır. Dolayısıyla  $d(s^i, P)$  olan Öklid mesafesi artarak  $r_{max}$ 'a yaklaştıkça algılayıcının  $P$  noktasındaki  $EDP$ 'si gittikçe azalacaktır. Şekil 9'a göre düğümün  $r_{max} = 7$  metre olduğu varsayıldığında ve düğümün  $1 \leq r_{max} \leq 7$  aralığındaki her 1'er metre yarıçap mesafesi esas alındığında bu aralıklardaki  $EDP$  değeri hesaplanarak düğümün her yarıçap aralığındaki eşik kapsama ( $c_{eşik}$ ) oranları tespit edilir.



Şekil 9. Düzgünün  $r_{max}$  mesafesi içindeki  $c_{eşik}$  oran hesabı için referans alınan P noktaları

Alanda dağılımı yapılan algılayıcılardan birden fazlasının algılama yarıçaplarının kesişmesi durumunda Şekil 10 (Özdağ, 2015)'daki gibi kesişim bölgeleri oluşur. Dolayısıyla kesişim bölgesinde bulunan P noktalarının  $EDP$ 'si kendilerini kapsayan birden fazla düğümün o Grid noktasındaki  $EDP$  değerlerin ayrı ayrı hesaplanmasıyla belirlenir.



Şekil 10. (a) kesişimin oluşmadığı ve (b) kesişimin olduğu durumlardaki algılayıcıların yerleşimleri

Şekil 10b'de gösterilen  $s^1$ ,  $s^2$  ve  $s^3$  algılayıcıların kesişim bölgesi içerisindeki  $(x, y)$  konumunda bulunan herhangi bir P Grid noktasının  $EDP$  değeri Denklem (5.6) tarafından hesaplanır.

$$EDP_P(s^1, s^2) = 1 - \left(1 - EDP_P(s^1)\right) \left(1 - EDP_P(s^2)\right) \quad (5.6)$$

Verilen denklemde kesişen  $s^1$  ve  $s^2$  algılayıcılarının kesişim bölgesinde ortak olarak taradıkları P Grid noktasındaki  $EDP_P(s^1)$  ve  $EDP_P(s^2)$  değerleri ayrı ayrı belirlendiğinde her iki algılayıcının P noktasındaki oluşturdukları  $EDP_P(s^1, s^2)$  değeri hesaplanır.

Kesişim bölgesindeki  $P$  noktasını  $0 \leq d(s^n, P) < r$  aralığında tarayan  $n$  ( $n \geq 2$ ) adet algılayıcı olması durumunda ise,  $S^{kesiş} \subseteq (s^1, s^2, \dots, s^n)$  olmak üzere  $S^{kesiş}$  algılayıcı kümesinin  $P$  Grid noktasındaki  $EDP$  değeri Denklem (5.7) tarafından hesaplanır.

$$EDP_P(S^{kesiş}) = 1 - \prod_{s^i \in S^{kesiş}} (1 - EDP_p(s^i)) \quad (5.7)$$

Alandaki her bir  $P$  noktasının  $EDP$  değeri hesaplanması sonrasında bu Grid noktaların Denklem (5.8)'e göre *Kapsanma Durumu (KD)* hesaplanarak algılayıcıların Grid noktaları etkin olarak kapsayıp kapsamadığı tespit edilir.

$$KD_p(s^i) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } (EDP_p(s^i) \geq c_{eşik}) \text{ veya } (EDP_p(S^{kesiş}) \geq c_{eşik}) \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}, \forall i \in S \quad (5.8)$$

Verilen denklemde, Elfes Olasılıksal Algılama Modeline göre her bir Grid noktasının hesaplanan  $EDP$  değeri tespit edilen  $c_{eşik}$  oranı ile karşılaştırılarak Grid noktalarının  $KD$ 'si hesaplanır. Eğer Grid noktaların  $EDP$  değeri  $c_{eşik}$  oranından büyük ise,  $P$  noktasının kapsandığını gösteren 1 değeri, küçük ise  $P$  noktasının kapsamadığını gösteren 0 değeri atanarak kapsama haritasının matrisi oluşturulur.

Kapsama haritası için oluşturulan matrise atanan 1 ve 0 değerleri, haritadaki her bir Grid noktasının kapsanma durumunu temsil etmektedir. Matristeki 1 değerlerinin toplamları alındığında kapsama haritasındaki kapsanan toplam Grid noktalarının sayısı tespit edilir. Alanın *Toplam Kapsanma Oranı (TKO<sub>A</sub>)* Denklem (5.9) tarafından hesaplanır.

$$TKO_A = \frac{\sum KD_p(s^i)}{A}, \forall i \in S \quad (5.9)$$

Verilen denklemde,  $A$  ilgili alandaki toplam Grid nokta sayısını temsil etmektedir.

### 5.2.2. EPDM-EM Algoritması

Taslak kodu *Algoritma 6*'da sunulan EPDM-EM algoritmasında öncelikle algılayıcıların başlangıç dağıtımları rastgele olarak yapılarak düğümlerin alandaki yerleşimleri sağlanır. Sonrasında alandaki her mobil düğümün kapsadığı Grid nokta sayısına göre  $f(x)$  değeri tespit edilerek EM algoritması çalıştırılır. EM algoritmasında sırasıyla her düğümün yük değeri ( $q$ ),

her düğüme diğer algılayıcılar tarafından uygulanan toplam kuvvet ( $F_{total}$ ) ve her düğümün bileşke kuvvet yönündeki yeni konumu hesaplanarak düğümlerin optimum konuma yerleşmesi sağlanır. Algılayıcıların dinamik dağılımı sonrasında optimum olan mobil ve tüm statik algılayıcıların konumları değişmeyeceğinden dolayı bileşke kuvvetlerini hesaplamaya gerek yoktur. Çünkü mobil algılayıcılar optimum konuma yerleştikten sonra ve çalışma özelliği gereği statik olan algılayıcılar kendi konumlarını değiştirmezler.

---

**Algoritma 6:** EPDM-EM taslak kodu

---

(1): *Tanımla*

Algoritmada kullanılacak olan parametreler tanımlanır. Bu parametreler; mobil ve statik algılayıcı tarama yarıçapları ( $r_{max}$ ), ölçüm parametresi ( $\lambda$ ), alan kapsama oranı eşik değeri ( $c_{eşik}$ ), mobil algılayıcıların sayısı ( $N_{mobil}$ ), statik algılayıcıların sayısı ( $N_{statik}$ ), çözüm uzayının boyutu ( $n$ ), çözüm uzayının üst ve alt sınır koordinatları, maksimum simülasyon sayısı ( $N_{max-sim}$ ).

(2):  $run = 1$

(3): **while**  $run \leq N_{max-sim}$

(4):  $iter = 1$

(5):  $X_{mobil} = []$ ,  $X_{mobil}^{opt} = []$ ,  $X_{statik} = []$

Sırasıyla mobil algılayıcılar, optimum olan mobil algılayıcılar ve statik algılayıcılar kümesi tanımlanır.

(6): *Mobil ve statik algılayıcıları rastgele dağıt ve  $f(x)$  değerlerini hesapla*

(7): **while** ( $X_{mobil} \neq X_{mobil}^{opt}$ )

Dağılımı yapılan tüm mobil düğümlerin optimum konuma yerleşmemesi koşulu ile döngü oluştur.

(8): *Algılayıcıların yükünü hesapla*

(9): *Optimum konuma yerleşen algılayıcıları tespit et*

EM algoritması ile mobil algılayıcıların dinamik dağılımı sonrasında optimum konuma yerleşen mobil algılayıcılar tespit edilir.

(10): *Optimum olmayan mobil algılayıcıların bileşke kuvvetini hesapla*

Optimum konumda olmadığı tespit edilen mobil algılayıcılara alandaki tüm algılayıcılar tarafından uygulanan kuvvetlerin toplamı alınarak bu algılayıcıların bileşke kuvveti hesaplanır.

(11): *Optimum olmayan mobil algılayıcıların konumlarını güncelle*

EM algoritması ile yapılan dinamik dağılımda optimum konumda olmadığı tespit edilen her mobil algılayıcının mevcut konum güncellemesi yapılarak yeni konumuna hareketi sağlanır.

(12):  $iter = iter + 1$

(13): **end while**

(14): *Alandaki tüm Grid noktalarının EDP değerini hesapla*

(15): *Alandaki tüm Grid noktalarının KD değerini hesapla*

(16): *Alanın  $TKO_A$  değerini hesapla*

(17):  $run = run + 1$

(18): **end while**

(19): *Simülasyonlardaki  $TKO_A$  değerlerinin istatistiksel hesaplamasını yap*

Her biri bağımsız olan Monte Carlo simülasyonlarının çalıştırılması sonucunda;  $TKO_A$  değerlerinin maksimum, minimum, ortalama, standart sapması belirlenerek maksimum  $TKO_A$  değerinin ulaşıldığı simülasyondaki iterasyon sayısı ve optimum kapsanma oranı tespit edilir.

## 6. BÖLÜM

### DENEYSEL BULGULAR ve YORUMLAR

Tez çalışmasının bu bölümünde, KAA'da tanımlanan alanda rastgele dağıtılan mobil ve statik algılayıcılardan oluşan düğümlerin dinamik dağılımları MATLAB<sup>®</sup> R2014a ortamında Monte Carlo simülasyonları yapılarak deneysel bulgular elde edilmiştir. Geliştirilen EPDM-EM'de kullanılan parametreler Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1.** EPDM-EM parametreleri

Parametre Adı	Tanımlandığı değer veya aralık
2D dağıtım alanının boyutu	100 x 100 metre (10000 m <sup>2</sup> )
Alandaki toplam Grid sayısı	10201 adet
Gridler arası mesafe	1 metre
Mobil düğüm sayısı	20 ile 100 aralığında
Statik düğüm sayısı	4 ile 20 aralığında
Düğüm maksimum algılama yarıçapı	7 metre
Simülasyon sayısı	5 Monte Carlo
Düğümlerin $\lambda$ değerleri	0,01 ile 0,09 aralığında

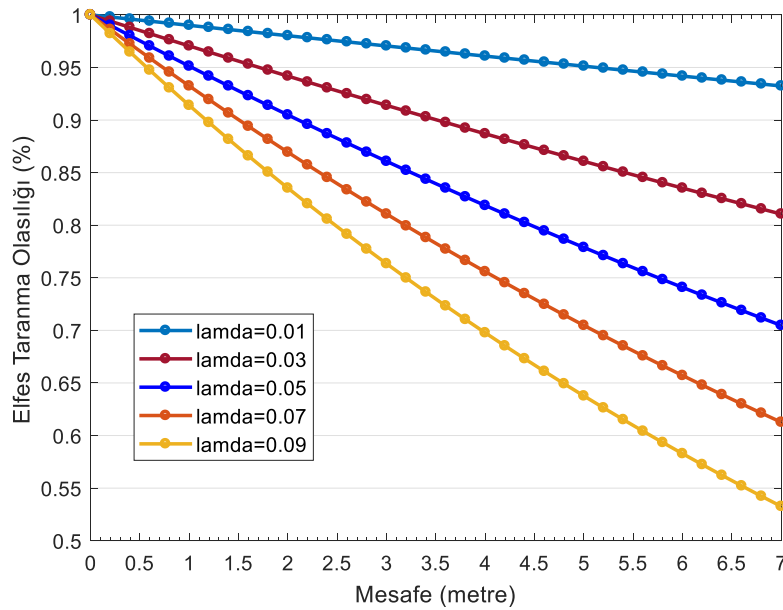
İki boyutlu olarak tanımlanan dağıtım alanındaki Grid noktalar arası mesafe 1'er metre olarak alındığında tespit edilen toplam Grid nokta sayısı 10201 adet olarak hesaplanır. Öncelikle İlgili alanda 20 ile 100 adet aralığında olmak üzere sadece mobil düğümlerden oluşan homojen algılayıcıların başlangıçta rastgele dağıtımları yapılmıştır. Sonrasında ise %80 mobil ve %20 statik olmak üzere 20 ile 100 adet aralığında mobil ve statik düğümlerden oluşan heterojen algılayıcıların başlangıçta rastgele dağıtımları yapılmıştır. Simülasyonlarda homojen ve heterojen algılayıcılardan oluşan düğüm kümeleri kullanılarak deneysel bulgular için örnek çalışmalar yapılacaktır.

Dağıtılan tüm düğümlerin özelliğine  $\lambda$  değerleri 0,02 artış yapılarak 0,01 ile 0,09 değer aralığında tanımlandığında ve  $d(s^i, P)$  Öklid mesafesi düğümün  $r_{max}$  mesafesine kadar 1'er metre artış yapılarak 1 ile 7 metre aralığında tanımlandığında hesaplanan  $c_{eşik}$  oranları Tablo 2'de sunulmuştur. Her bir  $\lambda$  değeri için hesaplanan  $c_{eşik}$  oranları yapılacak olan simülasyonlardaki örnek çalışmalar için bir temel teşkil edecektir.

**Tablo 2.**  $\lambda$  ve Öklid mesafesine göre hesaplanan  $c_{eşik}$  oranları

$\lambda$	$d(s^i, P)$ Öklid mesafesi (metre)						
	1	2	3	4	5	6	7
	$c_{eşik}$ oranlar (%)						
<b>0.01</b>	0.9900	0.9802	0.9704	0.9608	0.9512	0.9418	0.9324
<b>0.03</b>	0.9704	0.9418	0.9139	0.8869	0.8607	0.8353	0.8106
<b>0.05</b>	0.9512	0.9048	0.8607	0.8187	0.7788	0.7408	0.7047
<b>0.07</b>	0.9324	0.8694	0.8106	0.7558	0.7047	0.6570	0.6126
<b>0.09</b>	0.9139	0.8353	0.7634	0.6977	0.6376	0.5827	0.5326

Alandaki düğümlerin özelliğine göre  $0.01 \leq \lambda \leq 0.09$  olmak üzere  $d(s^i, P)$  Öklid mesafesi maksimum olarak  $r_{max}$  değerine kadar 0.2 metre artış değeri ile tanımlandığında bu mesafelerdeki  $P$  Grid noktaları için hesaplanan  $EDP$  değerlerinin değişimi Şekil 11'de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; algılayıcının  $r_{max}$  mesafesi içinde taranacak olan herhangi bir  $P$  noktası o düğümün merkezi koordinatından uzaklaştıkça ( $d(s^i, P)$  mesafesi arttıkça)  $P$  noktasının  $EDP$  değeri gittikçe azalma eğiliminde olacaktır. Ayrıca bu grafik Tablo 2'de sunulan ve  $d(s^i, P)$  mesafesine göre  $c_{eşik}$  oranlarının nasıl değiştiğinin bir ispatı niteliğindedir.

**Şekil 11.**  $d(s^i, P)$  mesafesine göre Elfes Taranma Olasılığı değişim grafiği



## 6.1. Mobil Düğüm Dağılımı

Bu bölümde 20 ile 100 aralığında olmak üzere 20'şer artış ile tanımlanan ve sadece mobil düğümlerden oluşan homojen algılayıcı kümesi kullanılarak başlangıçta rastgele dağıtılan algılayıcıların dinamik dağılımları geliştirilen EPDM-EM tarafından yapılmıştır. 0.01 ile 0.09 aralığında tanımlanan  $\lambda$  değerlerinin her biri için 20 ile 100 aralığında dağıtılan algılayıcılar tarafından alanın kapsanma oranları 5 Monte Carlo simülasyonunun her bir 25 iterasyon aralığında hesaplanarak optimum olanı tespit edilmiştir.

### 6.1.1. $\lambda = 0.01$ için Mobil Düğüm Dağılımı

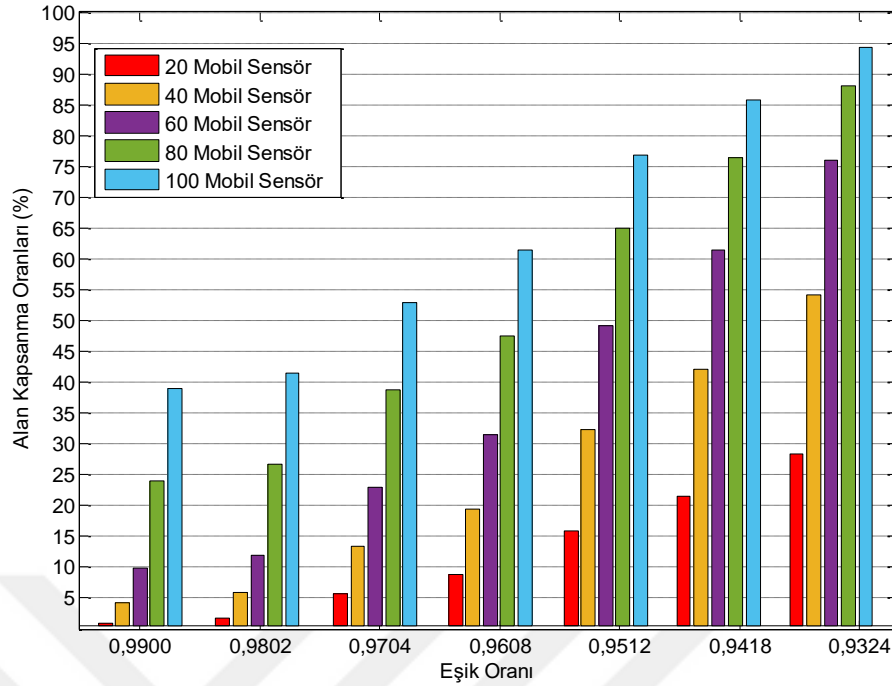
$\lambda = 0.01$  için tanımlanan  $c_{eşik}$  oranlar esas alınarak EPDM-EM tarafından dağılımı yapılan 20 – 100 aralığındaki mobil algılayıcıların tümü optimum konuma yerleşinceye kadar her 25 iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranları Tablo 3'de sunulmuştur.

**Tablo 3.**  $20^{(1)}$ ,  $40^{(2)}$ ,  $60^{(3)}$ ,  $80^{(4)}$ ,  $100^{(5)}$  mobil algılayıcı dağılımında  $\lambda = 0.01$  alındığında  $c_{eşik}$  oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları

İterasyon Aralığı	$c_{eşik}$ oranları (%)						
	0.9900	0.9802	0.9704	0.9608	0.9512	0.9418	0.9324
25	0.8823 <sup>(1)</sup>	1.5881 <sup>(1)</sup>	5.1171 <sup>(1)</sup>	7.9404 <sup>(1)</sup>	14.2927 <sup>(1)</sup>	19.2334 <sup>(1)</sup>	25.5857 <sup>(1)</sup>
	1.0293 <sup>(2)</sup>	1.8528 <sup>(2)</sup>	5.9700 <sup>(2)</sup>	9.2638 <sup>(2)</sup>	16.6748 <sup>(2)</sup>	22.4390 <sup>(2)</sup>	29.8500 <sup>(2)</sup>
	1.1273 <sup>(3)</sup>	2.0292 <sup>(3)</sup>	6.5386 <sup>(3)</sup>	10.1461 <sup>(3)</sup>	18.2629 <sup>(3)</sup>	24.5760 <sup>(3)</sup>	32.6929 <sup>(3)</sup>
	1.1273 <sup>(4)</sup>	2.0292 <sup>(4)</sup>	6.5386 <sup>(4)</sup>	10.1461 <sup>(4)</sup>	18.2629 <sup>(4)</sup>	24.5760 <sup>(4)</sup>	32.6929 <sup>(4)</sup>
	1.2254 <sup>(5)</sup>	2.2057 <sup>(5)</sup>	7.1071 <sup>(5)</sup>	11.0283 <sup>(5)</sup>	19.8510 <sup>(5)</sup>	26.7131 <sup>(5)</sup>	35.5357 <sup>(5)</sup>
50	1.0293 <sup>(1)</sup>	1.8135 <sup>(1)</sup>	5.7347 <sup>(1)</sup>	8.8717 <sup>(1)</sup>	15.9298 <sup>(1)</sup>	21.4195 <sup>(1)</sup>	28.3796 <sup>(1)</sup>
	1.4214 <sup>(2)</sup>	2.5586 <sup>(2)</sup>	8.2443 <sup>(2)</sup>	12.7929 <sup>(2)</sup>	23.0272 <sup>(2)</sup>	30.9872 <sup>(2)</sup>	41.2214 <sup>(2)</sup>
	1.5195 <sup>(3)</sup>	2.7350 <sup>(3)</sup>	8.8129 <sup>(3)</sup>	13.6751 <sup>(3)</sup>	24.6152 <sup>(3)</sup>	33.1242 <sup>(3)</sup>	44.0643 <sup>(3)</sup>
	1.6665 <sup>(4)</sup>	2.9997 <sup>(4)</sup>	9.6657 <sup>(4)</sup>	14.9985 <sup>(4)</sup>	26.9974 <sup>(4)</sup>	36.3298 <sup>(4)</sup>	48.3286 <sup>(4)</sup>
	1.6175 <sup>(5)</sup>	2.9115 <sup>(5)</sup>	9.3814 <sup>(5)</sup>	14.5574 <sup>(5)</sup>	26.2033 <sup>(5)</sup>	35.2612 <sup>(5)</sup>	46.9072 <sup>(5)</sup>
75	1.4900 <sup>(2)</sup>	2.6664 <sup>(2)</sup>	8.5482 <sup>(2)</sup>	13.2536 <sup>(2)</sup>	23.8408 <sup>(2)</sup>	32.0753 <sup>(2)</sup>	42.6233 <sup>(2)</sup>
	1.6175 <sup>(3)</sup>	2.9115 <sup>(3)</sup>	9.3814 <sup>(3)</sup>	14.5574 <sup>(3)</sup>	26.2033 <sup>(3)</sup>	35.2612 <sup>(3)</sup>	46.9072 <sup>(3)</sup>
	1.8724 <sup>(4)</sup>	3.3232 <sup>(4)</sup>	10.5774 <sup>(4)</sup>	16.3807 <sup>(4)</sup>	29.4383 <sup>(4)</sup>	39.5942 <sup>(4)</sup>	52.5341 <sup>(4)</sup>
	2.2253 <sup>(5)</sup>	3.7545 <sup>(5)</sup>	11.4008 <sup>(5)</sup>	17.5179 <sup>(5)</sup>	31.2812 <sup>(5)</sup>	41.8684 <sup>(5)</sup>	55.1220 <sup>(5)</sup>
100	1.7057 <sup>(2)</sup>	2.9605 <sup>(2)</sup>	9.2344 <sup>(2)</sup>	14.2535 <sup>(2)</sup>	25.5465 <sup>(2)</sup>	34.3104 <sup>(2)</sup>	45.3485 <sup>(2)</sup>
	1.8135 <sup>(3)</sup>	3.1860 <sup>(3)</sup>	10.0480 <sup>(3)</sup>	15.5377 <sup>(3)</sup>	27.8698 <sup>(3)</sup>	37.4179 <sup>(3)</sup>	49.6520 <sup>(3)</sup>
	2.4998 <sup>(4)</sup>	4.1074 <sup>(4)</sup>	12.1459 <sup>(4)</sup>	18.5766 <sup>(4)</sup>	33.0066 <sup>(4)</sup>	44.0643 <sup>(4)</sup>	57.7885 <sup>(4)</sup>
	2.6860 <sup>(5)</sup>	4.3329 <sup>(5)</sup>	12.5674 <sup>(5)</sup>	19.1550 <sup>(5)</sup>	33.9378 <sup>(5)</sup>	45.1916 <sup>(5)</sup>	59.0726 <sup>(5)</sup>
125	1.9900 <sup>(2)</sup>	3.2840 <sup>(2)</sup>	9.7539 <sup>(2)</sup>	14.8907 <sup>(2)</sup>	26.3994 <sup>(2)</sup>	35.3201 <sup>(2)</sup>	46.5347 <sup>(2)</sup>
	1.9900 <sup>(3)</sup>	3.4408 <sup>(3)</sup>	10.6950 <sup>(3)</sup>	16.4984 <sup>(3)</sup>	29.5363 <sup>(3)</sup>	39.5942 <sup>(3)</sup>	52.4164 <sup>(3)</sup>
	3.0389 <sup>(4)</sup>	4.8035 <sup>(4)</sup>	13.6261 <sup>(4)</sup>	20.6842 <sup>(4)</sup>	36.4768 <sup>(4)</sup>	48.4364 <sup>(4)</sup>	62.9742 <sup>(4)</sup>
	2.9507 <sup>(5)</sup>	4.6368 <sup>(5)</sup>	13.0673 <sup>(5)</sup>	19.8118 <sup>(5)</sup>	34.9476 <sup>(5)</sup>	46.3974 <sup>(5)</sup>	60.2784 <sup>(5)</sup>
150	2.3233 <sup>(2)</sup>	3.6565 <sup>(2)</sup>	10.3225 <sup>(2)</sup>	15.5769 <sup>(2)</sup>	27.3012 <sup>(2)</sup>	36.3396 <sup>(2)</sup>	47.6718 <sup>(2)</sup>
	2.0390 <sup>(3)</sup>	3.5291 <sup>(3)</sup>	10.9793 <sup>(3)</sup>	16.9395 <sup>(3)</sup>	30.3304 <sup>(3)</sup>	40.6627 <sup>(3)</sup>	53.7692 <sup>(3)</sup>
	3.6271 <sup>(4)</sup>	5.4701 <sup>(4)</sup>	14.6848 <sup>(4)</sup>	22.0567 <sup>(4)</sup>	38.3982 <sup>(4)</sup>	50.6911 <sup>(4)</sup>	65.2583 <sup>(4)</sup>
	3.5095 <sup>(5)</sup>	5.3132 <sup>(5)</sup>	14.3319 <sup>(5)</sup>	21.5469 <sup>(5)</sup>	37.5944 <sup>(5)</sup>	49.5932 <sup>(5)</sup>	63.9741 <sup>(5)</sup>
175	3.0585 <sup>(2)</sup>	4.4701 <sup>(2)</sup>	11.5283 <sup>(2)</sup>	17.0964 <sup>(2)</sup>	29.2716 <sup>(2)</sup>	38.4668 <sup>(2)</sup>	49.8775 <sup>(2)</sup>
	2.4115 <sup>(3)</sup>	4.0192 <sup>(3)</sup>	12.0576 <sup>(3)</sup>	18.4884 <sup>(3)</sup>	32.7811 <sup>(3)</sup>	43.7408 <sup>(3)</sup>	57.5434 <sup>(3)</sup>
	4.0094 <sup>(4)</sup>	5.8916 <sup>(4)</sup>	15.3024 <sup>(4)</sup>	22.8311 <sup>(4)</sup>	39.4079 <sup>(4)</sup>	51.7988 <sup>(4)</sup>	66.3464 <sup>(4)</sup>
	4.1368 <sup>(5)</sup>	6.0190 <sup>(5)</sup>	15.4299 <sup>(5)</sup>	22.9585 <sup>(5)</sup>	39.5549 <sup>(5)</sup>	51.7694 <sup>(5)</sup>	66.2876 <sup>(5)</sup>

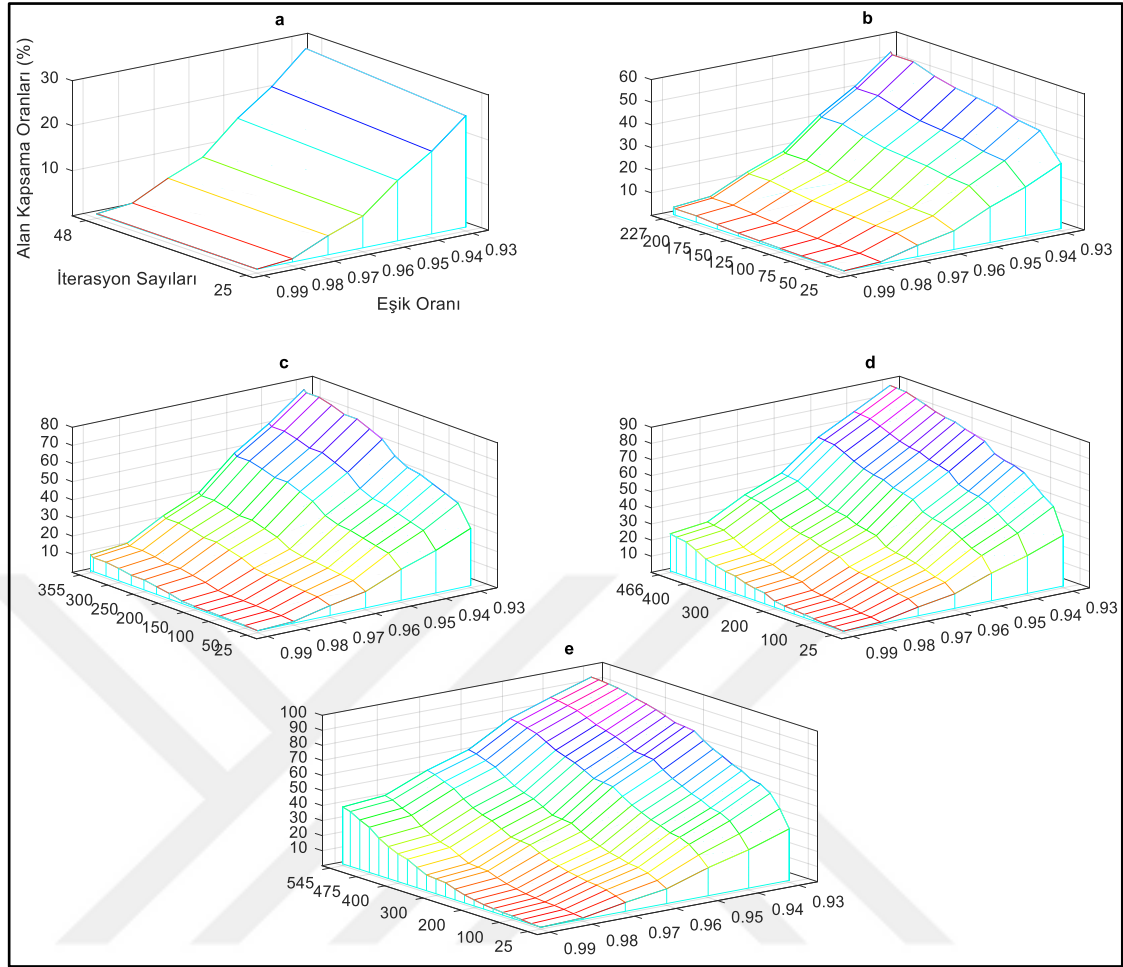
<b>200</b>	3.8035 <sup>(2)</sup>	5.3328 <sup>(2)</sup>	12.8811 <sup>(2)</sup>	18.8413 <sup>(2)</sup>	31.6734 <sup>(2)</sup>	41.2607 <sup>(2)</sup>	53.1222 <sup>(2)</sup>
	4.1368 <sup>(3)</sup>	5.9798 <sup>(3)</sup>	15.1946 <sup>(3)</sup>	22.5272 <sup>(3)</sup>	38.2021 <sup>(3)</sup>	49.9265 <sup>(3)</sup>	64.2780 <sup>(3)</sup>
	4.9211 <sup>(4)</sup>	6.8817 <sup>(4)</sup>	16.6650 <sup>(4)</sup>	24.4290 <sup>(4)</sup>	41.4763 <sup>(4)</sup>	53.9261 <sup>(4)</sup>	68.3756 <sup>(4)</sup>
	5.2642 <sup>(5)</sup>	7.2640 <sup>(5)</sup>	17.2434 <sup>(5)</sup>	25.1642 <sup>(5)</sup>	42.3880 <sup>(5)</sup>	54.8966 <sup>(5)</sup>	69.5716 <sup>(5)</sup>
<b>225</b>	3.8035 <sup>(2)</sup>	5.3328 <sup>(2)</sup>	12.8811 <sup>(2)</sup>	18.8413 <sup>(2)</sup>	31.6734 <sup>(2)</sup>	41.2607 <sup>(2)</sup>	53.1222 <sup>(2)</sup>
	5.3328 <sup>(3)</sup>	7.2934 <sup>(3)</sup>	17.0572 <sup>(3)</sup>	24.7231 <sup>(3)</sup>	40.9862 <sup>(3)</sup>	52.9654 <sup>(3)</sup>	67.4248 <sup>(3)</sup>
	7.7737 <sup>(4)</sup>	9.9696 <sup>(4)</sup>	20.8117 <sup>(4)</sup>	29.1834 <sup>(4)</sup>	46.9660 <sup>(4)</sup>	59.6706 <sup>(4)</sup>	73.9241 <sup>(4)</sup>
	6.4896 <sup>(5)</sup>	8.6070 <sup>(5)</sup>	19.1746 <sup>(5)</sup>	27.5267 <sup>(5)</sup>	45.2505 <sup>(5)</sup>	57.8179 <sup>(5)</sup>	72.3360 <sup>(5)</sup>
<b>250</b>	4.2643 <sup>(2)</sup>	5.8328 <sup>(2)</sup>	13.4595 <sup>(2)</sup>	19.4785 <sup>(2)</sup>	32.4282 <sup>(2)</sup>	42.1135 <sup>(2)</sup>	54.1319 <sup>(2)</sup>
	6.5974 <sup>(3)</sup>	8.6756 <sup>(3)</sup>	18.9295 <sup>(3)</sup>	26.9287 <sup>(3)</sup>	43.7506 <sup>(3)</sup>	55.9455 <sup>(3)</sup>	70.4147 <sup>(3)</sup>
	8.5286 <sup>(4)</sup>	10.8029 <sup>(4)</sup>	21.9684 <sup>(4)</sup>	30.5362 <sup>(4)</sup>	48.6129 <sup>(4)</sup>	61.4155 <sup>(4)</sup>	75.7181 <sup>(4)</sup>
	8.4011 <sup>(5)</sup>	10.6754 <sup>(5)</sup>	21.9096 <sup>(5)</sup>	30.6931 <sup>(5)</sup>	49.0442 <sup>(5)</sup>	61.7292 <sup>(5)</sup>	75.9925 <sup>(5)</sup>
<b>275</b>	6.5974 <sup>(3)</sup>	8.6756 <sup>(3)</sup>	18.9295 <sup>(3)</sup>	26.9287 <sup>(3)</sup>	43.7506 <sup>(3)</sup>	55.9455 <sup>(3)</sup>	70.4147 <sup>(3)</sup>
	9.8226 <sup>(4)</sup>	12.0969 <sup>(4)</sup>	23.2624 <sup>(4)</sup>	31.8694 <sup>(4)</sup>	50.0441 <sup>(4)</sup>	62.9056 <sup>(4)</sup>	77.2277 <sup>(4)</sup>
	10.5872 <sup>(5)</sup>	13.0379 <sup>(5)</sup>	25.0760 <sup>(5)</sup>	34.3496 <sup>(5)</sup>	53.4359 <sup>(5)</sup>	66.4151 <sup>(5)</sup>	80.4137 <sup>(5)</sup>
	7.8914 <sup>(3)</sup>	10.0676 <sup>(3)</sup>	20.6744 <sup>(3)</sup>	28.8697 <sup>(3)</sup>	46.0249 <sup>(3)</sup>	58.3570 <sup>(3)</sup>	72.9732 <sup>(3)</sup>
<b>300</b>	11.9498 <sup>(4)</sup>	14.3221 <sup>(4)</sup>	25.8210 <sup>(4)</sup>	34.6241 <sup>(4)</sup>	52.8085 <sup>(4)</sup>	65.4642 <sup>(4)</sup>	79.4530 <sup>(4)</sup>
	11.1166 <sup>(5)</sup>	13.5869 <sup>(5)</sup>	25.6838 <sup>(5)</sup>	35.0162 <sup>(5)</sup>	54.2104 <sup>(5)</sup>	67.2483 <sup>(5)</sup>	81.1979 <sup>(5)</sup>
	8.8129 <sup>(3)</sup>	11.0479 <sup>(3)</sup>	21.9292 <sup>(3)</sup>	30.3206 <sup>(3)</sup>	47.8384 <sup>(3)</sup>	60.2294 <sup>(3)</sup>	74.8162 <sup>(3)</sup>
	12.6556 <sup>(4)</sup>	15.0672 <sup>(4)</sup>	26.6837 <sup>(4)</sup>	35.5651 <sup>(4)</sup>	53.7692 <sup>(4)</sup>	66.3464 <sup>(4)</sup>	80.1686 <sup>(4)</sup>
<b>325</b>	11.6753 <sup>(5)</sup>	14.1457 <sup>(5)</sup>	26.2817 <sup>(5)</sup>	35.6338 <sup>(5)</sup>	54.8280 <sup>(5)</sup>	67.8659 <sup>(5)</sup>	81.8253 <sup>(5)</sup>
	8.8129 <sup>(3)</sup>	11.0479 <sup>(3)</sup>	21.9292 <sup>(3)</sup>	30.3206 <sup>(3)</sup>	47.8384 <sup>(3)</sup>	60.2294 <sup>(3)</sup>	74.8162 <sup>(3)</sup>
	14.1163 <sup>(4)</sup>	16.5474 <sup>(4)</sup>	28.2815 <sup>(4)</sup>	37.1630 <sup>(4)</sup>	55.3965 <sup>(4)</sup>	67.9835 <sup>(4)</sup>	81.5998 <sup>(4)</sup>
	14.6946 <sup>(5)</sup>	17.2434 <sup>(5)</sup>	29.6932 <sup>(5)</sup>	39.1824 <sup>(5)</sup>	58.2100 <sup>(5)</sup>	70.8558 <sup>(5)</sup>	84.2368 <sup>(5)</sup>
<b>350</b>	9.7834 <sup>(3)</sup>	11.9988 <sup>(3)</sup>	22.9585 <sup>(3)</sup>	31.4087 <sup>(3)</sup>	49.1030 <sup>(3)</sup>	61.4744 <sup>(3)</sup>	76.0318 <sup>(3)</sup>
	16.2239 <sup>(4)</sup>	18.7531 <sup>(4)</sup>	30.7519 <sup>(4)</sup>	39.7412 <sup>(4)</sup>	57.9943 <sup>(4)</sup>	70.4637 <sup>(4)</sup>	83.7173 <sup>(4)</sup>
	18.0080 <sup>(5)</sup>	20.5960 <sup>(5)</sup>	33.0262 <sup>(5)</sup>	42.4566 <sup>(5)</sup>	61.1999 <sup>(5)</sup>	73.5026 <sup>(5)</sup>	86.3543 <sup>(5)</sup>
	19.5667 <sup>(4)</sup>	22.1743 <sup>(4)</sup>	34.3006 <sup>(4)</sup>	43.2605 <sup>(4)</sup>	61.1411 <sup>(4)</sup>	73.0517 <sup>(4)</sup>	85.6289 <sup>(4)</sup>
<b>400</b>	19.6745 <sup>(5)</sup>	22.3213 <sup>(5)</sup>	34.9378 <sup>(5)</sup>	44.4858 <sup>(5)</sup>	63.3075 <sup>(5)</sup>	75.4436 <sup>(5)</sup>	88.0502 <sup>(5)</sup>
	22.4880 <sup>(4)</sup>	25.0760 <sup>(4)</sup>	37.1826 <sup>(4)</sup>	46.1033 <sup>(4)</sup>	63.8663 <sup>(4)</sup>	75.4534 <sup>(4)</sup>	87.4424 <sup>(4)</sup>
	22.4292 <sup>(5)</sup>	25.0662 <sup>(5)</sup>	37.6630 <sup>(5)</sup>	47.0934 <sup>(5)</sup>	65.5524 <sup>(5)</sup>	77.3356 <sup>(5)</sup>	89.3442 <sup>(5)</sup>
	23.3212 <sup>(4)</sup>	25.9288 <sup>(4)</sup>	38.0159 <sup>(4)</sup>	46.9170 <sup>(4)</sup>	64.5917 <sup>(4)</sup>	76.0612 <sup>(4)</sup>	87.8835 <sup>(4)</sup>
<b>450</b>	26.0563 <sup>(5)</sup>	28.7325 <sup>(5)</sup>	41.5646 <sup>(5)</sup>	51.1028 <sup>(5)</sup>	68.9932 <sup>(5)</sup>	80.0902 <sup>(5)</sup>	91.2165 <sup>(5)</sup>
	24.0467 <sup>(4)</sup>	26.6739 <sup>(4)</sup>	38.7609 <sup>(4)</sup>	47.5738 <sup>(4)</sup>	65.0721 <sup>(4)</sup>	76.4141 <sup>(4)</sup>	88.0894 <sup>(4)</sup>
	31.2322 <sup>(5)</sup>	33.8496 <sup>(5)</sup>	46.3092 <sup>(5)</sup>	55.4652 <sup>(5)</sup>	72.4439 <sup>(5)</sup>	82.7076 <sup>(5)</sup>	92.6478 <sup>(5)</sup>
	34.0555 <sup>(5)</sup>	36.6239 <sup>(5)</sup>	48.8678 <sup>(5)</sup>	57.8081 <sup>(5)</sup>	74.2574 <sup>(5)</sup>	84.0604 <sup>(5)</sup>	93.3830 <sup>(5)</sup>
<b>475</b>	37.6140 <sup>(5)</sup>	40.0059 <sup>(5)</sup>	51.5930 <sup>(5)</sup>	60.1902 <sup>(5)</sup>	75.9827 <sup>(5)</sup>	85.2760 <sup>(5)</sup>	94.0594 <sup>(5)</sup>
	39.0256 <sup>(5)</sup>	41.3979 <sup>(5)</sup>	52.8674 <sup>(5)</sup>	61.3665 <sup>(5)</sup>	76.8258 <sup>(5)</sup>	85.8249 <sup>(5)</sup>	94.2261 <sup>(5)</sup>

Şekil 12'deki grafiğe göre;  $\lambda = 0.01$  için  $d(s^i, P)$  mesafesi ile tespit edilen  $c_{eşik}$  oranlar düşüş eğiliminde olduğu sürece alanın  $r_{max}$  mesafesi içindeki her  $P$  Grid noktalarının  $EDP$  değerleri gittikçe yükselmektedir. Örneğin; 20 mobil algılayıcının EPDM-EM tarafından yapılan dağılımda  $c_{eşik}$  oranı %99 olarak tanımlandığında bu eşik orana eşit veya üzerinde  $EDP$  ile taranan  $P$  Grid noktalarının alanda oluşturduğu toplam kapsanma oranı %1,  $c_{eşik}$  oranı %93 olarak tanımlandığında ise taranan  $P$  noktalarının alandaki toplam kapsanma oranı %28 olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 12.**  $\lambda = 0.01$  için 20-100 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında  $c_{eşik}$  oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği

Tablo 3’deki sonuçlara göre;  $c_{eşik}$  oranlar, dağılımı yapılan 20 – 100 aralığındaki mobil düğümlerin simülasyonu yapılan iterasyon aralıkları ve hesaplanan kapsanma oranları değişimi Şekil 13’de 3D grafik ile gösterilmiştir.  $c_{eşik}$  oranı %93 olarak alındığında; 20 mobil düğümün yapılan dağılımında 48.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %28’si kapsanmış (Şekil 13a), 40 mobil düğümün yapılan dağılımında 227.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %54’ü kapsanmış (Şekil 13b), 60 mobil düğümün yapılan dağılımında 355.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %76’sı kapsanmış (Şekil 13c), 80 mobil düğümün yapılan dağılımında 466.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %88’i kapsanmış (Şekil 13d) ve 100 mobil düğümün yapılan dağılımında 545.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %94’ü kapsanmıştır (Şekil 13e).



**Şekil 13.** Dağılımı yapılan (a) 20, (b) 40, (c) 60, (d) 80, (e) 100 mobil algılayıcının  $\lambda = 0.01$  için  $c_{eşik}$  oranlarına göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği

### 6.1.2. $\lambda = 0.03$ için Mobil Düğüm Dağılımı

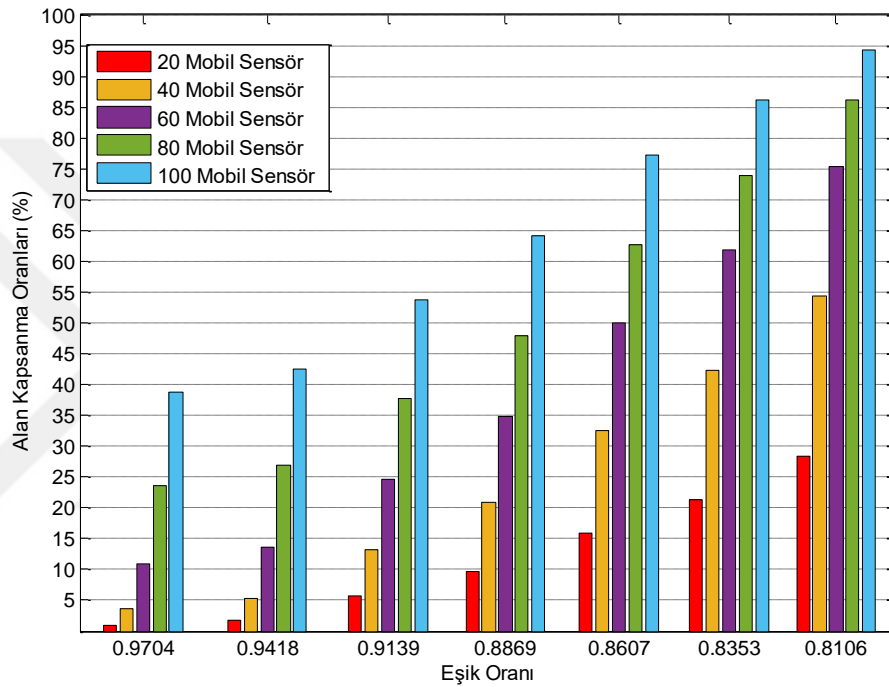
$\lambda = 0.03$  için tanımlanan  $c_{eşik}$  oranlar esas alınarak EPDM-EM tarafından dağılımı yapılan 20 – 100 aralığındaki mobil algılayıcıların tümü optimum konuma yerleşinceye kadar her 25 iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranları Tablo 4’de sunulmuştur.

**Tablo 4.**  $20^{(1)}$ ,  $40^{(2)}$ ,  $60^{(3)}$ ,  $80^{(4)}$ ,  $100^{(5)}$  mobil algılayıcı dağılımında  $\lambda = 0.03$  alındığında  $c_{eşik}$  oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları

İterasyon Aralığı	$c_{eşik}$ oranları (%)						
	0.9704	0.9418	0.9139	0.8869	0.8607	0.8353	0.8106
25	0.7842 <sup>(1)</sup>	1.4116 <sup>(1)</sup>	4.5486 <sup>(1)</sup>	7.6855 <sup>(1)</sup>	12.7046 <sup>(1)</sup>	17.0964 <sup>(1)</sup>	22.7429 <sup>(1)</sup>
	1.2254 <sup>(2)</sup>	2.2057 <sup>(2)</sup>	7.1071 <sup>(2)</sup>	12.0086 <sup>(2)</sup>	19.8510 <sup>(2)</sup>	26.7131 <sup>(2)</sup>	35.5357 <sup>(2)</sup>
	1.2254 <sup>(3)</sup>	2.2057 <sup>(3)</sup>	7.1071 <sup>(3)</sup>	12.0086 <sup>(3)</sup>	19.8510 <sup>(3)</sup>	26.7131 <sup>(3)</sup>	35.5357 <sup>(3)</sup>
	1.1764 <sup>(4)</sup>	2.1174 <sup>(4)</sup>	6.8229 <sup>(4)</sup>	11.5283 <sup>(4)</sup>	19.0570 <sup>(4)</sup>	25.6445 <sup>(4)</sup>	34.1143 <sup>(4)</sup>
	1.2254 <sup>(5)</sup>	2.2057 <sup>(5)</sup>	7.1071 <sup>(5)</sup>	12.0086 <sup>(5)</sup>	19.8510 <sup>(5)</sup>	26.7131 <sup>(5)</sup>	35.5357 <sup>(5)</sup>
50	0.9803 <sup>(1)</sup>	1.7645 <sup>(1)</sup>	5.6857 <sup>(1)</sup>	9.6069 <sup>(1)</sup>	15.8808 <sup>(1)</sup>	21.3705 <sup>(1)</sup>	28.4286 <sup>(1)</sup>
	1.4214 <sup>(2)</sup>	2.5586 <sup>(2)</sup>	8.2443 <sup>(2)</sup>	13.9300 <sup>(2)</sup>	23.0272 <sup>(2)</sup>	30.9872 <sup>(2)</sup>	41.2214 <sup>(2)</sup>

	1.6175 <sup>(3)</sup> 1.6175 <sup>(4)</sup> 1.5685 <sup>(5)</sup>	2.9115 <sup>(3)</sup> 2.9115 <sup>(4)</sup> 2.8233 <sup>(5)</sup>	9.3814 <sup>(3)</sup> 9.3814 <sup>(4)</sup> 9.0971 <sup>(5)</sup>	15.8514 <sup>(3)</sup> 15.8514 <sup>(4)</sup> 15.3710 <sup>(5)</sup>	26.2033 <sup>(3)</sup> 26.2033 <sup>(4)</sup> 25.4093 <sup>(5)</sup>	35.2612 <sup>(3)</sup> 35.2612 <sup>(4)</sup> 34.1927 <sup>(5)</sup>	46.9072 <sup>(3)</sup> 46.9072 <sup>(4)</sup> 45.4857 <sup>(5)</sup>
<b>75</b>	1.5685 <sup>(2)</sup> 1.8234 <sup>(3)</sup> 1.7841 <sup>(4)</sup> 1.8037 <sup>(5)</sup>	2.8919 <sup>(2)</sup> 3.2546 <sup>(3)</sup> 3.2154 <sup>(4)</sup> 3.3036 <sup>(5)</sup>	9.1658 <sup>(2)</sup> 10.3127 <sup>(3)</sup> 10.2735 <sup>(4)</sup> 10.3617 <sup>(5)</sup>	15.4397 <sup>(2)</sup> 17.3708 <sup>(3)</sup> 17.3316 <sup>(4)</sup> 17.4199 <sup>(5)</sup>	25.4779 <sup>(2)</sup> 28.6639 <sup>(3)</sup> 28.6246 <sup>(4)</sup> 28.7129 <sup>(5)</sup>	34.2613 <sup>(2)</sup> 38.5060 <sup>(3)</sup> 38.5060 <sup>(4)</sup> 38.5943 <sup>(5)</sup>	45.4171 <sup>(2)</sup> 51.0930 <sup>(3)</sup> 51.1322 <sup>(4)</sup> 51.0440 <sup>(5)</sup>
<b>100</b>	2.0292 <sup>(2)</sup> 2.3037 <sup>(3)</sup> 2.0096 <sup>(4)</sup> 1.9116 <sup>(5)</sup>	3.4801 <sup>(2)</sup> 4.0192 <sup>(3)</sup> 3.6761 <sup>(4)</sup> 3.4702 <sup>(5)</sup>	10.1461 <sup>(2)</sup> 11.8616 <sup>(3)</sup> 11.3224 <sup>(4)</sup> 10.7244 <sup>(5)</sup>	16.7925 <sup>(2)</sup> 19.7040 <sup>(3)</sup> 18.9687 <sup>(4)</sup> 17.9786 <sup>(5)</sup>	27.3012 <sup>(2)</sup> 32.2125 <sup>(3)</sup> 31.2028 <sup>(4)</sup> 29.5853 <sup>(5)</sup>	36.4180 <sup>(2)</sup> 42.9566 <sup>(3)</sup> 41.8684 <sup>(4)</sup> 39.6824 <sup>(5)</sup>	47.8483 <sup>(2)</sup> 56.3670 <sup>(3)</sup> 55.2005 <sup>(4)</sup> 52.3870 <sup>(5)</sup>
<b>125</b>	2.4507 <sup>(2)</sup> 2.4017 <sup>(3)</sup> 2.0096 <sup>(4)</sup> 2.3625 <sup>(5)</sup>	3.9996 <sup>(2)</sup> 4.2447 <sup>(3)</sup> 3.6761 <sup>(4)</sup> 4.1467 <sup>(5)</sup>	11.0577 <sup>(2)</sup> 12.4792 <sup>(3)</sup> 11.3224 <sup>(4)</sup> 11.9890 <sup>(5)</sup>	18.0767 <sup>(2)</sup> 20.7137 <sup>(3)</sup> 18.9687 <sup>(4)</sup> 19.8314 <sup>(5)</sup>	29.0952 <sup>(2)</sup> 33.8496 <sup>(3)</sup> 31.2028 <sup>(4)</sup> 32.2910 <sup>(5)</sup>	38.5256 <sup>(2)</sup> 45.1426 <sup>(3)</sup> 41.8684 <sup>(4)</sup> 42.9958 <sup>(5)</sup>	50.2794 <sup>(2)</sup> 59.0922 <sup>(3)</sup> 55.2005 <sup>(4)</sup> 56.0827 <sup>(5)</sup>
<b>150</b>	2.5978 <sup>(2)</sup> 2.4017 <sup>(3)</sup> 3.0095 <sup>(4)</sup> 3.6369 <sup>(5)</sup>	4.2055 <sup>(2)</sup> 4.2447 <sup>(3)</sup> 5.1564 <sup>(4)</sup> 5.7543 <sup>(5)</sup>	11.4597 <sup>(2)</sup> 12.4792 <sup>(3)</sup> 13.9790 <sup>(4)</sup> 14.7731 <sup>(5)</sup>	18.6746 <sup>(2)</sup> 20.7137 <sup>(3)</sup> 22.7429 <sup>(4)</sup> 23.7918 <sup>(5)</sup>	29.9873 <sup>(2)</sup> 33.8496 <sup>(3)</sup> 36.5650 <sup>(4)</sup> 37.8002 <sup>(5)</sup>	39.6138 <sup>(2)</sup> 45.1426 <sup>(3)</sup> 48.3874 <sup>(4)</sup> 49.4657 <sup>(5)</sup>	51.5832 <sup>(2)</sup> 59.0922 <sup>(3)</sup> 62.6409 <sup>(4)</sup> 63.3957 <sup>(5)</sup>
<b>175</b>	2.9213 <sup>(2)</sup> 3.1173 <sup>(3)</sup> 3.6173 <sup>(4)</sup> 4.9211 <sup>(5)</sup>	4.5682 <sup>(2)</sup> 5.0975 <sup>(3)</sup> 5.9308 <sup>(4)</sup> 7.2934 <sup>(5)</sup>	12.0184 <sup>(2)</sup> 13.7241 <sup>(3)</sup> 15.3416 <sup>(4)</sup> 17.0572 <sup>(5)</sup>	19.4099 <sup>(2)</sup> 22.3311 <sup>(3)</sup> 24.6348 <sup>(4)</sup> 26.6641 <sup>(5)</sup>	30.9185 <sup>(2)</sup> 35.8788 <sup>(3)</sup> 39.1726 <sup>(4)</sup> 41.4371 <sup>(5)</sup>	40.6431 <sup>(2)</sup> 47.3483 <sup>(3)</sup> 51.5048 <sup>(4)</sup> 53.5536 <sup>(5)</sup>	52.7301 <sup>(2)</sup> 61.2587 <sup>(3)</sup> 66.2386 <sup>(4)</sup> 67.8953 <sup>(5)</sup>
<b>200</b>	3.2448 <sup>(2)</sup> 4.1957 <sup>(3)</sup> 3.6173 <sup>(4)</sup> 5.7053 <sup>(5)</sup>	4.9603 <sup>(2)</sup> 6.3621 <sup>(3)</sup> 5.9308 <sup>(4)</sup> 8.2541 <sup>(5)</sup>	12.5870 <sup>(2)</sup> 15.4593 <sup>(3)</sup> 15.3416 <sup>(4)</sup> 18.5276 <sup>(5)</sup>	20.0863 <sup>(2)</sup> 24.4780 <sup>(3)</sup> 24.6348 <sup>(4)</sup> 28.6148 <sup>(5)</sup>	31.7028 <sup>(2)</sup> 38.5354 <sup>(3)</sup> 39.1726 <sup>(4)</sup> 43.9663 <sup>(5)</sup>	41.4861 <sup>(2)</sup> 50.3186 <sup>(3)</sup> 51.5048 <sup>(4)</sup> 56.4945 <sup>(5)</sup>	53.5830 <sup>(2)</sup> 64.5231 <sup>(3)</sup> 66.2386 <sup>(4)</sup> 71.1989 <sup>(5)</sup>
<b>225</b>	3.5683 <sup>(2)</sup> 5.4799 <sup>(3)</sup> 4.1074 <sup>(4)</sup> 5.7739 <sup>(5)</sup>	5.3426 <sup>(2)</sup> 7.8228 <sup>(3)</sup> 6.4602 <sup>(4)</sup> 8.3815 <sup>(5)</sup>	13.1654 <sup>(2)</sup> 17.4689 <sup>(3)</sup> 15.9690 <sup>(4)</sup> 18.8413 <sup>(5)</sup>	20.8509 <sup>(2)</sup> 26.8797 <sup>(3)</sup> 25.3407 <sup>(4)</sup> 29.0756 <sup>(5)</sup>	32.5752 <sup>(2)</sup> 41.3293 <sup>(3)</sup> 39.9961 <sup>(4)</sup> 44.6329 <sup>(5)</sup>	42.3586 <sup>(2)</sup> 53.2889 <sup>(3)</sup> 52.4262 <sup>(4)</sup> 57.3375 <sup>(5)</sup>	54.4456 <sup>(2)</sup> 67.5914 <sup>(3)</sup> 67.1993 <sup>(4)</sup> 72.1890 <sup>(5)</sup>
<b>250</b>	5.8132 <sup>(3)</sup> 5.1171 <sup>(4)</sup> 6.6366 <sup>(5)</sup>	8.3227 <sup>(3)</sup> 7.5875 <sup>(4)</sup> 9.4304 <sup>(5)</sup>	18.3021 <sup>(3)</sup> 17.3708 <sup>(4)</sup> 20.2235 <sup>(5)</sup>	28.0267 <sup>(3)</sup> 26.9974 <sup>(4)</sup> 30.7519 <sup>(5)</sup>	42.8683 <sup>(3)</sup> 41.7900 <sup>(4)</sup> 46.6229 <sup>(5)</sup>	55.0240 <sup>(3)</sup> 54.2104 <sup>(4)</sup> 59.4255 <sup>(5)</sup>	69.3265 <sup>(3)</sup> 68.9050 <sup>(4)</sup> 74.0908 <sup>(5)</sup>
<b>275</b>	7.3130 <sup>(3)</sup> 7.5189 <sup>(4)</sup> 7.7737 <sup>(5)</sup>	9.9402 <sup>(3)</sup> 10.2833 <sup>(4)</sup> 10.6460 <sup>(5)</sup>	20.3117 <sup>(3)</sup> 20.6940 <sup>(4)</sup> 21.7332 <sup>(5)</sup>	30.3892 <sup>(3)</sup> 30.8401 <sup>(4)</sup> 32.4772 <sup>(5)</sup>	45.5838 <sup>(3)</sup> 46.1425 <sup>(4)</sup> 48.5050 <sup>(5)</sup>	57.8767 <sup>(3)</sup> 58.6021 <sup>(4)</sup> 61.2881 <sup>(5)</sup>	72.1302 <sup>(3)</sup> 73.2771 <sup>(4)</sup> 75.8651 <sup>(5)</sup>
<b>300</b>	9.2148 <sup>(3)</sup> 10.1069 <sup>(4)</sup> 9.2638 <sup>(5)</sup>	11.9694 <sup>(3)</sup> 13.1458 <sup>(4)</sup> 12.3713 <sup>(5)</sup>	22.5566 <sup>(3)</sup> 24.2525 <sup>(4)</sup> 23.9486 <sup>(5)</sup>	32.7615 <sup>(3)</sup> 34.8201 <sup>(4)</sup> 34.9574 <sup>(5)</sup>	48.0443 <sup>(3)</sup> 50.4264 <sup>(4)</sup> 51.1322 <sup>(5)</sup>	60.2196 <sup>(3)</sup> 62.9252 <sup>(4)</sup> 63.9545 <sup>(5)</sup>	74.1692 <sup>(3)</sup> 77.4434 <sup>(4)</sup> 78.3257 <sup>(5)</sup>
<b>325</b>	10.8617 <sup>(3)</sup> 11.4793 <sup>(4)</sup> 10.5872 <sup>(5)</sup>	13.7143 <sup>(3)</sup> 14.6162 <sup>(4)</sup> 13.8124 <sup>(5)</sup>	24.6152 <sup>(3)</sup> 25.8602 <sup>(4)</sup> 25.4485 <sup>(5)</sup>	34.8985 <sup>(3)</sup> 36.4866 <sup>(4)</sup> 36.5160 <sup>(5)</sup>	49.9853 <sup>(3)</sup> 52.1419 <sup>(4)</sup> 52.7105 <sup>(5)</sup>	61.8665 <sup>(3)</sup> 64.5623 <sup>(4)</sup> 65.5328 <sup>(5)</sup>	75.4338 <sup>(3)</sup> 78.7668 <sup>(4)</sup> 79.7471 <sup>(5)</sup>
<b>350</b>	12.9105 <sup>(4)</sup> 12.2635 <sup>(5)</sup>	16.1945 <sup>(4)</sup> 15.6455 <sup>(5)</sup>	27.6640 <sup>(4)</sup> 27.4189 <sup>(5)</sup>	38.4276 <sup>(4)</sup> 38.5943 <sup>(5)</sup>	54.1810 <sup>(4)</sup> 54.8770 <sup>(5)</sup>	66.5817 <sup>(4)</sup> 67.6992 <sup>(5)</sup>	80.6490 <sup>(4)</sup> 81.7665 <sup>(5)</sup>
<b>375</b>	14.5868 <sup>(4)</sup> 15.6553 <sup>(5)</sup>	17.9688 <sup>(4)</sup> 19.3412 <sup>(5)</sup>	29.3599 <sup>(4)</sup> 31.4871 <sup>(5)</sup>	39.9863 <sup>(4)</sup> 42.7213 <sup>(5)</sup>	55.5632 <sup>(4)</sup> 58.8472 <sup>(5)</sup>	67.8267 <sup>(4)</sup> 71.3656 <sup>(5)</sup>	81.6783 <sup>(4)</sup> 84.6878 <sup>(5)</sup>
<b>400</b>	16.6650 <sup>(4)</sup> 17.4199 <sup>(5)</sup>	20.0569 <sup>(4)</sup> 21.1646 <sup>(5)</sup>	31.4283 <sup>(4)</sup> 33.5065 <sup>(5)</sup>	42.0057 <sup>(4)</sup> 44.8387 <sup>(5)</sup>	57.4748 <sup>(4)</sup> 61.0234 <sup>(5)</sup>	69.5324 <sup>(4)</sup> 73.4340 <sup>(5)</sup>	83.0605 <sup>(4)</sup> 86.5013 <sup>(5)</sup>
<b>425</b>	18.2629 <sup>(4)</sup> 18.7727 <sup>(5)</sup>	21.6645 <sup>(4)</sup> 22.6154 <sup>(5)</sup>	32.9772 <sup>(4)</sup> 35.1240 <sup>(5)</sup>	43.5349 <sup>(4)</sup> 46.5543 <sup>(5)</sup>	58.9354 <sup>(4)</sup> 62.7488 <sup>(5)</sup>	70.8754 <sup>(4)</sup> 74.9730 <sup>(5)</sup>	84.0898 <sup>(4)</sup> 87.6483 <sup>(5)</sup>
<b>450</b>	20.6156 <sup>(4)</sup> 20.4588 <sup>(5)</sup>	24.0271 <sup>(4)</sup> 24.4486 <sup>(5)</sup>	35.2612 <sup>(4)</sup> 37.1042 <sup>(5)</sup>	45.6622 <sup>(4)</sup> 48.6227 <sup>(5)</sup>	60.7195 <sup>(4)</sup> 64.7093 <sup>(5)</sup>	72.2772 <sup>(4)</sup> 76.7278 <sup>(5)</sup>	85.0505 <sup>(4)</sup> 88.9619 <sup>(5)</sup>
<b>475</b>	22.7429 <sup>(4)</sup> 23.2918 <sup>(5)</sup>	26.0857 <sup>(4)</sup> 27.3601 <sup>(5)</sup>	37.0160 <sup>(4)</sup> 39.8882 <sup>(5)</sup>	47.2209 <sup>(4)</sup> 51.2597 <sup>(5)</sup>	62.1704 <sup>(4)</sup> 67.0228 <sup>(5)</sup>	73.5614 <sup>(4)</sup> 78.6001 <sup>(5)</sup>	85.9916 <sup>(4)</sup> 90.1480 <sup>(5)</sup>
<b>500</b>	23.6251 <sup>(4)</sup> 27.0170 <sup>(5)</sup>	26.9189 <sup>(4)</sup> 31.1342 <sup>(5)</sup>	37.7512 <sup>(4)</sup> 43.7800 <sup>(5)</sup>	47.8581 <sup>(4)</sup> 55.0338 <sup>(5)</sup>	62.6703 <sup>(4)</sup> 70.1304 <sup>(5)</sup>	73.9437 <sup>(4)</sup> 80.9528 <sup>(5)</sup>	86.2366 <sup>(4)</sup> 91.5695 <sup>(5)</sup>
<b>525</b>	29.7128 <sup>(5)</sup>	33.7810 <sup>(5)</sup>	46.3092 <sup>(5)</sup>	57.3865 <sup>(5)</sup>	72.1204 <sup>(5)</sup>	82.5311 <sup>(5)</sup>	92.5203 <sup>(5)</sup>
<b>550</b>	34.3300 <sup>(5)</sup>	38.2512 <sup>(5)</sup>	50.3186 <sup>(5)</sup>	61.0430 <sup>(5)</sup>	75.0417 <sup>(5)</sup>	84.6192 <sup>(5)</sup>	93.6281 <sup>(5)</sup>
<b>575</b>	35.7808 <sup>(5)</sup>	39.6236 <sup>(5)</sup>	51.4557 <sup>(5)</sup>	62.0920 <sup>(5)</sup>	75.9043 <sup>(5)</sup>	85.2171 <sup>(5)</sup>	93.9222 <sup>(5)</sup>
<b>600</b>	38.7609 <sup>(5)</sup>	42.4762 <sup>(5)</sup>	53.8281 <sup>(5)</sup>	64.0427 <sup>(5)</sup>	77.2669 <sup>(5)</sup>	86.1386 <sup>(5)</sup>	94.3339 <sup>(5)</sup>

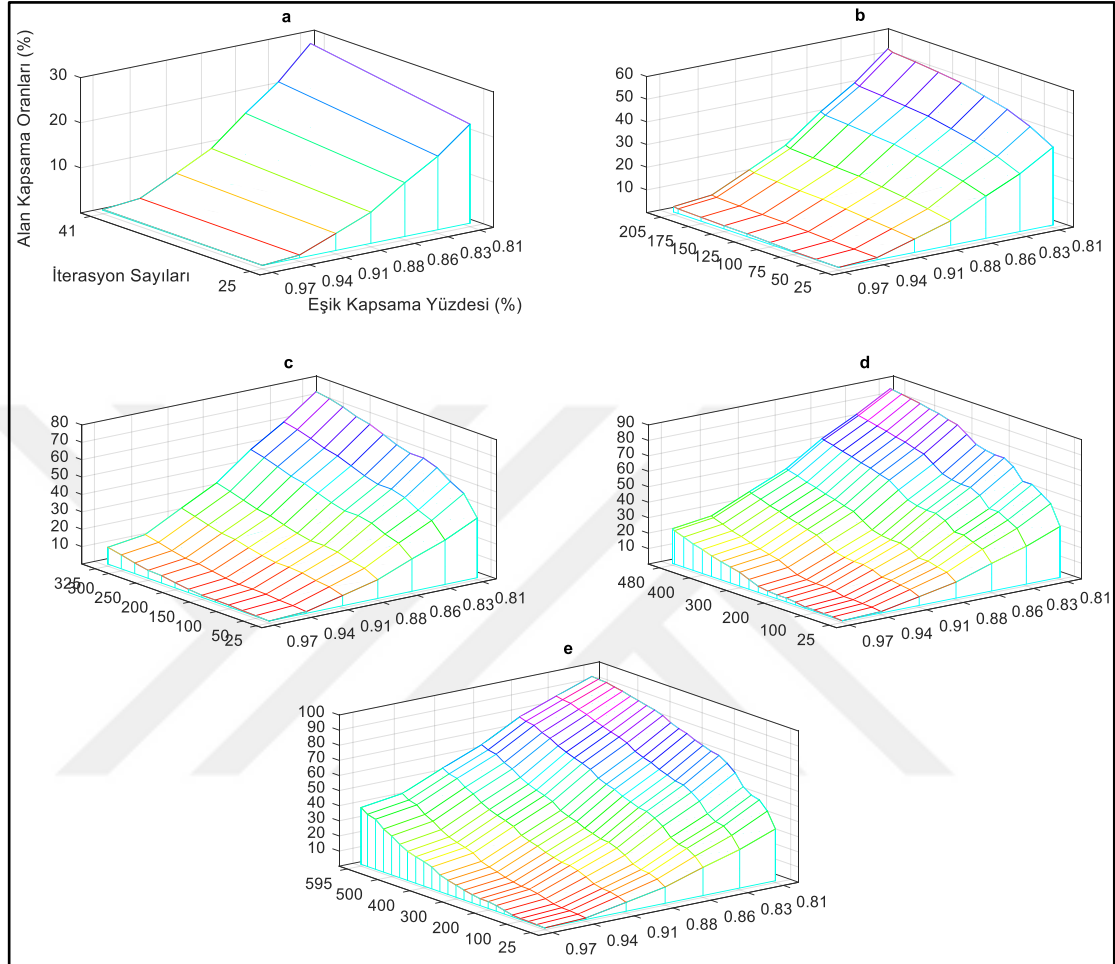
Şekil 14'deki grafiğe göre;  $\lambda = 0.03$  için  $d(s^i, P)$  mesafesi ile tespit edilen  $c_{eşik}$  oranlar düşüş eğiliminde olduğu sürece alanın  $r_{max}$  mesafesi içindeki her  $P$  Grid noktalarının  $EDP$  değerleri gittikçe yükselmektedir. Örneğin; 40 mobil algılayıcının EPDM-EM tarafından yapılan dağılımda  $c_{eşik}$  oranı %97 olarak tanımlandığında bu eşik orana eşit veya üzerinde  $EDP$  ile taranan  $P$  Grid noktalarının alanda oluşturduğu toplam kapsanma oranı %3.5,  $c_{eşik}$  oranı %81 olarak tanımlandığında ise taranan  $P$  noktalarının alandaki toplam kapsanma oranı %54 olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 14.**  $\lambda = 0.03$  için 20-100 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında  $c_{eşik}$  oranlarına göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği

Tablo 4'deki sonuçlara göre;  $c_{eşik}$  oranlar, dağılımı yapılan 20 – 100 aralığındaki mobil düğümlerin simülasyonu yapılan iterasyon aralıkları ve hesaplanan kapsanma oranları değişimi Şekil 15'da 3D grafik ile gösterilmiştir.  $c_{eşik}$  oranı %81 olarak alındığında; 20 mobil düğümün yapılan dağılımında 41.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %22'si kapsanmış (Şekil 15a), 40 mobil düğümün yapılan dağılımında 205.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %54'ü kapsanmış (Şekil 15b), 60 mobil düğümün yapılan dağılımında 325.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %75'i kapsanmış (Şekil 15c), 80 mobil düğümün yapılan dağılımında 480.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %86'sı kapsanmış (Şekil 15d) ve 100 mobil düğümün

yapılan dağılımında 595.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %94'ü kapsanmıştır (Şekil 15e).



**Şekil 15.** Dağılımı yapılan (a) 20, (b) 40, (c) 60, (d) 80, (e) 100 mobil algılayıcının  $\lambda = 0.03$  için  $c_{eşik}$  oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği

### 6.1.3. $\lambda = 0.05$ için Mobil Düğüm Dağılımı

$\lambda = 0.05$  için tanımlanan  $c_{eşik}$  oranlar esas alınarak EPDM-EM tarafından dağılımı yapılan 20 – 100 aralığındaki mobil algılayıcıların tümü optimum konuma yerleşinceye kadar her 25 iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranları Tablo 5’de sunulmuştur.

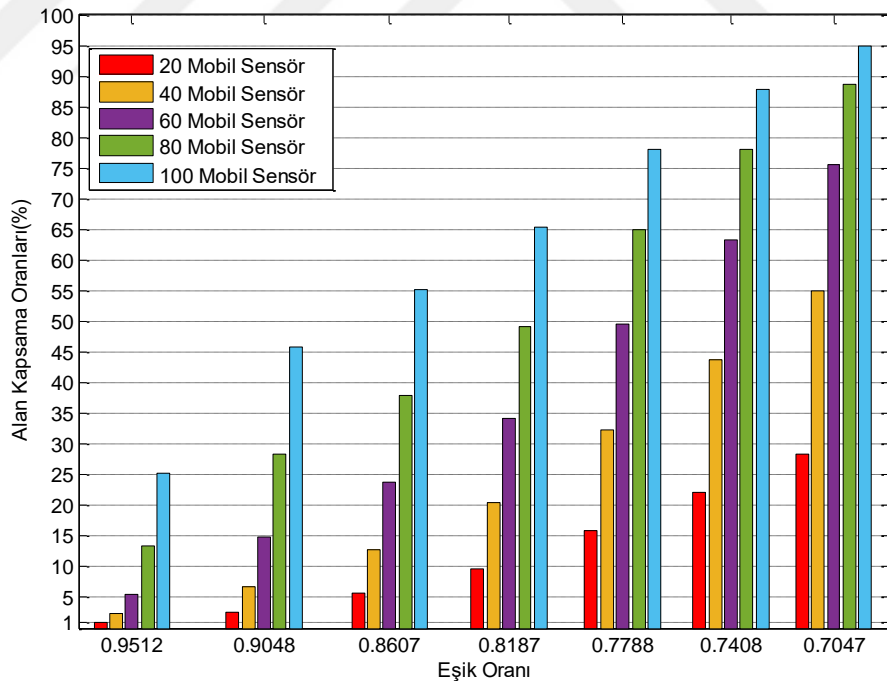
**Tablo 5.**  $20^{(1)}$ ,  $40^{(2)}$ ,  $60^{(3)}$ ,  $80^{(4)}$ ,  $100^{(5)}$  mobil algılayıcı dağılımında  $\lambda = 0.05$  alındığında  $c_{eşik}$  oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları

İterasyon Aralığı	$c_{eşik}$ oranları (%)						
	0.9512	0.9048	0.8607	0.8187	0.7788	0.7408	0.7047
25	0.7842 <sup>(1)</sup>	2.0390 <sup>(1)</sup>	4.5486 <sup>(1)</sup>	7.6855 <sup>(1)</sup>	12.7046 <sup>(1)</sup>	17.7238 <sup>(1)</sup>	22.7429 <sup>(1)</sup>
	1.0783 <sup>(2)</sup>	2.8036 <sup>(2)</sup>	6.2543 <sup>(2)</sup>	10.5676 <sup>(2)</sup>	17.4689 <sup>(2)</sup>	24.3702 <sup>(2)</sup>	31.2714 <sup>(2)</sup>
	1.1764 <sup>(3)</sup>	3.0585 <sup>(3)</sup>	6.8229 <sup>(3)</sup>	11.5283 <sup>(3)</sup>	19.0570 <sup>(3)</sup>	26.5856 <sup>(3)</sup>	34.1143 <sup>(3)</sup>
	1.2254 <sup>(4)</sup>	3.1860 <sup>(4)</sup>	7.1071 <sup>(4)</sup>	12.0086 <sup>(4)</sup>	19.8510 <sup>(4)</sup>	27.6934 <sup>(4)</sup>	35.5357 <sup>(4)</sup>
	1.2254 <sup>(5)</sup>	3.1860 <sup>(5)</sup>	7.1071 <sup>(5)</sup>	12.0086 <sup>(5)</sup>	19.8510 <sup>(5)</sup>	27.6934 <sup>(5)</sup>	35.5357 <sup>(5)</sup>
50	0.9313 <sup>(1)</sup>	2.4703 <sup>(1)</sup>	5.4504 <sup>(1)</sup>	9.1756 <sup>(1)</sup>	15.1358 <sup>(1)</sup>	21.0764 <sup>(1)</sup>	26.9581 <sup>(1)</sup>
	1.3234 <sup>(2)</sup>	3.4408 <sup>(2)</sup>	7.6757 <sup>(2)</sup>	12.9693 <sup>(2)</sup>	21.4391 <sup>(2)</sup>	29.9088 <sup>(2)</sup>	38.3786 <sup>(2)</sup>
	1.5195 <sup>(3)</sup>	3.9506 <sup>(3)</sup>	8.8129 <sup>(3)</sup>	14.8907 <sup>(3)</sup>	24.6152 <sup>(3)</sup>	34.3398 <sup>(3)</sup>	44.0643 <sup>(3)</sup>
	1.6175 <sup>(4)</sup>	4.2447 <sup>(4)</sup>	9.4206 <sup>(4)</sup>	15.8906 <sup>(4)</sup>	26.2425 <sup>(4)</sup>	36.5945 <sup>(4)</sup>	46.8680 <sup>(4)</sup>
	1.6665 <sup>(5)</sup>	4.3623 <sup>(5)</sup>	9.6951 <sup>(5)</sup>	16.3611 <sup>(5)</sup>	27.0268 <sup>(5)</sup>	37.6924 <sup>(5)</sup>	48.2992 <sup>(5)</sup>
75	0.9803 <sup>(1)</sup>	2.5978 <sup>(1)</sup>	5.7347 <sup>(1)</sup>	9.6559 <sup>(1)</sup>	15.9298 <sup>(1)</sup>	22.1743 <sup>(1)</sup>	28.3109 <sup>(1)</sup>
	1.4214 <sup>(2)</sup>	3.6957 <sup>(2)</sup>	8.2443 <sup>(2)</sup>	13.9300 <sup>(2)</sup>	23.0272 <sup>(2)</sup>	32.1243 <sup>(2)</sup>	41.2214 <sup>(2)</sup>
	1.5685 <sup>(3)</sup>	4.0780 <sup>(3)</sup>	9.0971 <sup>(3)</sup>	15.3710 <sup>(3)</sup>	25.4093 <sup>(3)</sup>	35.4475 <sup>(3)</sup>	45.4857 <sup>(3)</sup>
	1.7155 <sup>(4)</sup>	4.5780 <sup>(4)</sup>	10.0676 <sup>(4)</sup>	16.9297 <sup>(4)</sup>	27.9090 <sup>(4)</sup>	38.8491 <sup>(4)</sup>	49.6324 <sup>(4)</sup>
	1.8626 <sup>(5)</sup>	5.1956 <sup>(5)</sup>	11.1558 <sup>(5)</sup>	18.6060 <sup>(5)</sup>	30.5264 <sup>(5)</sup>	42.2606 <sup>(5)</sup>	53.5928 <sup>(5)</sup>
100	1.6175 <sup>(2)</sup>	4.2055 <sup>(2)</sup>	9.3814 <sup>(2)</sup>	15.8514 <sup>(2)</sup>	26.2033 <sup>(2)</sup>	36.5454 <sup>(2)</sup>	46.8385 <sup>(2)</sup>
	1.7155 <sup>(3)</sup>	4.6270 <sup>(3)</sup>	10.1167 <sup>(3)</sup>	16.9787 <sup>(3)</sup>	27.9384 <sup>(3)</sup>	38.8393 <sup>(3)</sup>	49.5834 <sup>(3)</sup>
	1.8626 <sup>(4)</sup>	5.1466 <sup>(4)</sup>	11.1068 <sup>(4)</sup>	18.5570 <sup>(4)</sup>	30.4578 <sup>(4)</sup>	42.2508 <sup>(4)</sup>	53.6418 <sup>(4)</sup>
	2.1076 <sup>(5)</sup>	6.4111 <sup>(5)</sup>	13.1556 <sup>(5)</sup>	21.5861 <sup>(5)</sup>	34.9966 <sup>(5)</sup>	47.8679 <sup>(5)</sup>	60.1216 <sup>(5)</sup>
	1.7155 <sup>(2)</sup>	4.5878 <sup>(2)</sup>	10.0774 <sup>(2)</sup>	16.9395 <sup>(2)</sup>	27.9188 <sup>(2)</sup>	38.8295 <sup>(2)</sup>	49.5540 <sup>(2)</sup>
125	1.9116 <sup>(3)</sup>	5.3720 <sup>(3)</sup>	11.4891 <sup>(3)</sup>	19.1354 <sup>(3)</sup>	31.3107 <sup>(3)</sup>	43.3193 <sup>(3)</sup>	54.9652 <sup>(3)</sup>
	2.0586 <sup>(4)</sup>	5.9798 <sup>(4)</sup>	12.5674 <sup>(4)</sup>	20.8019 <sup>(4)</sup>	33.9378 <sup>(4)</sup>	46.8091 <sup>(4)</sup>	59.0040 <sup>(4)</sup>
	2.2547 <sup>(5)</sup>	7.1169 <sup>(5)</sup>	14.3319 <sup>(5)</sup>	23.3507 <sup>(5)</sup>	37.6630 <sup>(5)</sup>	51.2401 <sup>(5)</sup>	64.0623 <sup>(5)</sup>
	1.7645 <sup>(2)</sup>	4.8917 <sup>(2)</sup>	10.5382 <sup>(2)</sup>	17.5963 <sup>(2)</sup>	28.7913 <sup>(2)</sup>	39.8980 <sup>(2)</sup>	50.7989 <sup>(2)</sup>
	2.0096 <sup>(3)</sup>	5.9210 <sup>(3)</sup>	12.3517 <sup>(3)</sup>	20.3902 <sup>(3)</sup>	33.1928 <sup>(3)</sup>	45.6132 <sup>(3)</sup>	57.5140 <sup>(3)</sup>
150	2.0586 <sup>(4)</sup>	5.9798 <sup>(4)</sup>	12.5674 <sup>(4)</sup>	20.8019 <sup>(4)</sup>	33.9378 <sup>(4)</sup>	46.8091 <sup>(4)</sup>	59.0040 <sup>(4)</sup>
	2.3527 <sup>(5)</sup>	7.5287 <sup>(5)</sup>	15.0573 <sup>(5)</sup>	24.4682 <sup>(5)</sup>	39.3981 <sup>(5)</sup>	53.3673 <sup>(5)</sup>	66.5229 <sup>(5)</sup>
	1.7645 <sup>(2)</sup>	4.8917 <sup>(2)</sup>	10.5382 <sup>(2)</sup>	17.5963 <sup>(2)</sup>	28.7913 <sup>(2)</sup>	39.8980 <sup>(2)</sup>	50.7989 <sup>(2)</sup>
	2.3527 <sup>(3)</sup>	6.9895 <sup>(3)</sup>	13.8712 <sup>(3)</sup>	22.3802 <sup>(3)</sup>	35.8200 <sup>(3)</sup>	48.7011 <sup>(3)</sup>	60.9352 <sup>(3)</sup>
	2.2057 <sup>(4)</sup>	6.7542 <sup>(4)</sup>	13.8124 <sup>(4)</sup>	22.6350 <sup>(4)</sup>	36.6239 <sup>(4)</sup>	50.1029 <sup>(4)</sup>	62.6507 <sup>(4)</sup>
175	2.4507 <sup>(5)</sup>	8.2443 <sup>(5)</sup>	16.0867 <sup>(5)</sup>	25.8700 <sup>(5)</sup>	41.2901 <sup>(5)</sup>	55.6318 <sup>(5)</sup>	68.9050 <sup>(5)</sup>
	2.1861 <sup>(2)</sup>	5.6465 <sup>(2)</sup>	11.5087 <sup>(2)</sup>	18.8119 <sup>(2)</sup>	30.3304 <sup>(2)</sup>	41.7410 <sup>(2)</sup>	52.8576 <sup>(2)</sup>
	2.6566 <sup>(3)</sup>	8.7246 <sup>(3)</sup>	16.3905 <sup>(3)</sup>	25.8308 <sup>(3)</sup>	40.4666 <sup>(3)</sup>	54.0339 <sup>(3)</sup>	66.5229 <sup>(3)</sup>
	2.4801 <sup>(4)</sup>	7.5581 <sup>(4)</sup>	14.9103 <sup>(4)</sup>	24.0271 <sup>(4)</sup>	38.3688 <sup>(4)</sup>	52.1616 <sup>(4)</sup>	64.9446 <sup>(4)</sup>
	2.7252 <sup>(5)</sup>	9.1462 <sup>(5)</sup>	17.2826 <sup>(5)</sup>	27.3601 <sup>(5)</sup>	43.1134 <sup>(5)</sup>	57.7002 <sup>(5)</sup>	71.0323 <sup>(5)</sup>
200	2.4213 <sup>(2)</sup>	6.3131 <sup>(2)</sup>	12.2733 <sup>(2)</sup>	19.6941 <sup>(2)</sup>	31.3499 <sup>(2)</sup>	42.7017 <sup>(2)</sup>	53.7398 <sup>(2)</sup>
	3.0193 <sup>(3)</sup>	9.3422 <sup>(3)</sup>	17.0866 <sup>(3)</sup>	26.6052 <sup>(3)</sup>	41.3195 <sup>(3)</sup>	54.9260 <sup>(3)</sup>	67.4150 <sup>(3)</sup>
	2.9115 <sup>(4)</sup>	9.1854 <sup>(4)</sup>	17.1454 <sup>(4)</sup>	26.8797 <sup>(4)</sup>	41.8488 <sup>(4)</sup>	56.1121 <sup>(4)</sup>	69.0913 <sup>(4)</sup>
	3.1369 <sup>(5)</sup>	10.1559 <sup>(5)</sup>	18.5276 <sup>(5)</sup>	28.8795 <sup>(5)</sup>	44.9858 <sup>(5)</sup>	59.7098 <sup>(5)</sup>	73.0811 <sup>(5)</sup>
	2.4900 <sup>(2)</sup>	6.6758 <sup>(2)</sup>	12.7929 <sup>(2)</sup>	20.3902 <sup>(2)</sup>	32.2419 <sup>(2)</sup>	43.7702 <sup>(2)</sup>	54.9260 <sup>(2)</sup>
250	3.1860 <sup>(3)</sup>	9.7539 <sup>(3)</sup>	17.6355 <sup>(3)</sup>	27.2816 <sup>(3)</sup>	42.1037 <sup>(3)</sup>	55.7788 <sup>(3)</sup>	68.2874 <sup>(3)</sup>
	3.2056 <sup>(4)</sup>	10.1657 <sup>(4)</sup>	18.4198 <sup>(4)</sup>	28.4286 <sup>(4)</sup>	43.7016 <sup>(4)</sup>	58.0531 <sup>(4)</sup>	71.0519 <sup>(4)</sup>
	3.6663 <sup>(5)</sup>	12.2047 <sup>(5)</sup>	21.1058 <sup>(5)</sup>	32.0361 <sup>(5)</sup>	48.6325 <sup>(5)</sup>	63.5526 <sup>(5)</sup>	76.7964 <sup>(5)</sup>
	4.4309 <sup>(3)</sup>	12.2635 <sup>(3)</sup>	20.5960 <sup>(3)</sup>	30.5558 <sup>(3)</sup>	45.5936 <sup>(3)</sup>	59.3177 <sup>(3)</sup>	71.7283 <sup>(3)</sup>
	3.6271 <sup>(4)</sup>	11.4695 <sup>(4)</sup>	20.1255 <sup>(4)</sup>	30.4970 <sup>(4)</sup>	46.2210 <sup>(4)</sup>	60.7686 <sup>(4)</sup>	73.7085 <sup>(4)</sup>
275	3.8330 <sup>(5)</sup>	12.8615 <sup>(5)</sup>	21.8998 <sup>(5)</sup>	32.9674 <sup>(5)</sup>	49.6422 <sup>(5)</sup>	64.5623 <sup>(5)</sup>	77.6885 <sup>(5)</sup>
	4.5192 <sup>(3)</sup>	12.6066 <sup>(3)</sup>	21.0960 <sup>(3)</sup>	31.2322 <sup>(3)</sup>	46.4562 <sup>(3)</sup>	60.2686 <sup>(3)</sup>	72.7772 <sup>(3)</sup>
	4.2447 <sup>(4)</sup>	13.1850 <sup>(4)</sup>	22.2919 <sup>(4)</sup>	33.1340 <sup>(4)</sup>	49.3677 <sup>(4)</sup>	64.1604 <sup>(4)</sup>	77.1199 <sup>(4)</sup>
	4.1859 <sup>(5)</sup>	14.0771 <sup>(5)</sup>	23.4095 <sup>(5)</sup>	34.7221 <sup>(5)</sup>	51.4459 <sup>(5)</sup>	66.2974 <sup>(5)</sup>	79.3060 <sup>(5)</sup>
	4.9407 <sup>(3)</sup>	13.4301 <sup>(3)</sup>	22.0665 <sup>(3)</sup>	32.3694 <sup>(3)</sup>	47.7698 <sup>(3)</sup>	61.6410 <sup>(3)</sup>	74.1496 <sup>(3)</sup>
300	4.8035 <sup>(4)</sup>	14.6358 <sup>(4)</sup>	24.0957 <sup>(4)</sup>	35.3299 <sup>(4)</sup>	51.9067 <sup>(4)</sup>	66.7091 <sup>(4)</sup>	79.6196 <sup>(4)</sup>
	5.1760 <sup>(5)</sup>	16.4886 <sup>(5)</sup>	26.0955 <sup>(5)</sup>	37.5846 <sup>(5)</sup>	54.2496 <sup>(5)</sup>	68.8658 <sup>(5)</sup>	81.5018 <sup>(5)</sup>
	5.1466 <sup>(3)</sup>	14.1457 <sup>(3)</sup>	22.9193 <sup>(3)</sup>	33.3399 <sup>(3)</sup>	48.7991 <sup>(3)</sup>	62.6115 <sup>(3)</sup>	74.9828 <sup>(3)</sup>
	6.1367 <sup>(4)</sup>	16.9199 <sup>(4)</sup>	26.5562 <sup>(4)</sup>	37.8688 <sup>(4)</sup>	54.4947 <sup>(4)</sup>	69.1403 <sup>(4)</sup>	81.7469 <sup>(4)</sup>
	5.5485 <sup>(5)</sup>	17.1160 <sup>(5)</sup>	26.7817 <sup>(5)</sup>	38.3296 <sup>(5)</sup>	55.0926 <sup>(5)</sup>	69.7775 <sup>(5)</sup>	82.2861 <sup>(5)</sup>
350	5.4799 <sup>(3)</sup>	14.8809 <sup>(3)</sup>	23.7330 <sup>(3)</sup>	34.2123 <sup>(3)</sup>	49.6422 <sup>(3)</sup>	63.3663 <sup>(3)</sup>	75.6200 <sup>(3)</sup>
	6.8621 <sup>(4)</sup>	18.3413 <sup>(4)</sup>	28.1149 <sup>(4)</sup>	39.5647 <sup>(4)</sup>	56.2886 <sup>(4)</sup>	70.8264 <sup>(4)</sup>	83.2565 <sup>(4)</sup>
	6.5680 <sup>(5)</sup>	18.9589 <sup>(5)</sup>	28.6835 <sup>(5)</sup>	40.2117 <sup>(5)</sup>	56.8376 <sup>(5)</sup>	71.2675 <sup>(5)</sup>	83.5016 <sup>(5)</sup>



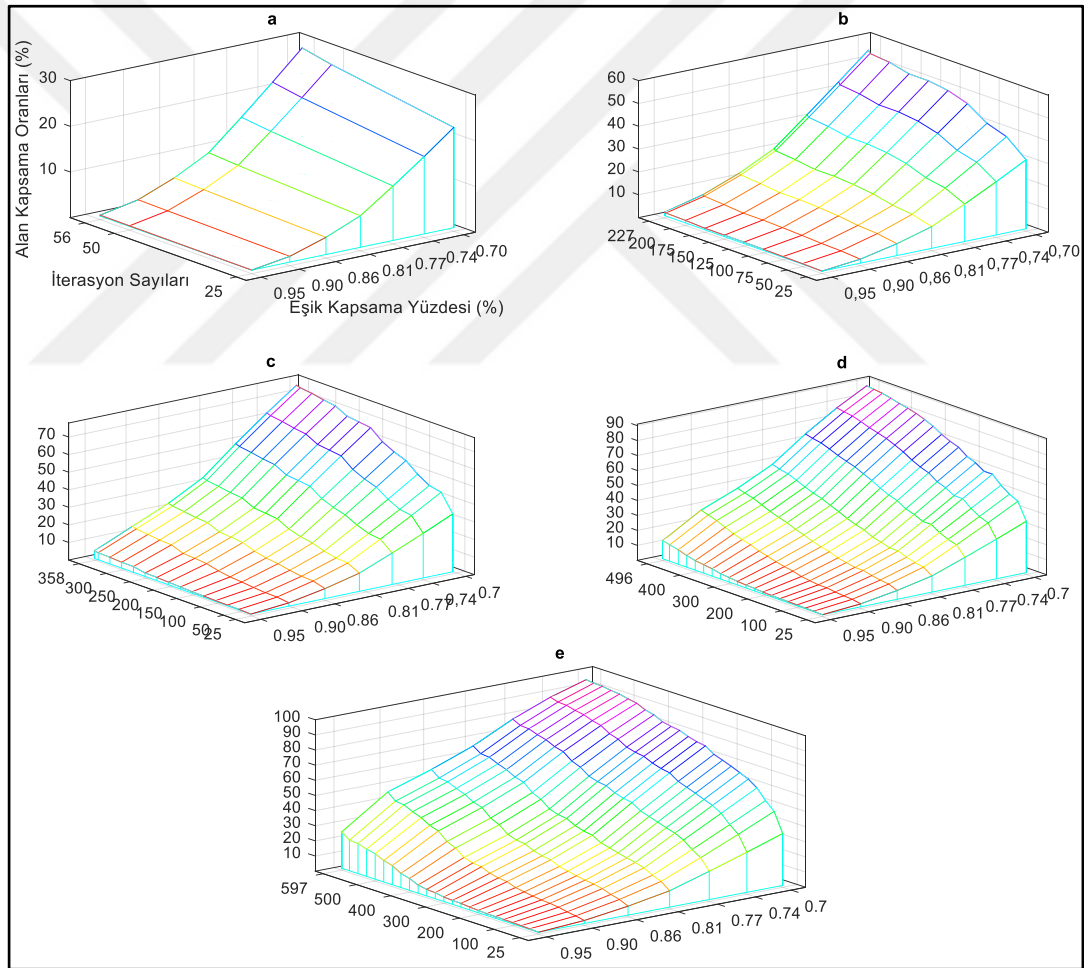
<b>400</b>	7.6071 <sup>(4)</sup> 9.0579 <sup>(5)</sup>	20.1549 <sup>(4)</sup> 23.3408 <sup>(5)</sup>	30.1833 <sup>(4)</sup> 33.1928 <sup>(5)</sup>	41.6920 <sup>(4)</sup> 44.7701 <sup>(5)</sup>	58.1806 <sup>(4)</sup> 60.9254 <sup>(5)</sup>	72.3851 <sup>(4)</sup> 74.6986 <sup>(5)</sup>	84.4133 <sup>(4)</sup> 86.2759 <sup>(5)</sup>
<b>425</b>	9.0285 <sup>(4)</sup> 10.5480 <sup>(5)</sup>	22.5762 <sup>(4)</sup> 25.8308 <sup>(5)</sup>	32.5752 <sup>(4)</sup> 35.7710 <sup>(5)</sup>	44.1525 <sup>(4)</sup> 47.3287 <sup>(5)</sup>	60.5333 <sup>(4)</sup> 63.1801 <sup>(5)</sup>	74.4241 <sup>(4)</sup> 76.5023 <sup>(5)</sup>	85.9818 <sup>(4)</sup> 87.6483 <sup>(5)</sup>
<b>450</b>	10.8127 <sup>(4)</sup> 13.8614 <sup>(5)</sup>	25.0662 <sup>(4)</sup> 30.9283 <sup>(5)</sup>	35.0064 <sup>(4)</sup> 40.9176 <sup>(5)</sup>	46.4562 <sup>(4)</sup> 52.2988 <sup>(5)</sup>	62.6115 <sup>(4)</sup> 67.5130 <sup>(5)</sup>	76.1788 <sup>(4)</sup> 80.0118 <sup>(5)</sup>	87.2463 <sup>(4)</sup> 90.2166 <sup>(5)</sup>
<b>475</b>	12.2145 <sup>(4)</sup> 15.4103 <sup>(5)</sup>	26.8307 <sup>(4)</sup> 32.7713 <sup>(5)</sup>	36.5062 <sup>(4)</sup> 42.5939 <sup>(5)</sup>	47.7012 <sup>(4)</sup> 53.8771 <sup>(5)</sup>	63.6604 <sup>(4)</sup> 68.9932 <sup>(5)</sup>	77.0513 <sup>(4)</sup> 81.3940 <sup>(5)</sup>	87.9522 <sup>(4)</sup> 91.2558 <sup>(5)</sup>
<b>500</b>	13.3418 <sup>(4)</sup> 18.0276 <sup>(5)</sup>	28.4286 <sup>(4)</sup> 36.0259 <sup>(5)</sup>	37.9865 <sup>(4)</sup> 45.7994 <sup>(5)</sup>	49.1226 <sup>(4)</sup> 56.9258 <sup>(5)</sup>	64.8956 <sup>(4)</sup> 71.6400 <sup>(5)</sup>	78.0120 <sup>(4)</sup> 83.4330 <sup>(5)</sup>	88.6090 <sup>(4)</sup> 92.5498 <sup>(5)</sup>
<b>525</b>	19.2726 <sup>(5)</sup>	38.1433 <sup>(5)</sup>	47.9267 <sup>(5)</sup>	58.9158 <sup>(5)</sup>	73.1791 <sup>(5)</sup>	84.4721 <sup>(5)</sup>	93.1575 <sup>(5)</sup>
<b>550</b>	21.0274 <sup>(5)</sup>	40.7901 <sup>(5)</sup>	50.5343 <sup>(5)</sup>	61.4057 <sup>(5)</sup>	75.1789 <sup>(5)</sup>	85.9524 <sup>(5)</sup>	94.0594 <sup>(5)</sup>
<b>575</b>	21.4195 <sup>(5)</sup>	41.4077 <sup>(5)</sup>	51.1420 <sup>(5)</sup>	61.9645 <sup>(5)</sup>	75.6200 <sup>(5)</sup>	86.2661 <sup>(5)</sup>	94.2261 <sup>(5)</sup>
<b>600</b>	25.3308 <sup>(5)</sup>	45.8484 <sup>(5)</sup>	55.2103 <sup>(5)</sup>	65.4642 <sup>(5)</sup>	78.1198 <sup>(5)</sup>	87.8541 <sup>(5)</sup>	94.9025 <sup>(5)</sup>

Şekil 16'daki grafiğe göre;  $\lambda = 0.05$  için  $d(s^i, P)$  mesafesi ile tespit edilen  $c_{eşik}$  oranlar düşüş eğiliminde olduğu sürece alanın  $r_{max}$  mesafesi içindeki her  $P$  Grid noktaların  $EDP$  değerleri gittikçe yükselmektedir. Örneğin; 60 mobil algılayıcının EPDM-EM tarafından yapılan dağılımda  $c_{eşik}$  oranı %95 olarak tanımlandığında bu eşik orana eşit veya üzerinde  $EDP$  ile taranan  $P$  Grid noktaların alanda oluşturduğu toplam kapsanma oranı %5.4,  $c_{eşik}$  oranı %70 olarak tanımlandığında ise taranan  $P$  noktaların alandaki toplam kapsanma oranı %75 olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 16.**  $\lambda = 0.05$  için 20-100 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında  $c_{eşik}$  oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği

Tablo 5'deki sonuçlara göre;  $c_{eşik}$  oranlar, dağılımı yapılan 20 – 100 aralığındaki mobil düğümlerin simülasyonu yapılan iterasyon aralıkları ve hesaplanan kapsanma oranları değişimi Şekil 17'de 3D grafik ile gösterilmiştir.  $c_{eşik}$  oranı %70 olarak alındığında; 20 mobil düğümün yapılan dağılımında 56.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %28'i kapsanmış (Şekil 17a), 40 mobil düğümün yapılan dağılımında 227.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %54'ü kapsanmış (Şekil 17b), 60 mobil düğümün yapılan dağılımında 358.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %75'i kapsanmış (Şekil 17c), 80 mobil düğümün yapılan dağılımında 496.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %88'i kapsanmış (Şekil 17d) ve 100 mobil düğümün yapılan dağılımında 597.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %94'ü kapsanmıştır (Şekil 17e).



**Şekil 17.** Dağılımı yapılan (a) 20, (b) 40, (c) 60, (d) 80, (e) 100 mobil algılayıcının  $\lambda = 0.05$  için  $c_{eşik}$  oranlarına göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği

6.1.4.  $\lambda = 0.07$  için Mobil Düğüm Dağılımı

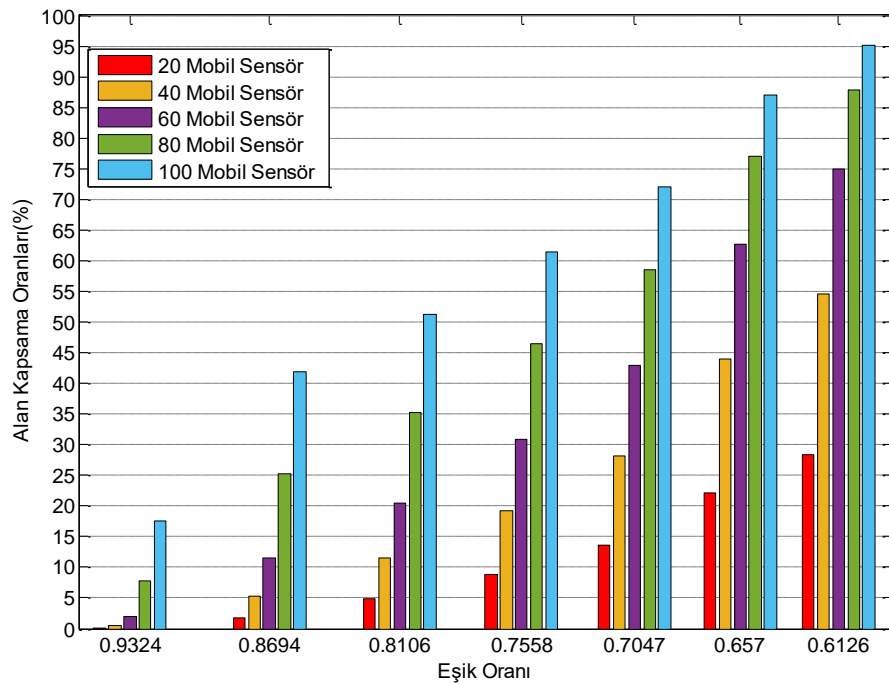
$\lambda = 0.07$  için tanımlanan  $c_{eşik}$  oranlar esas alınarak EPDM-EM tarafından dağılımı yapılan 20 – 100 aralığındaki mobil algılayıcıların tümü optimum konuma yerleşinceye kadar her 25 iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranları Tablo 6'de sunulmuştur.

**Tablo 6.**  $20^{(1)}$ ,  $40^{(2)}$ ,  $60^{(3)}$ ,  $80^{(4)}$ ,  $100^{(5)}$  mobil algılayıcı dağılımında  $\lambda = 0.07$  alındığında  $c_{eşik}$  oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları

İterasyon Aralığı	$c_{eşik}$ oranları (%)							
	0.9324	0.8694	0.8106	0.7558	0.7047	0.6570	0.6126	
25	0.1765 <sup>(1)</sup>	1.5881 <sup>(1)</sup>	4.4113 <sup>(1)</sup>	7.9404 <sup>(1)</sup>	12.1753 <sup>(1)</sup>	19.9392 <sup>(1)</sup>	25.5857 <sup>(1)</sup>	
	0.2157 <sup>(2)</sup>	1.9410 <sup>(2)</sup>	5.3916 <sup>(2)</sup>	9.7049 <sup>(2)</sup>	14.8809 <sup>(2)</sup>	24.3702 <sup>(2)</sup>	31.2714 <sup>(2)</sup>	
	0.2353 <sup>(3)</sup>	2.1174 <sup>(3)</sup>	5.8818 <sup>(3)</sup>	10.5872 <sup>(3)</sup>	16.2337 <sup>(3)</sup>	26.5856 <sup>(3)</sup>	34.1143 <sup>(3)</sup>	
	0.2353 <sup>(4)</sup>	2.1174 <sup>(4)</sup>	5.8818 <sup>(4)</sup>	10.5872 <sup>(4)</sup>	16.2337 <sup>(4)</sup>	26.5856 <sup>(4)</sup>	34.1143 <sup>(4)</sup>	
	0.2451 <sup>(5)</sup>	2.2057 <sup>(5)</sup>	6.1269 <sup>(5)</sup>	11.0283 <sup>(5)</sup>	16.9101 <sup>(5)</sup>	27.6934 <sup>(5)</sup>	35.5357 <sup>(5)</sup>	
50	0.1961 <sup>(1)</sup>	1.7645 <sup>(1)</sup>	4.9015 <sup>(1)</sup>	8.8227 <sup>(1)</sup>	13.5281 <sup>(1)</sup>	22.1547 <sup>(1)</sup>	28.4286 <sup>(1)</sup>	
	0.2647 <sup>(2)</sup>	2.3821 <sup>(2)</sup>	6.6170 <sup>(2)</sup>	11.9106 <sup>(2)</sup>	18.2629 <sup>(2)</sup>	29.9088 <sup>(2)</sup>	38.3786 <sup>(2)</sup>	
	0.3039 <sup>(3)</sup>	2.7350 <sup>(3)</sup>	7.5973 <sup>(3)</sup>	13.6751 <sup>(3)</sup>	20.9685 <sup>(3)</sup>	34.3398 <sup>(3)</sup>	44.0643 <sup>(3)</sup>	
	0.3137 <sup>(4)</sup>	2.8233 <sup>(4)</sup>	7.8424 <sup>(4)</sup>	14.1163 <sup>(4)</sup>	21.6449 <sup>(4)</sup>	35.4475 <sup>(4)</sup>	45.4857 <sup>(4)</sup>	
	0.3235 <sup>(5)</sup>	2.9115 <sup>(5)</sup>	8.0874 <sup>(5)</sup>	14.5574 <sup>(5)</sup>	22.3213 <sup>(5)</sup>	36.5552 <sup>(5)</sup>	46.9072 <sup>(5)</sup>	
75	0.3039 <sup>(2)</sup>	2.8134 <sup>(2)</sup>	7.6757 <sup>(2)</sup>	13.7536 <sup>(2)</sup>	21.0470 <sup>(2)</sup>	34.3790 <sup>(2)</sup>	43.9859 <sup>(2)</sup>	
	0.3235 <sup>(3)</sup>	2.9311 <sup>(3)</sup>	8.1267 <sup>(3)</sup>	14.5966 <sup>(3)</sup>	22.3606 <sup>(3)</sup>	36.5945 <sup>(3)</sup>	46.8680 <sup>(3)</sup>	
	0.3431 <sup>(4)</sup>	3.1762 <sup>(4)</sup>	8.6658 <sup>(4)</sup>	15.5279 <sup>(4)</sup>	23.7624 <sup>(4)</sup>	38.8197 <sup>(4)</sup>	49.6618 <sup>(4)</sup>	
	0.3627 <sup>(5)</sup>	3.3624 <sup>(5)</sup>	9.2246 <sup>(5)</sup>	16.4788 <sup>(5)</sup>	25.1838 <sup>(5)</sup>	41.1038 <sup>(5)</sup>	52.4360 <sup>(5)</sup>	
	100	0.3235 <sup>(2)</sup>	2.9899 <sup>(2)</sup>	8.1659 <sup>(2)</sup>	14.6358 <sup>(2)</sup>	22.3998 <sup>(2)</sup>	36.5945 <sup>(2)</sup>	46.8287 <sup>(2)</sup>
0.3529 <sup>(3)</sup>		3.3232 <sup>(3)</sup>	9.0089 <sup>(3)</sup>	16.0671 <sup>(3)</sup>	24.5368 <sup>(3)</sup>	39.9863 <sup>(3)</sup>	50.9852 <sup>(3)</sup>	
0.3725 <sup>(4)</sup>		3.4506 <sup>(4)</sup>	9.4304 <sup>(4)</sup>	16.8807 <sup>(4)</sup>	25.8210 <sup>(4)</sup>	42.1723 <sup>(4)</sup>	53.8967 <sup>(4)</sup>	
0.3921 <sup>(5)</sup>		3.8232 <sup>(5)</sup>	10.1755 <sup>(5)</sup>	18.0178 <sup>(5)</sup>	27.4287 <sup>(5)</sup>	44.5250 <sup>(5)</sup>	56.4847 <sup>(5)</sup>	
125		0.3235 <sup>(2)</sup>	2.9899 <sup>(2)</sup>	8.1659 <sup>(2)</sup>	14.6358 <sup>(2)</sup>	22.3998 <sup>(2)</sup>	36.5945 <sup>(2)</sup>	46.8287 <sup>(2)</sup>
	0.3627 <sup>(3)</sup>	3.4310 <sup>(3)</sup>	9.3128 <sup>(3)</sup>	16.5670 <sup>(3)</sup>	25.2720 <sup>(3)</sup>	41.1430 <sup>(3)</sup>	52.2792 <sup>(3)</sup>	
	0.4117 <sup>(4)</sup>	4.0878 <sup>(4)</sup>	10.7342 <sup>(4)</sup>	18.9687 <sup>(4)</sup>	28.8501 <sup>(4)</sup>	46.6425 <sup>(4)</sup>	59.1903 <sup>(4)</sup>	
	0.4313 <sup>(5)</sup>	4.8329 <sup>(5)</sup>	11.8518 <sup>(5)</sup>	20.4784 <sup>(5)</sup>	30.7911 <sup>(5)</sup>	48.9658 <sup>(5)</sup>	61.4744 <sup>(5)</sup>	
	150	0.3333 <sup>(2)</sup>	3.0781 <sup>(2)</sup>	8.4207 <sup>(2)</sup>	15.0868 <sup>(2)</sup>	23.0860 <sup>(2)</sup>	37.7022 <sup>(2)</sup>	48.1717 <sup>(2)</sup>
0.4019 <sup>(3)</sup>		4.4015 <sup>(3)</sup>	10.9303 <sup>(3)</sup>	18.9687 <sup>(3)</sup>	28.6148 <sup>(3)</sup>	45.7014 <sup>(3)</sup>	57.3277 <sup>(3)</sup>	
0.4607 <sup>(4)</sup>		5.0877 <sup>(4)</sup>	12.5772 <sup>(4)</sup>	21.7920 <sup>(4)</sup>	32.8301 <sup>(4)</sup>	52.3282 <sup>(4)</sup>	65.5426 <sup>(4)</sup>	
0.4607 <sup>(5)</sup>		5.4701 <sup>(5)</sup>	12.9987 <sup>(5)</sup>	22.2135 <sup>(5)</sup>	33.2320 <sup>(5)</sup>	52.4066 <sup>(5)</sup>	65.1897 <sup>(5)</sup>	
175		0.3529 <sup>(2)</sup>	3.6761 <sup>(2)</sup>	9.3520 <sup>(2)</sup>	16.4102 <sup>(2)</sup>	24.8211 <sup>(2)</sup>	39.8784 <sup>(2)</sup>	50.5049 <sup>(2)</sup>
	0.4411 <sup>(3)</sup>	5.4112 <sup>(3)</sup>	12.5674 <sup>(3)</sup>	21.3901 <sup>(3)</sup>	31.8792 <sup>(3)</sup>	50.0147 <sup>(3)</sup>	62.1312 <sup>(3)</sup>	
	0.4705 <sup>(4)</sup>	5.3720 <sup>(4)</sup>	13.0183 <sup>(4)</sup>	22.4096 <sup>(4)</sup>	33.6242 <sup>(4)</sup>	53.3771 <sup>(4)</sup>	66.7680 <sup>(4)</sup>	
	0.4901 <sup>(5)</sup>	6.6562 <sup>(5)</sup>	14.6946 <sup>(5)</sup>	24.3211 <sup>(5)</sup>	35.7514 <sup>(5)</sup>	55.4946 <sup>(5)</sup>	68.4933 <sup>(5)</sup>	
	200	0.3725 <sup>(2)</sup>	4.3917 <sup>(2)</sup>	10.4009 <sup>(2)</sup>	17.7924 <sup>(2)</sup>	26.5366 <sup>(2)</sup>	41.9077 <sup>(2)</sup>	52.6321 <sup>(2)</sup>
0.4509 <sup>(3)</sup>		5.7347 <sup>(3)</sup>	13.0673 <sup>(3)</sup>	22.0665 <sup>(3)</sup>	32.7321 <sup>(3)</sup>	51.1028 <sup>(3)</sup>	63.2977 <sup>(3)</sup>	
0.4901 <sup>(4)</sup>		5.9896 <sup>(4)</sup>	13.9888 <sup>(4)</sup>	23.7722 <sup>(4)</sup>	35.4573 <sup>(4)</sup>	55.6416 <sup>(4)</sup>	69.1305 <sup>(4)</sup>	
0.5294 <sup>(5)</sup>		8.0090 <sup>(5)</sup>	16.7337 <sup>(5)</sup>	27.1444 <sup>(5)</sup>	39.3589 <sup>(5)</sup>	59.7687 <sup>(5)</sup>	72.9634 <sup>(5)</sup>	
225		0.4705 <sup>(2)</sup>	5.2838 <sup>(2)</sup>	11.6361 <sup>(2)</sup>	19.3020 <sup>(2)</sup>	28.2423 <sup>(2)</sup>	43.9173 <sup>(2)</sup>	54.6711 <sup>(2)</sup>
	0.6568 <sup>(3)</sup>	6.4503 <sup>(3)</sup>	13.9986 <sup>(3)</sup>	23.2526 <sup>(3)</sup>	34.1829 <sup>(3)</sup>	52.8968 <sup>(3)</sup>	65.2681 <sup>(3)</sup>	
	0.5294 <sup>(4)</sup>	6.9013 <sup>(4)</sup>	15.2338 <sup>(4)</sup>	25.3112 <sup>(4)</sup>	37.3101 <sup>(4)</sup>	57.7688 <sup>(4)</sup>	71.2185 <sup>(4)</sup>	
	0.5490 <sup>(5)</sup>	8.6854 <sup>(5)</sup>	17.7630 <sup>(5)</sup>	28.5658 <sup>(5)</sup>	41.2509 <sup>(5)</sup>	62.0331 <sup>(5)</sup>	75.1103 <sup>(5)</sup>	
	250	0.6666 <sup>(3)</sup>	6.8817 <sup>(3)</sup>	14.6064 <sup>(3)</sup>	23.9976 <sup>(3)</sup>	35.0652 <sup>(3)</sup>	53.9163 <sup>(3)</sup>	66.3268 <sup>(3)</sup>
0.5686 <sup>(4)</sup>		8.5286 <sup>(4)</sup>	17.3512 <sup>(4)</sup>	27.9384 <sup>(4)</sup>	40.1921 <sup>(4)</sup>	60.7293 <sup>(4)</sup>	74.0908 <sup>(4)</sup>	
0.5784 <sup>(5)</sup>		9.2442 <sup>(5)</sup>	18.4590 <sup>(5)</sup>	29.3795 <sup>(5)</sup>	42.1429 <sup>(5)</sup>	62.9644 <sup>(5)</sup>	76.0612 <sup>(5)</sup>	
275		0.7548 <sup>(3)</sup>	7.7737 <sup>(3)</sup>	15.9690 <sup>(3)</sup>	25.8210 <sup>(3)</sup>	37.4081 <sup>(3)</sup>	56.7689 <sup>(3)</sup>	69.3756 <sup>(3)</sup>
		0.7058 <sup>(4)</sup>	9.7736 <sup>(4)</sup>	19.1746 <sup>(4)</sup>	30.3108 <sup>(4)</sup>	43.1036 <sup>(4)</sup>	64.1212 <sup>(4)</sup>	77.6002 <sup>(4)</sup>
	0.7646 <sup>(5)</sup>	9.7539 <sup>(5)</sup>	19.0766 <sup>(5)</sup>	30.0951 <sup>(5)</sup>	42.9566 <sup>(5)</sup>	63.8467 <sup>(5)</sup>	76.9434 <sup>(5)</sup>	
	300	0.7744 <sup>(3)</sup>	7.9600 <sup>(3)</sup>	16.3709 <sup>(3)</sup>	26.4582 <sup>(3)</sup>	38.3198 <sup>(3)</sup>	58.1414 <sup>(3)</sup>	70.9440 <sup>(3)</sup>
		0.7450 <sup>(4)</sup>	10.9499 <sup>(4)</sup>	20.6646 <sup>(4)</sup>	31.9773 <sup>(4)</sup>	44.8682 <sup>(4)</sup>	65.7681 <sup>(4)</sup>	79.1099 <sup>(4)</sup>
1.6175 <sup>(5)</sup>		12.6360 <sup>(5)</sup>	22.4782 <sup>(5)</sup>	33.9182 <sup>(5)</sup>	47.1032 <sup>(5)</sup>	68.0031 <sup>(5)</sup>	80.7666 <sup>(5)</sup>	

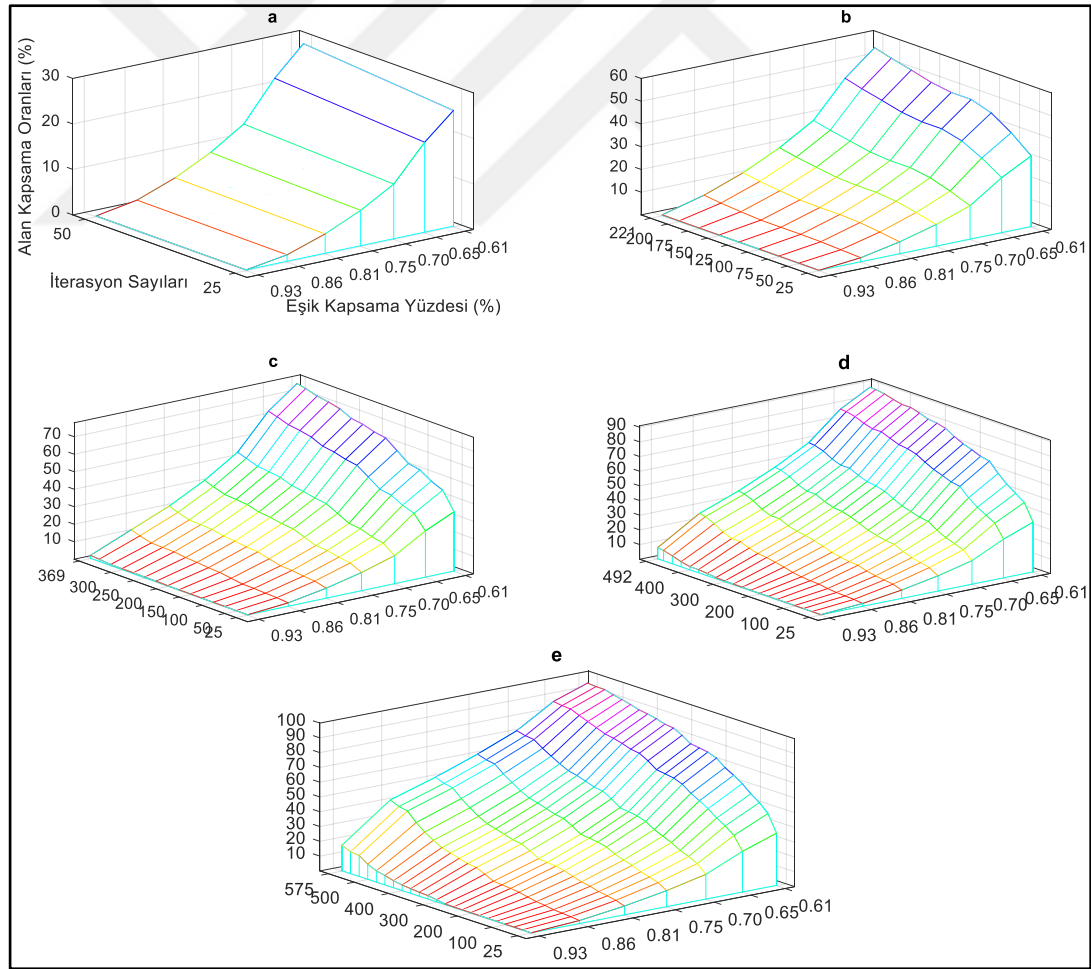
325	0.7842 <sup>(3)</sup>	8.1365 <sup>(3)</sup>	16.7042 <sup>(3)</sup>	26.9876 <sup>(3)</sup>	39.0354 <sup>(3)</sup>	59.0922 <sup>(3)</sup>	72.0125 <sup>(3)</sup>
	1.0489 <sup>(4)</sup>	11.6557 <sup>(4)</sup>	21.3901 <sup>(4)</sup>	32.7223 <sup>(4)</sup>	45.6720 <sup>(4)</sup>	66.5719 <sup>(4)</sup>	79.8549 <sup>(4)</sup>
	2.5684 <sup>(5)</sup>	15.2044 <sup>(5)</sup>	25.3308 <sup>(5)</sup>	36.9866 <sup>(5)</sup>	50.2990 <sup>(5)</sup>	71.1597 <sup>(5)</sup>	83.7663 <sup>(5)</sup>
350	1.4410 <sup>(3)</sup>	9.8814 <sup>(3)</sup>	18.6648 <sup>(3)</sup>	29.0756 <sup>(3)</sup>	41.2509 <sup>(3)</sup>	61.3077 <sup>(3)</sup>	73.9633 <sup>(3)</sup>
	1.7841 <sup>(4)</sup>	13.2634 <sup>(4)</sup>	23.2134 <sup>(4)</sup>	34.7319 <sup>(4)</sup>	47.8483 <sup>(4)</sup>	68.8266 <sup>(4)</sup>	81.9920 <sup>(4)</sup>
	2.8331 <sup>(5)</sup>	15.9592 <sup>(5)</sup>	26.1445 <sup>(5)</sup>	37.8590 <sup>(5)</sup>	51.1911 <sup>(5)</sup>	71.9929 <sup>(5)</sup>	84.4819 <sup>(5)</sup>
375	1.8724 <sup>(3)</sup>	11.5381 <sup>(3)</sup>	20.4784 <sup>(3)</sup>	30.9283 <sup>(3)</sup>	43.0056 <sup>(3)</sup>	62.6899 <sup>(3)</sup>	75.0515 <sup>(3)</sup>
	2.3429 <sup>(4)</sup>	15.6749 <sup>(4)</sup>	25.9386 <sup>(4)</sup>	37.6532 <sup>(4)</sup>	50.7009 <sup>(4)</sup>	71.1989 <sup>(4)</sup>	83.7467 <sup>(4)</sup>
	3.4212 <sup>(5)</sup>	17.5375 <sup>(5)</sup>	27.9090 <sup>(5)</sup>	39.7902 <sup>(5)</sup>	53.2595 <sup>(5)</sup>	73.9829 <sup>(5)</sup>	86.3151 <sup>(5)</sup>
400	2.3429 <sup>(4)</sup>	15.6749 <sup>(4)</sup>	25.9386 <sup>(4)</sup>	37.6532 <sup>(4)</sup>	50.7009 <sup>(4)</sup>	71.1989 <sup>(4)</sup>	83.7467 <sup>(4)</sup>
	3.9506 <sup>(5)</sup>	19.2530 <sup>(5)</sup>	29.7226 <sup>(5)</sup>	41.7018 <sup>(5)</sup>	55.1711 <sup>(5)</sup>	75.5416 <sup>(5)</sup>	87.5404 <sup>(5)</sup>
	4.9701 <sup>(5)</sup>	21.0470 <sup>(5)</sup>	31.3401 <sup>(5)</sup>	43.1624 <sup>(5)</sup>	56.4945 <sup>(5)</sup>	76.6395 <sup>(5)</sup>	88.4031 <sup>(5)</sup>
425	3.7055 <sup>(4)</sup>	18.0865 <sup>(4)</sup>	28.3404 <sup>(4)</sup>	39.9471 <sup>(4)</sup>	52.8674 <sup>(4)</sup>	72.9340 <sup>(4)</sup>	85.0995 <sup>(4)</sup>
	4.9701 <sup>(5)</sup>	21.0470 <sup>(5)</sup>	31.3401 <sup>(5)</sup>	43.1624 <sup>(5)</sup>	56.4945 <sup>(5)</sup>	76.6395 <sup>(5)</sup>	88.4031 <sup>(5)</sup>
	5.5681 <sup>(4)</sup>	21.8312 <sup>(4)</sup>	32.1047 <sup>(4)</sup>	43.6036 <sup>(4)</sup>	56.2200 <sup>(4)</sup>	75.3946 <sup>(4)</sup>	86.8248 <sup>(4)</sup>
450	6.5680 <sup>(5)</sup>	24.0075 <sup>(5)</sup>	34.3986 <sup>(5)</sup>	46.1229 <sup>(5)</sup>	59.2981 <sup>(5)</sup>	78.8844 <sup>(5)</sup>	90.1382 <sup>(5)</sup>
	7.3130 <sup>(4)</sup>	24.5858 <sup>(4)</sup>	34.6339 <sup>(4)</sup>	45.8779 <sup>(4)</sup>	58.1218 <sup>(4)</sup>	76.7670 <sup>(4)</sup>	87.7561 <sup>(4)</sup>
	7.8522 <sup>(5)</sup>	27.7522 <sup>(5)</sup>	38.3002 <sup>(5)</sup>	49.8775 <sup>(5)</sup>	62.5429 <sup>(5)</sup>	81.1391 <sup>(5)</sup>	91.6087 <sup>(5)</sup>
500	7.7836 <sup>(4)</sup>	25.3407 <sup>(4)</sup>	35.3201 <sup>(4)</sup>	46.4562 <sup>(4)</sup>	58.5825 <sup>(4)</sup>	77.0317 <sup>(4)</sup>	87.9228 <sup>(4)</sup>
	10.3911 <sup>(5)</sup>	32.2615 <sup>(5)</sup>	42.5645 <sup>(5)</sup>	53.7594 <sup>(5)</sup>	65.9249 <sup>(5)</sup>	83.3938 <sup>(5)</sup>	92.9125 <sup>(5)</sup>
	14.4300 <sup>(5)</sup>	38.1825 <sup>(5)</sup>	47.9169 <sup>(5)</sup>	58.5629 <sup>(5)</sup>	69.8951 <sup>(5)</sup>	85.8641 <sup>(5)</sup>	94.4809 <sup>(5)</sup>
525	14.9495 <sup>(5)</sup>	39.2707 <sup>(5)</sup>	49.0050 <sup>(5)</sup>	59.4942 <sup>(5)</sup>	70.6401 <sup>(5)</sup>	86.2170 <sup>(5)</sup>	94.6280 <sup>(5)</sup>
550	17.5473 <sup>(5)</sup>	41.8586 <sup>(5)</sup>	51.2989 <sup>(5)</sup>	61.4155 <sup>(5)</sup>	72.1400 <sup>(5)</sup>	87.0797 <sup>(5)</sup>	95.0691 <sup>(5)</sup>

Şekil 18'deki grafiğe göre;  $\lambda = 0.07$  için  $d(s^i, P)$  mesafesi ile tespit edilen  $c_{eşik}$  oranlar düşüş eğiliminde olduğu sürece alanın  $r_{max}$  mesafesi içindeki her  $P$  Grid noktalarının  $EDP$  değerleri gittikçe yükselmektedir. Örneğin; 80 mobil algılayıcının EPDM-EM tarafından yapılan dağılımda  $c_{eşik}$  oranı %93 olarak tanımlandığında bu eşik orana eşit veya üzerinde  $EDP$  ile taranan  $P$  Grid noktalarının alanda oluşturduğu toplam kapsanma oranı %7.7,  $c_{eşik}$  oranı %61 olarak tanımlandığında ise taranan  $P$  noktalarının alandaki toplam kapsanma oranı %87 olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 18.**  $\lambda = 0.07$  için 20-100 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında  $c_{eşik}$  oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği

Tablo 6'daki sonuçlara göre;  $c_{eşik}$  oranlar, dağılımı yapılan 20 – 100 aralığındaki mobil düğümlerin simülasyonu yapılan iterasyon aralıkları ve hesaplanan kapsanma oranları değişimi Şekil 19'da 3D grafik ile gösterilmiştir.  $c_{eşik}$  oranı %61 olarak alındığında; 20 mobil düğümün yapılan dağılımında 50.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %28'i kapsanmış (Şekil 19a), 40 mobil düğümün yapılan dağılımında 224.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %54'ü kapsanmış (Şekil 19b), 60 mobil düğümün yapılan dağılımında 369.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %75'i kapsanmış (Şekil 19c), 80 mobil düğümün yapılan dağılımında 492.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %87'si kapsanmış (Şekil 19d) ve 100 mobil düğümün yapılan dağılımında 575.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %95'i kapsanmıştır (Şekil 19e).



**Şekil 19.** Dağılımı yapılan (a) 20, (b) 40, (c) 60, (d) 80, (e) 100 mobil algılayıcının  $\lambda = 0.07$  için  $c_{eşik}$  oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği

6.1.5.  $\lambda = 0.09$  için Mobil Düğüm Dağılımı

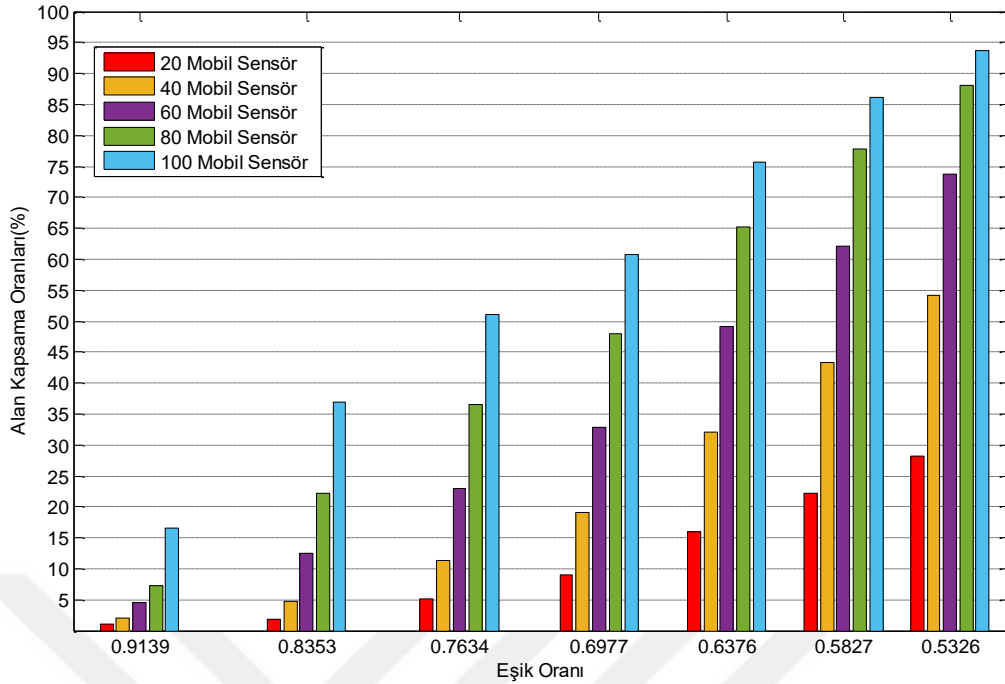
$\lambda = 0.09$  için tanımlanan  $c_{eşik}$  oranlar esas alınarak EPDM-EM tarafından dağılımı yapılan 20 – 100 aralığındaki mobil algılayıcıların tümü optimum konuma yerleşinceye kadar her 25 iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranları Tablo 7’de sunulmuştur.

**Tablo 7.**  $20^{(1)}$ ,  $40^{(2)}$ ,  $60^{(3)}$ ,  $80^{(4)}$ ,  $100^{(5)}$  mobil algılayıcı dağılımında  $\lambda = 0.09$  alındığında  $c_{eşik}$  oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları

İterasyon Aralığı	$c_{eşik}$ oranları (%)						
	0.9139	0.8353	0.7634	0.6977	0.6376	0.5827	0.5326
25	0.8333 <sup>(1)</sup>	1.4999 <sup>(1)</sup>	4.1663 <sup>(1)</sup>	7.4993 <sup>(1)</sup>	13.4987 <sup>(1)</sup>	18.8315 <sup>(1)</sup>	24.1643 <sup>(1)</sup>
	1.0293 <sup>(2)</sup>	1.8528 <sup>(2)</sup>	5.1466 <sup>(2)</sup>	9.2638 <sup>(2)</sup>	16.6748 <sup>(2)</sup>	23.2624 <sup>(2)</sup>	29.8500 <sup>(2)</sup>
	1.1764 <sup>(3)</sup>	2.1174 <sup>(3)</sup>	5.8818 <sup>(3)</sup>	10.5872 <sup>(3)</sup>	19.0570 <sup>(3)</sup>	26.5856 <sup>(3)</sup>	34.1143 <sup>(3)</sup>
	1.2254 <sup>(4)</sup>	2.2057 <sup>(4)</sup>	6.1269 <sup>(4)</sup>	11.0283 <sup>(4)</sup>	19.8510 <sup>(4)</sup>	27.6934 <sup>(4)</sup>	35.5357 <sup>(4)</sup>
	1.2254 <sup>(5)</sup>	2.2057 <sup>(5)</sup>	6.1269 <sup>(5)</sup>	11.0283 <sup>(5)</sup>	19.8510 <sup>(5)</sup>	27.6934 <sup>(5)</sup>	35.5357 <sup>(5)</sup>
50	0.8823 <sup>(1)</sup>	1.6469 <sup>(1)</sup>	4.5094 <sup>(1)</sup>	8.0384 <sup>(1)</sup>	14.3711 <sup>(1)</sup>	19.9392 <sup>(1)</sup>	25.4877 <sup>(1)</sup>
	1.3724 <sup>(2)</sup>	2.4703 <sup>(2)</sup>	6.8621 <sup>(2)</sup>	12.3517 <sup>(2)</sup>	22.2331 <sup>(2)</sup>	31.0166 <sup>(2)</sup>	39.8000 <sup>(2)</sup>
	1.6175 <sup>(3)</sup>	2.9115 <sup>(3)</sup>	8.0874 <sup>(3)</sup>	14.5574 <sup>(3)</sup>	26.2033 <sup>(3)</sup>	36.5552 <sup>(3)</sup>	46.9072 <sup>(3)</sup>
	1.7155 <sup>(4)</sup>	3.0879 <sup>(4)</sup>	8.6756 <sup>(4)</sup>	15.5377 <sup>(4)</sup>	27.8894 <sup>(4)</sup>	38.8491 <sup>(4)</sup>	49.6520 <sup>(4)</sup>
	1.7155 <sup>(5)</sup>	3.0879 <sup>(5)</sup>	8.6168 <sup>(5)</sup>	15.4789 <sup>(5)</sup>	27.8306 <sup>(5)</sup>	38.7903 <sup>(5)</sup>	49.7108 <sup>(5)</sup>
75	0.9803 <sup>(1)</sup>	1.9312 <sup>(1)</sup>	5.1466 <sup>(1)</sup>	9.0677 <sup>(1)</sup>	16.0278 <sup>(1)</sup>	22.1253 <sup>(1)</sup>	28.1835 <sup>(1)</sup>
	1.4704 <sup>(2)</sup>	2.6468 <sup>(2)</sup>	7.4012 <sup>(2)</sup>	13.2830 <sup>(2)</sup>	23.8702 <sup>(2)</sup>	33.2614 <sup>(2)</sup>	42.5939 <sup>(2)</sup>
	1.7155 <sup>(3)</sup>	3.0879 <sup>(3)</sup>	8.5972 <sup>(3)</sup>	15.4593 <sup>(3)</sup>	27.8110 <sup>(3)</sup>	38.7903 <sup>(3)</sup>	49.7304 <sup>(3)</sup>
	1.8626 <sup>(4)</sup>	3.3526 <sup>(4)</sup>	9.4795 <sup>(4)</sup>	16.9297 <sup>(4)</sup>	30.3402 <sup>(4)</sup>	42.2214 <sup>(4)</sup>	53.8477 <sup>(4)</sup>
	1.8135 <sup>(5)</sup>	3.2644 <sup>(5)</sup>	9.1168 <sup>(5)</sup>	16.3709 <sup>(5)</sup>	29.4285 <sup>(5)</sup>	41.0156 <sup>(5)</sup>	52.5439 <sup>(5)</sup>
100	1.5685 <sup>(2)</sup>	2.8233 <sup>(2)</sup>	7.8914 <sup>(2)</sup>	14.1653 <sup>(2)</sup>	25.4583 <sup>(2)</sup>	35.4769 <sup>(2)</sup>	45.4367 <sup>(2)</sup>
	1.7645 <sup>(3)</sup>	3.1762 <sup>(3)</sup>	8.9207 <sup>(3)</sup>	15.9788 <sup>(3)</sup>	28.6835 <sup>(3)</sup>	39.9177 <sup>(3)</sup>	51.0734 <sup>(3)</sup>
	1.9606 <sup>(4)</sup>	3.5291 <sup>(4)</sup>	10.0970 <sup>(4)</sup>	17.9394 <sup>(4)</sup>	32.0557 <sup>(4)</sup>	44.5447 <sup>(4)</sup>	56.5631 <sup>(4)</sup>
	1.9606 <sup>(5)</sup>	3.5879 <sup>(5)</sup>	10.1559 <sup>(5)</sup>	17.9982 <sup>(5)</sup>	32.0949 <sup>(5)</sup>	44.4662 <sup>(5)</sup>	56.5043 <sup>(5)</sup>
	1.6665 <sup>(2)</sup>	3.1860 <sup>(2)</sup>	8.7050 <sup>(2)</sup>	15.3710 <sup>(2)</sup>	27.2522 <sup>(2)</sup>	37.6630 <sup>(2)</sup>	47.9561 <sup>(2)</sup>
125	1.8626 <sup>(3)</sup>	3.5095 <sup>(3)</sup>	9.6853 <sup>(3)</sup>	17.1160 <sup>(3)</sup>	30.4088 <sup>(3)</sup>	42.0645 <sup>(3)</sup>	53.5732 <sup>(3)</sup>
	2.1567 <sup>(4)</sup>	4.2545 <sup>(4)</sup>	11.8812 <sup>(4)</sup>	20.5078 <sup>(4)</sup>	35.7808 <sup>(4)</sup>	49.0148 <sup>(4)</sup>	61.4450 <sup>(4)</sup>
	2.1567 <sup>(5)</sup>	4.1761 <sup>(5)</sup>	11.9302 <sup>(5)</sup>	20.5568 <sup>(5)</sup>	35.9475 <sup>(5)</sup>	49.0246 <sup>(5)</sup>	61.3959 <sup>(5)</sup>
	1.7155 <sup>(2)</sup>	3.5095 <sup>(2)</sup>	9.2050 <sup>(2)</sup>	16.0082 <sup>(2)</sup>	28.0855 <sup>(2)</sup>	38.6531 <sup>(2)</sup>	49.1030 <sup>(2)</sup>
	2.0096 <sup>(3)</sup>	4.0094 <sup>(3)</sup>	10.9107 <sup>(3)</sup>	18.9295 <sup>(3)</sup>	33.1634 <sup>(3)</sup>	45.4073 <sup>(3)</sup>	57.2101 <sup>(3)</sup>
150	2.2547 <sup>(4)</sup>	4.7838 <sup>(4)</sup>	12.8713 <sup>(4)</sup>	21.8704 <sup>(4)</sup>	37.5747 <sup>(4)</sup>	51.1028 <sup>(4)</sup>	63.7879 <sup>(4)</sup>
	2.3037 <sup>(5)</sup>	4.8329 <sup>(5)</sup>	13.3712 <sup>(5)</sup>	22.5272 <sup>(5)</sup>	38.7021 <sup>(5)</sup>	52.2890 <sup>(5)</sup>	64.9544 <sup>(5)</sup>
	1.8626 <sup>(2)</sup>	4.3035 <sup>(2)</sup>	10.5578 <sup>(2)</sup>	17.8708 <sup>(2)</sup>	30.5754 <sup>(2)</sup>	41.6038 <sup>(2)</sup>	52.4851 <sup>(2)</sup>
	2.1076 <sup>(3)</sup>	4.6564 <sup>(3)</sup>	11.9694 <sup>(3)</sup>	20.2627 <sup>(3)</sup>	34.8887 <sup>(3)</sup>	47.4267 <sup>(3)</sup>	59.4844 <sup>(3)</sup>
	2.4017 <sup>(4)</sup>	5.4799 <sup>(4)</sup>	14.3711 <sup>(4)</sup>	23.9584 <sup>(4)</sup>	40.4470 <sup>(4)</sup>	54.3378 <sup>(4)</sup>	67.2189 <sup>(4)</sup>
175	2.4017 <sup>(5)</sup>	5.4308 <sup>(5)</sup>	14.5182 <sup>(5)</sup>	24.0271 <sup>(5)</sup>	40.5941 <sup>(5)</sup>	54.3966 <sup>(5)</sup>	67.1405 <sup>(5)</sup>
	1.8626 <sup>(2)</sup>	4.3035 <sup>(2)</sup>	10.5578 <sup>(2)</sup>	17.8708 <sup>(2)</sup>	30.5754 <sup>(2)</sup>	41.6038 <sup>(2)</sup>	52.4851 <sup>(2)</sup>
	2.1567 <sup>(3)</sup>	4.9015 <sup>(3)</sup>	12.4890 <sup>(3)</sup>	20.9783 <sup>(3)</sup>	35.9180 <sup>(3)</sup>	48.5345 <sup>(3)</sup>	60.6313 <sup>(3)</sup>
	2.4507 <sup>(4)</sup>	5.8818 <sup>(4)</sup>	15.0279 <sup>(4)</sup>	24.7329 <sup>(4)</sup>	41.3783 <sup>(4)</sup>	55.3083 <sup>(4)</sup>	68.2286 <sup>(4)</sup>
	2.6174 <sup>(5)</sup>	6.4798 <sup>(5)</sup>	16.6748 <sup>(5)</sup>	26.8307 <sup>(5)</sup>	44.2800 <sup>(5)</sup>	58.5335 <sup>(5)</sup>	71.2773 <sup>(5)</sup>
200	1.8626 <sup>(2)</sup>	4.3035 <sup>(2)</sup>	10.5578 <sup>(2)</sup>	17.8708 <sup>(2)</sup>	30.5754 <sup>(2)</sup>	41.6038 <sup>(2)</sup>	52.4851 <sup>(2)</sup>
	2.4703 <sup>(3)</sup>	6.8915 <sup>(3)</sup>	15.6749 <sup>(3)</sup>	24.9485 <sup>(3)</sup>	40.5843 <sup>(3)</sup>	53.4457 <sup>(3)</sup>	65.4446 <sup>(3)</sup>
	2.5880 <sup>(4)</sup>	6.5288 <sup>(4)</sup>	16.0965 <sup>(4)</sup>	26.0955 <sup>(4)</sup>	43.1428 <sup>(4)</sup>	57.2885 <sup>(4)</sup>	70.2088 <sup>(4)</sup>
	2.8625 <sup>(5)</sup>	7.8228 <sup>(5)</sup>	19.2334 <sup>(5)</sup>	30.1637 <sup>(5)</sup>	48.5639 <sup>(5)</sup>	63.2977 <sup>(5)</sup>	76.2180 <sup>(5)</sup>
	1.9900 <sup>(2)</sup>	4.7152 <sup>(2)</sup>	11.4303 <sup>(2)</sup>	19.0079 <sup>(2)</sup>	32.0459 <sup>(2)</sup>	43.2311 <sup>(2)</sup>	54.0829 <sup>(2)</sup>
250	2.6174 <sup>(3)</sup>	7.6267 <sup>(3)</sup>	17.2042 <sup>(3)</sup>	26.9876 <sup>(3)</sup>	43.2899 <sup>(3)</sup>	56.4651 <sup>(3)</sup>	68.5619 <sup>(3)</sup>
	2.7350 <sup>(4)</sup>	7.5287 <sup>(4)</sup>	17.8218 <sup>(4)</sup>	28.2717 <sup>(4)</sup>	45.7112 <sup>(4)</sup>	60.0137 <sup>(4)</sup>	72.9340 <sup>(4)</sup>
	3.1173 <sup>(5)</sup>	8.7246 <sup>(5)</sup>	20.3902 <sup>(5)</sup>	31.4773 <sup>(5)</sup>	50.1519 <sup>(5)</sup>	65.1113 <sup>(5)</sup>	78.1492 <sup>(5)</sup>
	2.8821 <sup>(3)</sup>	8.1463 <sup>(3)</sup>	17.8218 <sup>(3)</sup>	27.6443 <sup>(3)</sup>	44.0055 <sup>(3)</sup>	57.2395 <sup>(3)</sup>	69.3756 <sup>(3)</sup>
	2.8331 <sup>(4)</sup>	8.3129 <sup>(4)</sup>	19.1550 <sup>(4)</sup>	29.8402 <sup>(4)</sup>	47.5149 <sup>(4)</sup>	61.8273 <sup>(4)</sup>	74.6495 <sup>(4)</sup>
275	3.5095 <sup>(5)</sup>	9.8814 <sup>(5)</sup>	22.1057 <sup>(5)</sup>	33.4575 <sup>(5)</sup>	52.4752 <sup>(5)</sup>	67.4640 <sup>(5)</sup>	80.4039 <sup>(5)</sup>
	3.1369 <sup>(3)</sup>	9.3422 <sup>(3)</sup>	19.5863 <sup>(3)</sup>	29.6736 <sup>(3)</sup>	46.3092 <sup>(3)</sup>	59.6510 <sup>(3)</sup>	71.6792 <sup>(3)</sup>

	3.4506 <sup>(4)</sup> 4.0290 <sup>(5)</sup>	10.7833 <sup>(4)</sup> 11.7341 <sup>(5)</sup>	22.9095 <sup>(4)</sup> 24.3996 <sup>(5)</sup>	34.0359 <sup>(4)</sup> 35.9279 <sup>(5)</sup>	52.2008 <sup>(4)</sup> 54.9946 <sup>(5)</sup>	66.6993 <sup>(4)</sup> 69.8167 <sup>(5)</sup>	79.2275 <sup>(4)</sup> 82.4233 <sup>(5)</sup>
<b>325</b>	3.4997 <sup>(3)</sup> 3.5193 <sup>(4)</sup> 4.0780 <sup>(5)</sup>	9.9794 <sup>(3)</sup> 11.4499 <sup>(4)</sup> 12.0184 <sup>(5)</sup>	20.3019 <sup>(3)</sup> 23.7526 <sup>(4)</sup> 24.8603 <sup>(5)</sup>	30.3696 <sup>(3)</sup> 34.8985 <sup>(4)</sup> 36.4768 <sup>(5)</sup>	46.9856 <sup>(3)</sup> 53.0438 <sup>(4)</sup> 55.6220 <sup>(5)</sup>	60.2686 <sup>(3)</sup> 67.5130 <sup>(4)</sup> 70.4931 <sup>(5)</sup>	72.2576 <sup>(3)</sup> 79.9431 <sup>(4)</sup> 83.0605 <sup>(5)</sup>
<b>350</b>	4.1172 <sup>(3)</sup> 4.0290 <sup>(4)</sup> 5.1073 <sup>(5)</sup>	11.6557 <sup>(3)</sup> 14.2241 <sup>(4)</sup> 14.2829 <sup>(5)</sup>	22.0665 <sup>(3)</sup> 27.3209 <sup>(4)</sup> 27.5071 <sup>(5)</sup>	32.0557 <sup>(3)</sup> 38.6629 <sup>(4)</sup> 39.1334 <sup>(5)</sup>	48.4364 <sup>(3)</sup> 56.6513 <sup>(4)</sup> 58.2492 <sup>(5)</sup>	61.5626 <sup>(3)</sup> 70.7480 <sup>(4)</sup> 72.9732 <sup>(5)</sup>	73.3556 <sup>(3)</sup> 82.6978 <sup>(4)</sup> 85.3250 <sup>(5)</sup>
<b>375</b>	4.1172 <sup>(3)</sup> 4.0780 <sup>(4)</sup> 5.9210 <sup>(5)</sup>	11.6557 <sup>(3)</sup> 14.5672 <sup>(4)</sup> 15.6259 <sup>(5)</sup>	22.0665 <sup>(3)</sup> 27.8698 <sup>(4)</sup> 29.0854 <sup>(5)</sup>	32.0557 <sup>(3)</sup> 39.2609 <sup>(4)</sup> 40.6823 <sup>(5)</sup>	48.4364 <sup>(3)</sup> 57.2885 <sup>(4)</sup> 59.6412 <sup>(5)</sup>	61.5626 <sup>(3)</sup> 71.3754 <sup>(4)</sup> 74.1300 <sup>(5)</sup>	73.3556 <sup>(3)</sup> 83.2467 <sup>(4)</sup> 86.2366 <sup>(5)</sup>
<b>400</b>	4.5094 <sup>(3)</sup> 5.3426 <sup>(4)</sup> 6.6170 <sup>(5)</sup>	12.5380 <sup>(3)</sup> 17.1944 <sup>(4)</sup> 17.7139 <sup>(5)</sup>	22.9487 <sup>(3)</sup> 30.8989 <sup>(4)</sup> 31.6244 <sup>(5)</sup>	32.8399 <sup>(3)</sup> 42.3684 <sup>(4)</sup> 43.2016 <sup>(5)</sup>	49.0638 <sup>(3)</sup> 60.3372 <sup>(4)</sup> 61.8469 <sup>(5)</sup>	62.0625 <sup>(3)</sup> 74.0222 <sup>(4)</sup> 76.0122 <sup>(5)</sup>	73.7379 <sup>(3)</sup> 85.3446 <sup>(4)</sup> 87.5796 <sup>(5)</sup>
<b>425</b>	5.3426 <sup>(4)</sup> 7.6757 <sup>(5)</sup>	17.1944 <sup>(4)</sup> 20.0274 <sup>(5)</sup>	30.8989 <sup>(4)</sup> 34.4182 <sup>(5)</sup>	42.3684 <sup>(4)</sup> 45.9955 <sup>(5)</sup>	60.3372 <sup>(4)</sup> 64.5525 <sup>(5)</sup>	74.0222 <sup>(4)</sup> 78.2864 <sup>(5)</sup>	85.3446 <sup>(4)</sup> 89.2560 <sup>(5)</sup>
<b>450</b>	5.7935 <sup>(4)</sup> 8.5678 <sup>(5)</sup>	18.9001 <sup>(4)</sup> 22.8899 <sup>(5)</sup>	33.0262 <sup>(4)</sup> 37.5355 <sup>(5)</sup>	44.5545 <sup>(4)</sup> 48.8580 <sup>(5)</sup>	62.4547 <sup>(4)</sup> 66.8660 <sup>(5)</sup>	75.7181 <sup>(4)</sup> 80.0118 <sup>(5)</sup>	86.5503 <sup>(4)</sup> 90.3637 <sup>(5)</sup>
<b>475</b>	6.5876 <sup>(4)</sup> 10.7735 <sup>(5)</sup>	20.5764 <sup>(4)</sup> 28.1051 <sup>(5)</sup>	34.7221 <sup>(4)</sup> 43.0840 <sup>(5)</sup>	46.2406 <sup>(4)</sup> 54.0339 <sup>(5)</sup>	63.7683 <sup>(4)</sup> 71.0617 <sup>(5)</sup>	76.7082 <sup>(4)</sup> 83.0409 <sup>(5)</sup>	87.2463 <sup>(4)</sup> 92.2066 <sup>(5)</sup>
<b>500</b>	7.3424 <sup>(4)</sup> 11.7930 <sup>(5)</sup>	22.1547 <sup>(4)</sup> 29.9971 <sup>(5)</sup>	36.4768 <sup>(4)</sup> 44.9172 <sup>(5)</sup>	47.9169 <sup>(4)</sup> 55.6612 <sup>(5)</sup>	65.1701 <sup>(4)</sup> 72.2674 <sup>(5)</sup>	77.8355 <sup>(4)</sup> 83.8349 <sup>(5)</sup>	88.0796 <sup>(4)</sup> 92.6086 <sup>(5)</sup>
<b>525</b>	14.2143 <sup>(5)</sup>	34.2613 <sup>(5)</sup>	48.9168 <sup>(5)</sup>	59.1609 <sup>(5)</sup>	74.7476 <sup>(5)</sup>	85.4230 <sup>(5)</sup>	93.3242 <sup>(5)</sup>
<b>550</b>	16.1455 <sup>(5)</sup>	36.4866 <sup>(5)</sup>	50.6323 <sup>(5)</sup>	60.4941 <sup>(5)</sup>	75.5612 <sup>(5)</sup>	86.0014 <sup>(5)</sup>	93.6281 <sup>(5)</sup>
<b>575</b>	16.4886 <sup>(5)</sup>	36.8885 <sup>(5)</sup>	51.0146 <sup>(5)</sup>	60.7784 <sup>(5)</sup>	75.7083 <sup>(5)</sup>	86.0700 <sup>(5)</sup>	93.6379 <sup>(5)</sup>

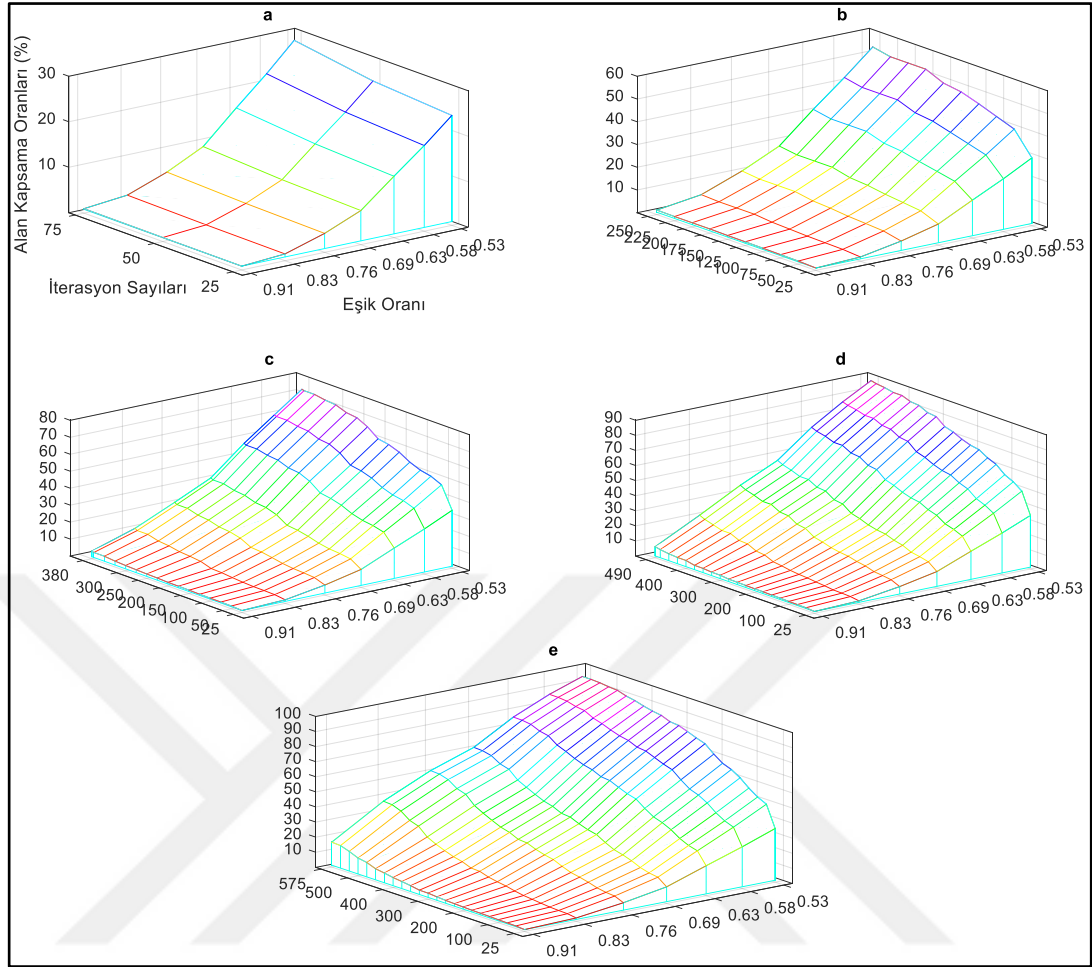
Şekil 20'deki grafiğe göre;  $\lambda = 0.09$  için  $d(s^i, P)$  mesafesi ile tespit edilen  $c_{eşik}$  oranlar düşüş eğiliminde olduğu sürece alanın  $r_{max}$  mesafesi içindeki her  $P$  Grid noktalarının  $EDP$  değerleri gittikçe yükselmektedir. Örneğin; 100 mobil algılayıcının EPDM-EM tarafından yapılan dağılımda  $c_{eşik}$  oranı %91 olarak tanımlandığında bu eşik orana eşit veya üzerinde  $EDP$  ile taranan  $P$  Grid noktalarının alanda oluşturduğu toplam kapsama oranı %16,  $c_{eşik}$  oranı %53 olarak tanımlandığında ise taranan  $P$  noktalarının alandaki toplam kapsama oranı %93 olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 20.**  $\lambda = 0.09$  için 20-100 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında  $c_{eşik}$  oranlara göre alan kapsama oranlarının değişim grafiği

Tablo 7’deki sonuçlara göre;  $c_{eşik}$  oranlar, dağılımı yapılan 20 – 100 aralığındaki mobil düğümlerin simülasyonu yapılan iterasyon aralıkları ve hesaplanan kapsama oranları değişimi Şekil 21’de 3D grafik ile gösterilmiştir.  $c_{eşik}$  oranı %53 olarak alındığında; 20 mobil düğümün yapılan dağılımında 75.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %28’i kapsanmış (Şekil 21a), 40 mobil düğümün yapılan dağılımında 250.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %54’ü kapsanmış (Şekil 21b), 60 mobil düğümün yapılan dağılımında 380.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %73’ü kapsanmış (Şekil 21c), 80 mobil düğümün yapılan dağılımında 490.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %88’i kapsanmış (Şekil 21d) ve 100 mobil düğümün yapılan dağılımında 575.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %93’ü kapsanmıştır (Şekil 21e).





**Şekil 21.** Dağılımı yapılan (a) 20, (b) 40, (c) 60, (d) 80, (e) 100 mobil algılayıcının  $\lambda = 0.09$  için  $c_{eşik}$  oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsama oranlarının 3D grafiği

## 6.2. Mobil ve Statik Düğüm Dağılımı

Bu bölümde, 20 ile 100 aralığında olmak üzere 20'şer artış aralığı ile tanımlanan ve %80'i mobil ile %20'si statik düğümlerden oluşan heterojen algılayıcı kümesi kullanılarak başlangıçta rastgele dağıtılan algılayıcılardan mobil olan düğümlerin dinamik dağılımları geliştirilen EPDM-EM tarafından yapılmıştır. 0.01 ile 0.09 aralığında tanımlanan  $\lambda$  değerlerinin her biri için 16 - 80 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcılar ile 4 - 20 aralığında sabit olarak dağıtılan statik algılayıcıların alandaki kapsama oranları 5 Monte Carlo simülasyonunun her 25 iterasyon aralığında hesaplanarak optimuma olanı tespit edilmiştir.

6.2.1.  $\lambda = 0.01$  için Mobil ve Statik Düğüm Dağılımı

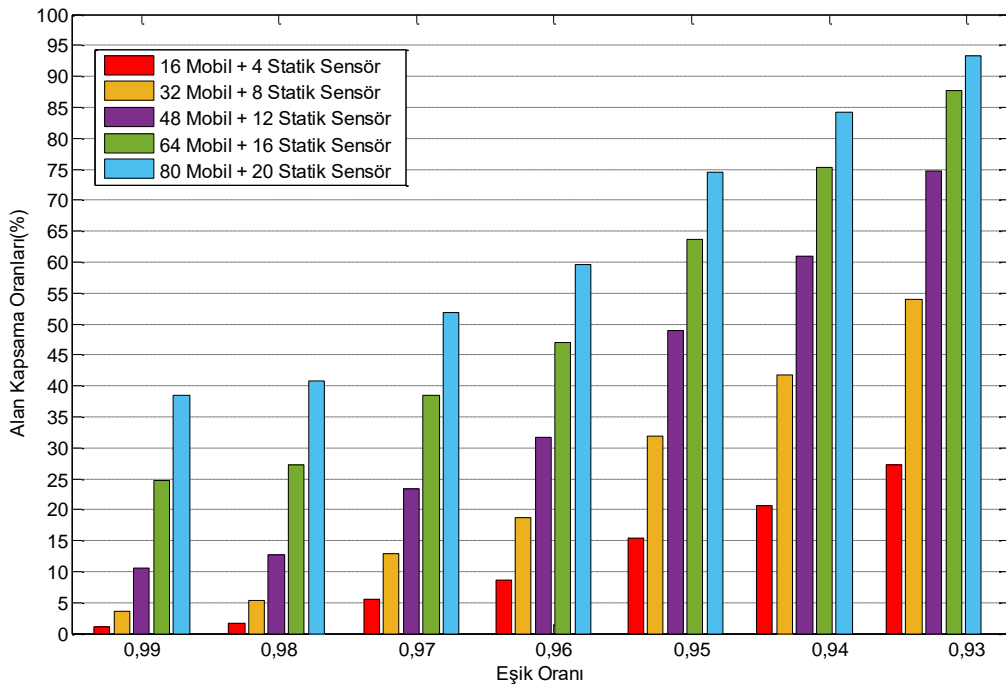
$\lambda = 0.01$  için tanımlanan  $c_{eşik}$  oranlar esas alınarak başlangıçta rastgele dağıtılan 20 – 100 aralığındaki mobil ve statik düğümlerin EPDM-EM tarafından yapılan dinamik dağılımında sadece 16 – 80 aralığındaki mobil düğümlerin tümü optimum konuma yerleşinceye kadar her 25 iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranları Tablo 8’de sunulmuştur.

**Tablo 8.**  $16^{(1)}$ ,  $32^{(2)}$ ,  $48^{(3)}$ ,  $64^{(4)}$ ,  $80^{(5)}$  mobil algılayıcı dağılımı ile  $4^{(1)}$ ,  $8^{(2)}$ ,  $12^{(3)}$ ,  $16^{(4)}$ ,  $20^{(5)}$  statik algılayıcı dağılımında  $\lambda = 0.01$  alındığında  $c_{eşik}$  oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları

İterasyon Aralığı	$c_{eşik}$ oranları (%)							
	0.9900	0.9802	0.9704	0.9608	0.9512	0.9418	0.9324	
25	0.8725 <sup>(1)</sup>	1.5587 <sup>(1)</sup>	5.0093 <sup>(1)</sup>	7.7541 <sup>(1)</sup>	13.8810 <sup>(1)</sup>	18.5276 <sup>(1)</sup>	24.4780 <sup>(1)</sup>	
	1.7743 <sup>(2)</sup>	2.8331 <sup>(2)</sup>	8.0384 <sup>(2)</sup>	12.0969 <sup>(2)</sup>	21.1156 <sup>(2)</sup>	28.0757 <sup>(2)</sup>	36.9474 <sup>(2)</sup>	
	2.4900 <sup>(3)</sup>	3.6467 <sup>(3)</sup>	9.3716 <sup>(3)</sup>	13.8614 <sup>(3)</sup>	23.8898 <sup>(3)</sup>	31.6538 <sup>(3)</sup>	41.5253 <sup>(3)</sup>	
	3.0291 <sup>(4)</sup>	4.2839 <sup>(4)</sup>	10.4990 <sup>(4)</sup>	15.4397 <sup>(4)</sup>	26.2817 <sup>(4)</sup>	34.6731 <sup>(4)</sup>	45.3877 <sup>(4)</sup>	
	3.8035 <sup>(5)</sup>	5.1171 <sup>(5)</sup>	11.5675 <sup>(5)</sup>	16.5670 <sup>(5)</sup>	27.7914 <sup>(5)</sup>	36.4082 <sup>(5)</sup>	47.4169 <sup>(5)</sup>	
50	0.9215 <sup>(1)</sup>	1.6469 <sup>(1)</sup>	5.2936 <sup>(1)</sup>	8.1953 <sup>(1)</sup>	14.6750 <sup>(1)</sup>	19.5961 <sup>(1)</sup>	25.8994 <sup>(1)</sup>	
	1.9508 <sup>(2)</sup>	3.1271 <sup>(2)</sup>	8.9207 <sup>(2)</sup>	13.4497 <sup>(2)</sup>	23.5271 <sup>(2)</sup>	31.3107 <sup>(2)</sup>	41.1822 <sup>(2)</sup>	
	2.8036 <sup>(3)</sup>	4.1957 <sup>(3)</sup>	11.0970 <sup>(3)</sup>	16.5278 <sup>(3)</sup>	28.6737 <sup>(3)</sup>	38.0845 <sup>(3)</sup>	50.0343 <sup>(3)</sup>	
	3.2154 <sup>(4)</sup>	4.5878 <sup>(4)</sup>	11.3910 <sup>(4)</sup>	16.8023 <sup>(4)</sup>	28.7031 <sup>(4)</sup>	37.9179 <sup>(4)</sup>	49.6128 <sup>(4)</sup>	
	4.3623 <sup>(5)</sup>	5.9504 <sup>(5)</sup>	13.7732 <sup>(5)</sup>	19.8706 <sup>(5)</sup>	33.5653 <sup>(5)</sup>	44.1035 <sup>(5)</sup>	57.1513 <sup>(5)</sup>	
75	0.9705 <sup>(1)</sup>	1.7351 <sup>(1)</sup>	5.5779 <sup>(1)</sup>	8.6364 <sup>(1)</sup>	15.4691 <sup>(1)</sup>	20.6646 <sup>(1)</sup>	27.3209 <sup>(1)</sup>	
	2.0488 <sup>(2)</sup>	3.3036 <sup>(2)</sup>	9.4893 <sup>(2)</sup>	14.3319 <sup>(2)</sup>	25.1152 <sup>(2)</sup>	33.4477 <sup>(2)</sup>	44.0251 <sup>(2)</sup>	
	2.8821 <sup>(3)</sup>	4.3133 <sup>(3)</sup>	11.4106 <sup>(3)</sup>	16.9983 <sup>(3)</sup>	29.4971 <sup>(3)</sup>	39.1824 <sup>(3)</sup>	51.4263 <sup>(3)</sup>	
	3.4899 <sup>(4)</sup>	5.0191 <sup>(4)</sup>	12.6066 <sup>(4)</sup>	18.6452 <sup>(4)</sup>	31.9577 <sup>(4)</sup>	42.2704 <sup>(4)</sup>	55.2201 <sup>(4)</sup>	
	4.4113 <sup>(5)</sup>	6.0386 <sup>(5)</sup>	14.0574 <sup>(5)</sup>	20.3117 <sup>(5)</sup>	34.3594 <sup>(5)</sup>	45.1720 <sup>(5)</sup>	58.5727 <sup>(5)</sup>	
100	2.4213 <sup>(2)</sup>	3.7937 <sup>(2)</sup>	10.5676 <sup>(2)</sup>	15.8808 <sup>(2)</sup>	27.7228 <sup>(2)</sup>	36.7807 <sup>(2)</sup>	47.9953 <sup>(2)</sup>	
	2.9801 <sup>(3)</sup>	4.4898 <sup>(3)</sup>	11.9792 <sup>(3)</sup>	17.8806 <sup>(3)</sup>	31.0852 <sup>(3)</sup>	41.3195 <sup>(3)</sup>	54.1319 <sup>(3)</sup>	
	3.8624 <sup>(4)</sup>	5.4701 <sup>(4)</sup>	13.4497 <sup>(4)</sup>	19.8020 <sup>(4)</sup>	33.7418 <sup>(4)</sup>	44.5250 <sup>(4)</sup>	57.7885 <sup>(4)</sup>	
	4.7544 <sup>(5)</sup>	6.4994 <sup>(5)</sup>	15.1064 <sup>(5)</sup>	21.8312 <sup>(5)</sup>	36.9376 <sup>(5)</sup>	48.4756 <sup>(5)</sup>	62.5037 <sup>(5)</sup>	
	125	2.6566 <sup>(2)</sup>	4.1074 <sup>(2)</sup>	11.2734 <sup>(2)</sup>	16.9003 <sup>(2)</sup>	29.4285 <sup>(2)</sup>	38.9178 <sup>(2)</sup>	50.7009 <sup>(2)</sup>
3.8330 <sup>(3)</sup>		5.4995 <sup>(3)</sup>	13.7732 <sup>(3)</sup>	20.2627 <sup>(3)</sup>	34.6143 <sup>(3)</sup>	45.5936 <sup>(3)</sup>	59.0040 <sup>(3)</sup>	
4.2741 <sup>(4)</sup>		5.9602 <sup>(4)</sup>	14.3319 <sup>(4)</sup>	20.9783 <sup>(4)</sup>	35.5063 <sup>(4)</sup>	46.6817 <sup>(4)</sup>	60.3176 <sup>(4)</sup>	
5.3132 <sup>(5)</sup>		7.1366 <sup>(5)</sup>	16.1357 <sup>(5)</sup>	23.1742 <sup>(5)</sup>	38.8687 <sup>(5)</sup>	50.7009 <sup>(5)</sup>	64.8760 <sup>(5)</sup>	
150		2.7056 <sup>(2)</sup>	4.1957 <sup>(2)</sup>	11.5577 <sup>(2)</sup>	17.3414 <sup>(2)</sup>	30.2127 <sup>(2)</sup>	39.9177 <sup>(2)</sup>	51.9655 <sup>(2)</sup>
	4.8231 <sup>(3)</sup>	6.6072 <sup>(3)</sup>	15.4691 <sup>(3)</sup>	22.4292 <sup>(3)</sup>	37.6238 <sup>(3)</sup>	48.9168 <sup>(3)</sup>	62.4253 <sup>(3)</sup>	
	4.8035 <sup>(4)</sup>	6.6072 <sup>(4)</sup>	15.5671 <sup>(4)</sup>	22.6841 <sup>(4)</sup>	38.1923 <sup>(4)</sup>	49.9559 <sup>(4)</sup>	64.0623 <sup>(4)</sup>	
	5.9210 <sup>(5)</sup>	7.8228 <sup>(5)</sup>	17.2140 <sup>(5)</sup>	24.5662 <sup>(5)</sup>	40.7313 <sup>(5)</sup>	52.8772 <sup>(5)</sup>	67.2091 <sup>(5)</sup>	
	175	3.1860 <sup>(2)</sup>	4.7152 <sup>(2)</sup>	12.1557 <sup>(2)</sup>	17.9982 <sup>(2)</sup>	30.9872 <sup>(2)</sup>	40.7901 <sup>(2)</sup>	52.9556 <sup>(2)</sup>
5.3426 <sup>(3)</sup>		7.2052 <sup>(3)</sup>	16.4592 <sup>(3)</sup>	23.7330 <sup>(3)</sup>	39.5353 <sup>(3)</sup>	51.1420 <sup>(3)</sup>	64.8466 <sup>(3)</sup>	
5.9700 <sup>(4)</sup>		7.9306 <sup>(4)</sup>	17.6551 <sup>(4)</sup>	25.3603 <sup>(4)</sup>	42.0057 <sup>(4)</sup>	54.3378 <sup>(4)</sup>	68.7776 <sup>(4)</sup>	
6.9111 <sup>(5)</sup>		8.9305 <sup>(5)</sup>	18.8707 <sup>(5)</sup>	26.5366 <sup>(5)</sup>	43.3389 <sup>(5)</sup>	55.8965 <sup>(5)</sup>	70.4735 <sup>(5)</sup>	
200		3.6761 <sup>(2)</sup>	5.2446 <sup>(2)</sup>	12.8615 <sup>(2)</sup>	18.7825 <sup>(2)</sup>	31.8694 <sup>(2)</sup>	41.7312 <sup>(2)</sup>	53.9359 <sup>(2)</sup>
	5.8524 <sup>(3)</sup>	7.7934 <sup>(3)</sup>	17.4297 <sup>(3)</sup>	24.9779 <sup>(3)</sup>	41.2901 <sup>(3)</sup>	53.1124 <sup>(3)</sup>	66.8856 <sup>(3)</sup>	
	6.3719 <sup>(4)</sup>	8.3717 <sup>(4)</sup>	18.2923 <sup>(4)</sup>	26.1543 <sup>(4)</sup>	42.9762 <sup>(4)</sup>	55.3867 <sup>(4)</sup>	69.8461 <sup>(4)</sup>	
	7.2738 <sup>(5)</sup>	9.3324 <sup>(5)</sup>	19.4687 <sup>(5)</sup>	27.2914 <sup>(5)</sup>	44.3290 <sup>(5)</sup>	57.0042 <sup>(5)</sup>	71.5812 <sup>(5)</sup>	
	225	6.2641 <sup>(3)</sup>	8.2443 <sup>(3)</sup>	18.0571 <sup>(3)</sup>	25.6838 <sup>(3)</sup>	42.1527 <sup>(3)</sup>	54.1123 <sup>(3)</sup>	67.9443 <sup>(3)</sup>
7.2640 <sup>(4)</sup>		9.3422 <sup>(4)</sup>	19.5765 <sup>(4)</sup>	27.6345 <sup>(4)</sup>	44.8093 <sup>(4)</sup>	57.4159 <sup>(4)</sup>	71.8949 <sup>(4)</sup>	
7.4993 <sup>(5)</sup>		9.5971 <sup>(5)</sup>	19.9294 <sup>(5)</sup>	27.9090 <sup>(5)</sup>	45.2015 <sup>(5)</sup>	57.9943 <sup>(5)</sup>	72.5615 <sup>(5)</sup>	
250		7.7934 <sup>(3)</sup>	9.8520 <sup>(3)</sup>	20.0569 <sup>(3)</sup>	27.9776 <sup>(3)</sup>	44.8387 <sup>(3)</sup>	56.9160 <sup>(3)</sup>	70.8068 <sup>(3)</sup>
		7.4895 <sup>(4)</sup>	9.6069 <sup>(4)</sup>	20.0373 <sup>(4)</sup>	28.2521 <sup>(4)</sup>	45.6818 <sup>(4)</sup>	58.4453 <sup>(4)</sup>	73.1399 <sup>(4)</sup>
	9.2834 <sup>(5)</sup>	11.4793 <sup>(5)</sup>	22.2037 <sup>(5)</sup>	30.3794 <sup>(5)</sup>	47.9659 <sup>(5)</sup>	60.7784 <sup>(5)</sup>	75.1691 <sup>(5)</sup>	
	275	8.4403 <sup>(3)</sup>	10.5774 <sup>(3)</sup>	21.1156 <sup>(3)</sup>	29.2912 <sup>(3)</sup>	46.6033 <sup>(3)</sup>	58.7393 <sup>(3)</sup>	72.5811 <sup>(3)</sup>
		9.3226 <sup>(4)</sup>	11.5381 <sup>(4)</sup>	22.4194 <sup>(4)</sup>	31.0068 <sup>(4)</sup>	48.9070 <sup>(4)</sup>	61.8273 <sup>(4)</sup>	76.5317 <sup>(4)</sup>
10.8813 <sup>(5)</sup>		13.1556 <sup>(5)</sup>	24.1937 <sup>(5)</sup>	32.5752 <sup>(5)</sup>	50.4264 <sup>(5)</sup>	63.3663 <sup>(5)</sup>	77.7179 <sup>(5)</sup>	

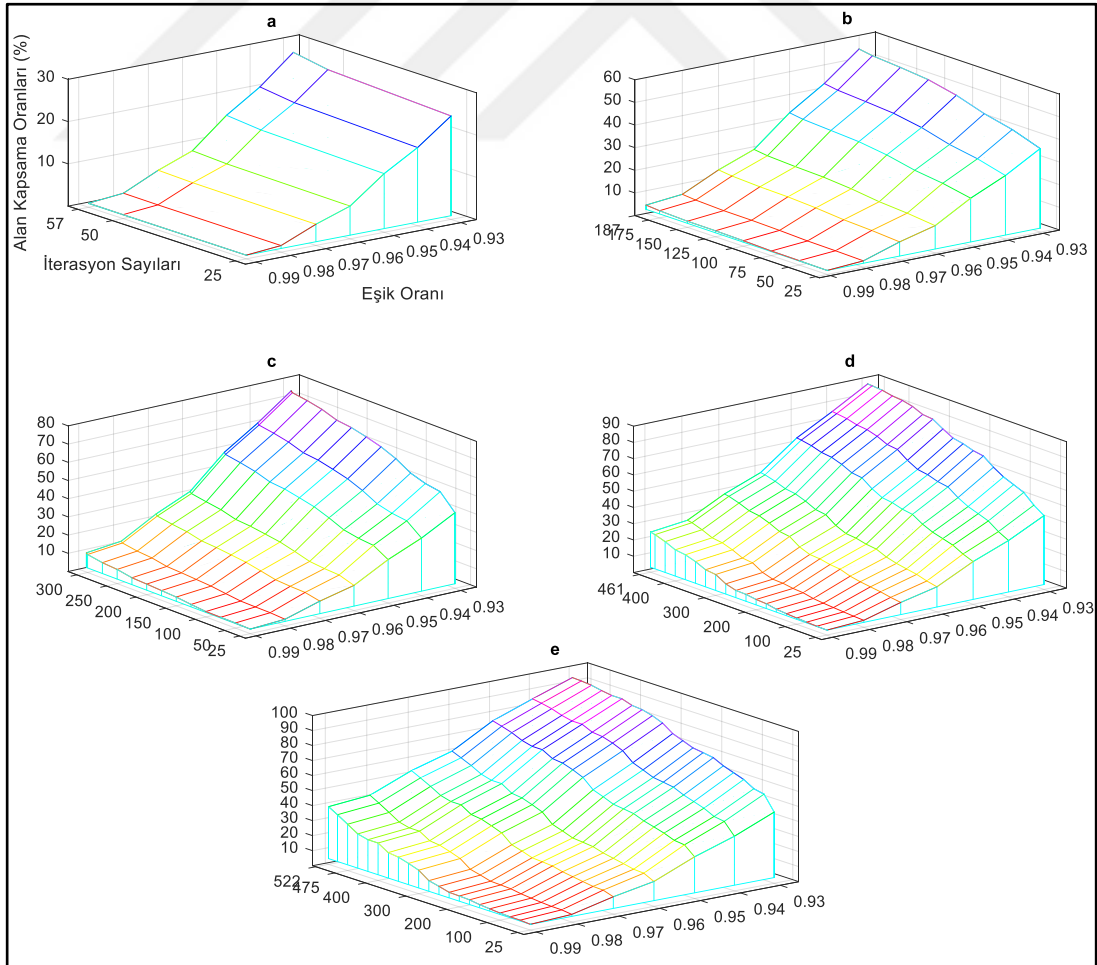
<b>300</b>	9.8716 <sup>(3)</sup> 12.8419 <sup>(4)</sup> 15.6455 <sup>(5)</sup>	11.9694 <sup>(3)</sup> 15.2338 <sup>(4)</sup> 18.1159 <sup>(5)</sup>	22.5272 <sup>(3)</sup> 26.6641 <sup>(4)</sup> 29.8892 <sup>(5)</sup>	30.7225 <sup>(3)</sup> 35.4279 <sup>(4)</sup> 38.6139 <sup>(5)</sup>	48.0541 <sup>(3)</sup> 53.4261 <sup>(4)</sup> 56.4651 <sup>(5)</sup>	60.1412 <sup>(3)</sup> 66.3072 <sup>(4)</sup> 69.1501 <sup>(5)</sup>	73.8653 <sup>(3)</sup> 80.3549 <sup>(4)</sup> 82.5115 <sup>(5)</sup>
<b>325</b>	10.5676 <sup>(3)</sup> 13.5575 <sup>(4)</sup> 17.9590 <sup>(5)</sup>	12.7046 <sup>(3)</sup> 15.9886 <sup>(4)</sup> 20.4686 <sup>(5)</sup>	23.4389 <sup>(3)</sup> 27.5757 <sup>(4)</sup> 32.4184 <sup>(5)</sup>	31.6930 <sup>(3)</sup> 36.3494 <sup>(4)</sup> 41.2901 <sup>(5)</sup>	49.0246 <sup>(3)</sup> 54.3084 <sup>(4)</sup> 59.3569 <sup>(5)</sup>	61.0332 <sup>(3)</sup> 67.0915 <sup>(4)</sup> 72.0518 <sup>(5)</sup>	74.6397 <sup>(3)</sup> 81.0019 <sup>(4)</sup> 85.1975 <sup>(5)</sup>
<b>350</b>	16.3513 <sup>(4)</sup> 19.9196 <sup>(5)</sup>	18.8217 <sup>(4)</sup> 22.5272 <sup>(5)</sup>	30.4872 <sup>(4)</sup> 34.6633 <sup>(5)</sup>	39.3197 <sup>(4)</sup> 43.6036 <sup>(5)</sup>	57.2493 <sup>(4)</sup> 61.5920 <sup>(5)</sup>	69.9539 <sup>(4)</sup> 74.1496 <sup>(5)</sup>	83.7075 <sup>(4)</sup> 87.0307 <sup>(5)</sup>
<b>375</b>	18.3217 <sup>(4)</sup> 20.7431 <sup>(5)</sup>	20.9097 <sup>(4)</sup> 23.3507 <sup>(5)</sup>	32.7419 <sup>(4)</sup> 35.5259 <sup>(5)</sup>	41.6038 <sup>(4)</sup> 44.4662 <sup>(5)</sup>	59.3667 <sup>(4)</sup> 62.3958 <sup>(5)</sup>	71.8165 <sup>(4)</sup> 74.8848 <sup>(5)</sup>	85.1877 <sup>(4)</sup> 87.6385 <sup>(5)</sup>
<b>400</b>	19.1648 <sup>(4)</sup> 24.9289 <sup>(5)</sup>	21.7920 <sup>(4)</sup> 27.5071 <sup>(5)</sup>	33.6830 <sup>(4)</sup> 39.7804 <sup>(5)</sup>	42.5448 <sup>(4)</sup> 48.7011 <sup>(5)</sup>	60.1706 <sup>(4)</sup> 66.1308 <sup>(5)</sup>	72.5027 <sup>(4)</sup> 77.9727 <sup>(5)</sup>	85.7563 <sup>(4)</sup> 89.8637 <sup>(5)</sup>
<b>425</b>	21.9586 <sup>(4)</sup> 24.9289 <sup>(5)</sup>	24.5172 <sup>(4)</sup> 27.5071 <sup>(5)</sup>	36.1533 <sup>(4)</sup> 39.7804 <sup>(5)</sup>	44.8583 <sup>(4)</sup> 48.7011 <sup>(5)</sup>	62.0920 <sup>(4)</sup> 66.1308 <sup>(5)</sup>	74.1398 <sup>(4)</sup> 77.9727 <sup>(5)</sup>	87.0209 <sup>(4)</sup> 89.8637 <sup>(5)</sup>
<b>450</b>	24.0663 <sup>(4)</sup> 26.5856 <sup>(5)</sup>	26.6248 <sup>(4)</sup> 29.1932 <sup>(5)</sup>	38.0747 <sup>(4)</sup> 41.5842 <sup>(5)</sup>	46.6131 <sup>(4)</sup> 50.5245 <sup>(5)</sup>	63.2977 <sup>(4)</sup> 67.8757 <sup>(5)</sup>	75.0123 <sup>(4)</sup> 79.4824 <sup>(5)</sup>	87.5796 <sup>(4)</sup> 90.9225 <sup>(5)</sup>
<b>475</b>	24.6348 <sup>(4)</sup> 30.8303 <sup>(5)</sup>	27.1836 <sup>(4)</sup> 33.3791 <sup>(5)</sup>	38.5648 <sup>(4)</sup> 45.4465 <sup>(5)</sup>	47.0640 <sup>(4)</sup> 54.1418 <sup>(5)</sup>	63.6996 <sup>(4)</sup> 70.8166 <sup>(5)</sup>	75.3456 <sup>(4)</sup> 81.7273 <sup>(5)</sup>	87.7267 <sup>(4)</sup> 92.2459 <sup>(5)</sup>
<b>500</b>	34.9770 <sup>(5)</sup>	37.4081 <sup>(5)</sup>	48.8972 <sup>(5)</sup>	57.0826 <sup>(5)</sup>	72.9340 <sup>(5)</sup>	83.1487 <sup>(5)</sup>	92.9223 <sup>(5)</sup>
<b>525</b>	38.3884 <sup>(5)</sup>	40.7313 <sup>(5)</sup>	51.8184 <sup>(5)</sup>	59.5922 <sup>(5)</sup>	74.6103 <sup>(5)</sup>	84.1388 <sup>(5)</sup>	93.2360 <sup>(5)</sup>

Şekil 22'deki grafiğe göre;  $\lambda = 0.01$  için  $d(s^i, P)$  mesafesi ile tespit edilen  $c_{eşik}$  oranlar düşüş eğiliminde olduğu sürece alanın  $r_{max}$  mesafesi içindeki her  $P$  Grid noktalarının  $EDP$  değerleri gittikçe yükselmektedir. Örneğin; 16 mobil algılayıcının EPDM-EM tarafından yapılan dağılımında  $c_{eşik}$  oranı %99 olarak tanımlandığında bu eşik orana eşit veya üzerinde  $EDP$  ile taranan  $P$  Grid noktalarının alanda oluşturduğu toplam kapsama oranı %0.9,  $c_{eşik}$  oranı %93 olarak tanımlandığında ise taranan  $P$  noktalarının alandaki toplam kapsama oranı %27 olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 22.**  $\lambda = 0.01$  için 16 – 80 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcılar ile 4 – 20 aralığında dağıtılan statik algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında  $c_{eşik}$  oranlara göre hesaplanan alan kapsama oranlarının değişim grafiği

Tablo 8’deki sonuçlara göre;  $c_{eşik}$  oranlar, dağılımı yapılan 16 – 80 aralığındaki mobil düğümlerin simülasyonu yapılan iterasyon aralıkları ve hesaplanan kapsama oranları değişimi Şekil 23’de 3D grafik ile gösterilmiştir.  $c_{eşik}$  oranı %93 olarak alındığında; 16 mobil düğümün yapılan dağılımında 57.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %27’si kapsanmış (Şekil 23a), 32 mobil düğümün yapılan dağılımında 187.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %53’ü kapsanmış (Şekil 23b), 48 mobil düğümün yapılan dağılımında 325.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %74’ü kapsanmış (Şekil 23c), 64 mobil düğümün yapılan dağılımında 461.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %87’si kapsanmış (Şekil 23d) ve 80 mobil düğümün yapılan dağılımında 522.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %93’ü kapsanmıştır (Şekil 23e).



**Şekil 23.** Dağılımı yapılan (a) 16, (b) 32, (c) 48, (d) 64, (e) 80 mobil algılayıcı ile 4-20 aralığında dağıtılan statik algılayıcının  $\lambda = 0.01$  için  $c_{eşik}$  oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranlarının 3D grafiği

### 6.2.2. $\lambda = 0.03$ için Mobil ve Statik Düğüm Dağılımı

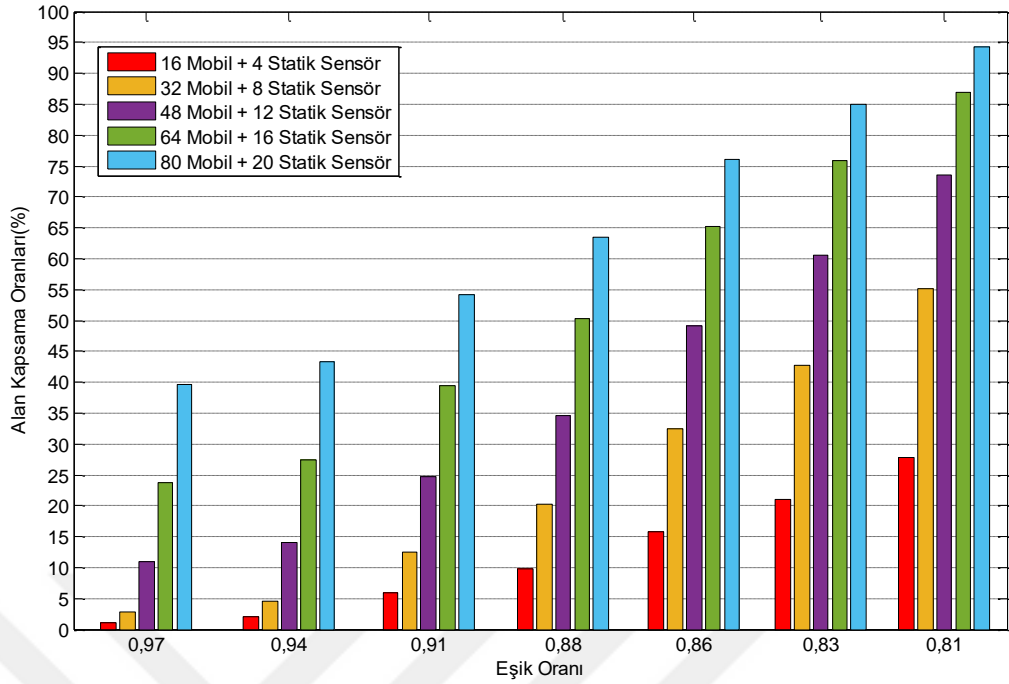
$\lambda = 0.03$  için tanımlanan  $c_{eşik}$  oranlar esas alınarak başlangıçta rastgele dağıtılan 20 – 100 aralığındaki mobil ve statik düğümlerin EPDM-EM tarafından yapılan dağılımında sadece 16 – 80 aralığındaki mobil düğümlerin tümü optimum konuma yerleşinceye kadar her 25 iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranları Tablo 9’da sunulmuştur.

**Tablo 9.**  $16^{(1)}$ ,  $32^{(2)}$ ,  $48^{(3)}$ ,  $64^{(4)}$ ,  $80^{(5)}$  mobil algılayıcı dağılımı ile  $4^{(1)}$ ,  $8^{(2)}$ ,  $12^{(3)}$ ,  $16^{(4)}$ ,  $20^{(5)}$  statik algılayıcı dağılımında  $\lambda = 0.03$  alındığında  $c_{eşik}$  oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları

İterasyon Aralığı	$c_{eşik}$ oranları (%)						
	0.9704	0.9418	0.9139	0.8869	0.8607	0.8353	0.8106
25	0.8333 <sup>(1)</sup>	1.4999 <sup>(1)</sup>	4.8231 <sup>(1)</sup>	8.1070 <sup>(1)</sup>	13.3320 <sup>(1)</sup>	17.9002 <sup>(1)</sup>	23.7722 <sup>(1)</sup>
	1.3626 <sup>(2)</sup>	2.4605 <sup>(2)</sup>	7.7541 <sup>(2)</sup>	13.0477 <sup>(2)</sup>	21.5077 <sup>(2)</sup>	28.8599 <sup>(2)</sup>	38.0061 <sup>(2)</sup>
	2.2351 <sup>(3)</sup>	3.4604 <sup>(3)</sup>	9.4108 <sup>(3)</sup>	15.2534 <sup>(3)</sup>	24.5466 <sup>(3)</sup>	32.7027 <sup>(3)</sup>	43.2016 <sup>(3)</sup>
	3.9212 <sup>(4)</sup>	5.2348 <sup>(4)</sup>	11.3714 <sup>(4)</sup>	17.4689 <sup>(4)</sup>	27.2326 <sup>(4)</sup>	35.7024 <sup>(4)</sup>	46.5935 <sup>(4)</sup>
	3.4114 <sup>(5)</sup>	4.8917 <sup>(5)</sup>	11.7145 <sup>(5)</sup>	18.3511 <sup>(5)</sup>	28.8893 <sup>(5)</sup>	38.0257 <sup>(5)</sup>	49.6226 <sup>(5)</sup>
50	0.9313 <sup>(1)</sup>	1.6763 <sup>(1)</sup>	5.3916 <sup>(1)</sup>	9.0677 <sup>(1)</sup>	14.9201 <sup>(1)</sup>	20.0373 <sup>(1)</sup>	26.6150 <sup>(1)</sup>
	1.5097 <sup>(2)</sup>	2.7252 <sup>(2)</sup>	8.6070 <sup>(2)</sup>	14.4888 <sup>(2)</sup>	23.8898 <sup>(2)</sup>	32.0655 <sup>(2)</sup>	42.2704 <sup>(2)</sup>
	2.4507 <sup>(3)</sup>	3.8820 <sup>(3)</sup>	10.6166 <sup>(3)</sup>	17.2434 <sup>(3)</sup>	27.7914 <sup>(3)</sup>	37.0258 <sup>(3)</sup>	48.8187 <sup>(3)</sup>
	4.0682 <sup>(4)</sup>	5.4995 <sup>(4)</sup>	12.2243 <sup>(4)</sup>	18.9099 <sup>(4)</sup>	29.6147 <sup>(4)</sup>	38.9080 <sup>(4)</sup>	50.8578 <sup>(4)</sup>
	3.7153 <sup>(5)</sup>	5.3720 <sup>(5)</sup>	12.7831 <sup>(5)</sup>	20.0078 <sup>(5)</sup>	31.4675 <sup>(5)</sup>	41.3293 <sup>(5)</sup>	53.6712 <sup>(5)</sup>
75	0.9313 <sup>(1)</sup>	1.6763 <sup>(1)</sup>	5.3916 <sup>(1)</sup>	9.0677 <sup>(1)</sup>	14.9201 <sup>(1)</sup>	20.0373 <sup>(1)</sup>	26.6150 <sup>(1)</sup>
	1.7449 <sup>(2)</sup>	3.1566 <sup>(2)</sup>	9.6265 <sup>(2)</sup>	16.0965 <sup>(2)</sup>	26.4386 <sup>(2)</sup>	35.3985 <sup>(2)</sup>	46.3680 <sup>(2)</sup>
	2.5684 <sup>(3)</sup>	4.1270 <sup>(3)</sup>	11.2538 <sup>(3)</sup>	18.2727 <sup>(3)</sup>	29.4481 <sup>(3)</sup>	39.2118 <sup>(3)</sup>	51.5244 <sup>(3)</sup>
	4.2643 <sup>(4)</sup>	5.7739 <sup>(4)</sup>	12.8909 <sup>(4)</sup>	19.9686 <sup>(4)</sup>	31.2812 <sup>(4)</sup>	41.0646 <sup>(4)</sup>	53.6026 <sup>(4)</sup>
	4.2349 <sup>(5)</sup>	6.2445 <sup>(5)</sup>	14.6358 <sup>(5)</sup>	22.8409 <sup>(5)</sup>	35.8298 <sup>(5)</sup>	46.8483 <sup>(5)</sup>	60.2098 <sup>(5)</sup>
100	1.1567 <sup>(1)</sup>	1.9606 <sup>(1)</sup>	5.8720 <sup>(1)</sup>	9.7245 <sup>(1)</sup>	15.7730 <sup>(1)</sup>	21.0666 <sup>(1)</sup>	27.8404 <sup>(1)</sup>
	1.9410 <sup>(2)</sup>	3.4506 <sup>(2)</sup>	10.3127 <sup>(2)</sup>	17.1748 <sup>(2)</sup>	28.1051 <sup>(2)</sup>	37.5355 <sup>(2)</sup>	49.0932 <sup>(2)</sup>
	2.7448 <sup>(3)</sup>	4.4505 <sup>(3)</sup>	11.9694 <sup>(3)</sup>	19.3805 <sup>(3)</sup>	31.1832 <sup>(3)</sup>	41.4567 <sup>(3)</sup>	54.1516 <sup>(3)</sup>
	4.6368 <sup>(4)</sup>	6.3033 <sup>(4)</sup>	14.0084 <sup>(4)</sup>	21.6743 <sup>(4)</sup>	33.8496 <sup>(4)</sup>	44.3388 <sup>(4)</sup>	57.6022 <sup>(4)</sup>
	4.7152 <sup>(5)</sup>	6.8621 <sup>(5)</sup>	15.8416 <sup>(5)</sup>	24.6348 <sup>(5)</sup>	38.5060 <sup>(5)</sup>	50.0931 <sup>(5)</sup>	64.1212 <sup>(5)</sup>
125	2.2155 <sup>(2)</sup>	3.8330 <sup>(2)</sup>	11.0871 <sup>(2)</sup>	18.3413 <sup>(2)</sup>	29.8010 <sup>(2)</sup>	39.6628 <sup>(2)</sup>	51.7302 <sup>(2)</sup>
	3.0781 <sup>(3)</sup>	4.9309 <sup>(3)</sup>	12.8419 <sup>(3)</sup>	20.6450 <sup>(3)</sup>	33.0360 <sup>(3)</sup>	43.7408 <sup>(3)</sup>	56.6219 <sup>(3)</sup>
	5.1956 <sup>(4)</sup>	7.0777 <sup>(4)</sup>	15.3710 <sup>(4)</sup>	23.6251 <sup>(4)</sup>	36.6631 <sup>(4)</sup>	47.7012 <sup>(4)</sup>	61.2195 <sup>(4)</sup>
	5.2446 <sup>(5)</sup>	7.4895 <sup>(5)</sup>	16.8611 <sup>(5)</sup>	26.0073 <sup>(5)</sup>	40.2706 <sup>(5)</sup>	52.1321 <sup>(5)</sup>	66.4445 <sup>(5)</sup>
	150	2.4998 <sup>(2)</sup>	4.1761 <sup>(2)</sup>	11.6263 <sup>(2)</sup>	19.0570 <sup>(2)</sup>	30.7127 <sup>(2)</sup>	40.7117 <sup>(2)</sup>
3.5389 <sup>(3)</sup>		5.5485 <sup>(3)</sup>	13.8516 <sup>(3)</sup>	21.9880 <sup>(3)</sup>	34.8495 <sup>(3)</sup>	45.8484 <sup>(3)</sup>	59.0236 <sup>(3)</sup>
6.1857 <sup>(4)</sup>		8.3423 <sup>(4)</sup>	17.4199 <sup>(4)</sup>	26.4190 <sup>(4)</sup>	40.4176 <sup>(4)</sup>	52.0831 <sup>(4)</sup>	65.9935 <sup>(4)</sup>
6.1170 <sup>(5)</sup>		8.5972 <sup>(5)</sup>	18.5570 <sup>(5)</sup>	28.2717 <sup>(5)</sup>	43.2213 <sup>(5)</sup>	55.3965 <sup>(5)</sup>	69.8657 <sup>(5)</sup>
175		2.5488 <sup>(2)</sup>	4.2643 <sup>(2)</sup>	11.9106 <sup>(2)</sup>	19.5275 <sup>(2)</sup>	31.4283 <sup>(2)</sup>	41.6234 <sup>(2)</sup>
	4.0780 <sup>(3)</sup>	6.2249 <sup>(3)</sup>	14.9005 <sup>(3)</sup>	23.3310 <sup>(3)</sup>	36.6435 <sup>(3)</sup>	47.9365 <sup>(3)</sup>	61.3665 <sup>(3)</sup>
	7.1169 <sup>(4)</sup>	9.4697 <sup>(4)</sup>	19.1354 <sup>(4)</sup>	28.6835 <sup>(4)</sup>	43.3095 <sup>(4)</sup>	55.3083 <sup>(4)</sup>	69.3952 <sup>(4)</sup>
	7.0973 <sup>(5)</sup>	9.7441 <sup>(5)</sup>	20.2137 <sup>(5)</sup>	30.3794 <sup>(5)</sup>	45.8484 <sup>(5)</sup>	58.3374 <sup>(5)</sup>	73.0909 <sup>(5)</sup>
	200	2.8625 <sup>(2)</sup>	4.6368 <sup>(2)</sup>	12.4792 <sup>(2)</sup>	20.2921 <sup>(2)</sup>	32.3890 <sup>(2)</sup>	42.7017 <sup>(2)</sup>
5.2740 <sup>(3)</sup>		7.6463 <sup>(3)</sup>	16.6944 <sup>(3)</sup>	25.4583 <sup>(3)</sup>	39.2216 <sup>(3)</sup>	50.8480 <sup>(3)</sup>	64.4545 <sup>(3)</sup>
8.0384 <sup>(4)</sup>		10.5676 <sup>(4)</sup>	20.7431 <sup>(4)</sup>	30.7127 <sup>(4)</sup>	45.9171 <sup>(4)</sup>	58.2884 <sup>(4)</sup>	72.5615 <sup>(4)</sup>
8.5972 <sup>(5)</sup>		11.4695 <sup>(5)</sup>	22.5272 <sup>(5)</sup>	33.1732 <sup>(5)</sup>	49.2207 <sup>(5)</sup>	62.0821 <sup>(5)</sup>	77.1395 <sup>(5)</sup>
225		5.9700 <sup>(3)</sup>	8.4992 <sup>(3)</sup>	17.9394 <sup>(3)</sup>	27.0758 <sup>(3)</sup>	41.1920 <sup>(3)</sup>	52.8772 <sup>(3)</sup>
	8.6070 <sup>(4)</sup>	11.3322 <sup>(4)</sup>	21.8998 <sup>(4)</sup>	32.2321 <sup>(4)</sup>	47.8384 <sup>(4)</sup>	60.3470 <sup>(4)</sup>	74.5515 <sup>(4)</sup>

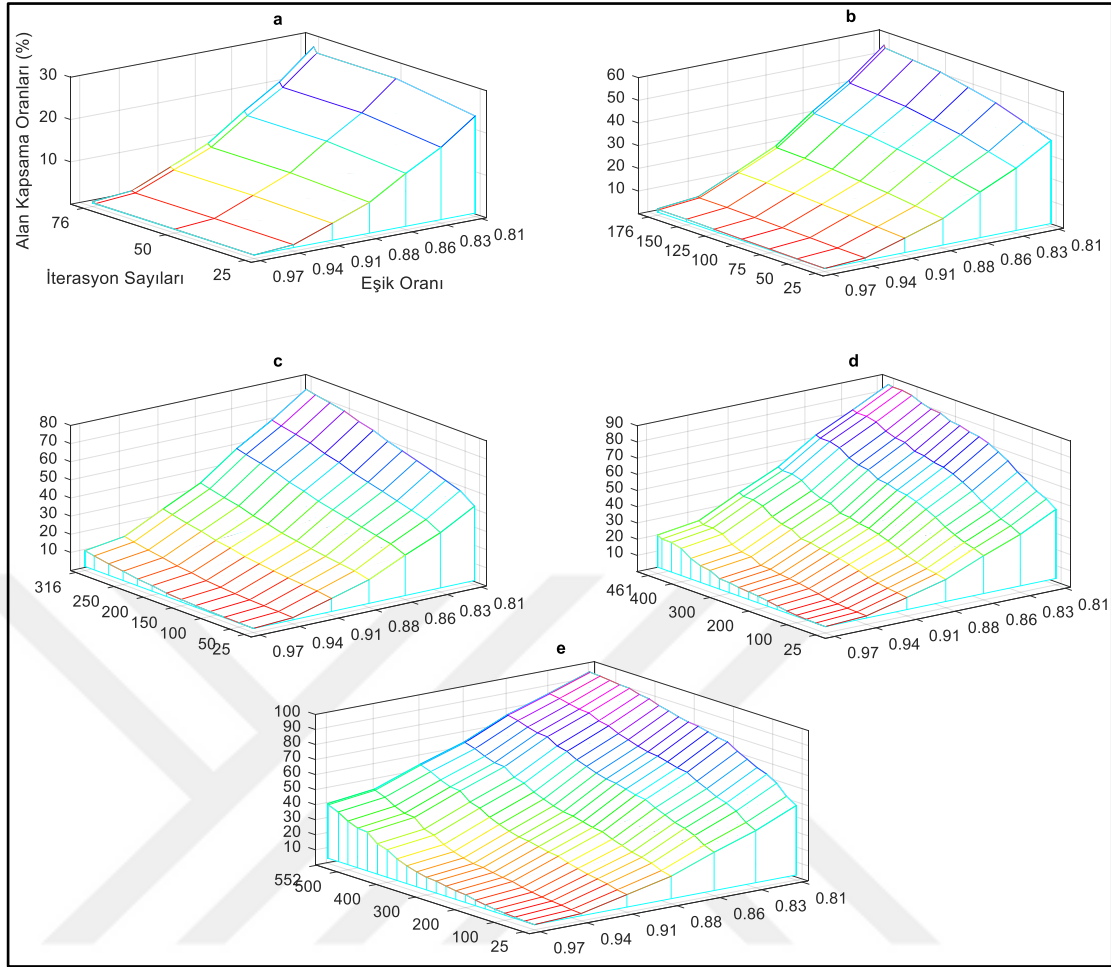
	9.1168 <sup>(5)</sup>	12.0969 <sup>(5)</sup>	23.2722 <sup>(5)</sup>	34.0163 <sup>(5)</sup>	50.1814 <sup>(5)</sup>	63.0428 <sup>(5)</sup>	78.0218 <sup>(5)</sup>
250	7.3522 <sup>(3)</sup>	10.0774 <sup>(3)</sup>	20.0274 <sup>(3)</sup>	29.5951 <sup>(3)</sup>	44.0741 <sup>(3)</sup>	55.7592 <sup>(3)</sup>	69.2285 <sup>(3)</sup>
	9.1560 <sup>(4)</sup>	11.9400 <sup>(4)</sup>	22.6841 <sup>(4)</sup>	33.0948 <sup>(4)</sup>	48.7403 <sup>(4)</sup>	61.2489 <sup>(4)</sup>	75.4534 <sup>(4)</sup>
	10.1363 <sup>(5)</sup>	13.2340 <sup>(5)</sup>	24.7231 <sup>(5)</sup>	35.6828 <sup>(5)</sup>	51.9949 <sup>(5)</sup>	64.8564 <sup>(5)</sup>	79.7471 <sup>(5)</sup>
275	8.4894 <sup>(3)</sup>	11.3616 <sup>(3)</sup>	21.5273 <sup>(3)</sup>	31.2126 <sup>(3)</sup>	45.8092 <sup>(3)</sup>	57.5826 <sup>(3)</sup>	70.8362 <sup>(3)</sup>
	10.0382 <sup>(4)</sup>	12.9791 <sup>(4)</sup>	24.0957 <sup>(4)</sup>	34.7711 <sup>(4)</sup>	50.6225 <sup>(4)</sup>	63.1507 <sup>(4)</sup>	77.1689 <sup>(4)</sup>
	11.3420 <sup>(5)</sup>	14.5182 <sup>(5)</sup>	26.2425 <sup>(5)</sup>	37.3395 <sup>(5)</sup>	53.7202 <sup>(5)</sup>	66.5229 <sup>(5)</sup>	81.3058 <sup>(5)</sup>
300	9.9010 <sup>(3)</sup>	12.9007 <sup>(3)</sup>	23.3212 <sup>(3)</sup>	33.1438 <sup>(3)</sup>	47.6816 <sup>(3)</sup>	59.2785 <sup>(3)</sup>	72.3066 <sup>(3)</sup>
	10.3323 <sup>(4)</sup>	13.2732 <sup>(4)</sup>	24.5172 <sup>(4)</sup>	35.3201 <sup>(4)</sup>	51.3381 <sup>(4)</sup>	63.9153 <sup>(4)</sup>	77.9041 <sup>(4)</sup>
	11.8322 <sup>(5)</sup>	15.0475 <sup>(5)</sup>	26.9483 <sup>(5)</sup>	38.1335 <sup>(5)</sup>	54.5241 <sup>(5)</sup>	67.3071 <sup>(5)</sup>	82.0214 <sup>(5)</sup>
325	10.9401 <sup>(3)</sup>	14.0574 <sup>(3)</sup>	24.6152 <sup>(3)</sup>	34.5064 <sup>(3)</sup>	49.0736 <sup>(3)</sup>	60.5921 <sup>(3)</sup>	73.4928 <sup>(3)</sup>
	13.3320 <sup>(4)</sup>	16.4886 <sup>(4)</sup>	28.2619 <sup>(4)</sup>	39.2118 <sup>(4)</sup>	55.0044 <sup>(4)</sup>	67.1797 <sup>(4)</sup>	80.5999 <sup>(4)</sup>
	13.3026 <sup>(5)</sup>	16.6552 <sup>(5)</sup>	28.7129 <sup>(5)</sup>	39.9569 <sup>(5)</sup>	56.3180 <sup>(5)</sup>	68.9638 <sup>(5)</sup>	83.3742 <sup>(5)</sup>
350	14.1849 <sup>(4)</sup>	17.4297 <sup>(4)</sup>	29.2814 <sup>(4)</sup>	40.2313 <sup>(4)</sup>	55.9357 <sup>(4)</sup>	67.9639 <sup>(4)</sup>	81.0999 <sup>(4)</sup>
	15.2436 <sup>(5)</sup>	18.6942 <sup>(5)</sup>	31.0264 <sup>(5)</sup>	42.3390 <sup>(5)</sup>	58.6805 <sup>(5)</sup>	71.1401 <sup>(5)</sup>	85.2465 <sup>(5)</sup>
	16.5474 <sup>(4)</sup>	19.8902 <sup>(4)</sup>	31.8204 <sup>(4)</sup>	42.6919 <sup>(4)</sup>	58.2100 <sup>(4)</sup>	70.0127 <sup>(4)</sup>	82.7958 <sup>(4)</sup>
375	17.7728 <sup>(5)</sup>	21.3803 <sup>(5)</sup>	33.7320 <sup>(5)</sup>	44.9074 <sup>(5)</sup>	60.9352 <sup>(5)</sup>	73.1105 <sup>(5)</sup>	86.7170 <sup>(5)</sup>
	20.6058 <sup>(4)</sup>	24.1643 <sup>(4)</sup>	36.3004 <sup>(4)</sup>	47.1228 <sup>(4)</sup>	62.3076 <sup>(4)</sup>	70.0127 <sup>(4)</sup>	85.2956 <sup>(4)</sup>
	21.7136 <sup>(5)</sup>	25.4877 <sup>(5)</sup>	37.7218 <sup>(5)</sup>	48.7501 <sup>(5)</sup>	64.4447 <sup>(5)</sup>	76.1592 <sup>(5)</sup>	89.0305 <sup>(5)</sup>
400	22.2135 <sup>(4)</sup>	25.8112 <sup>(4)</sup>	38.0453 <sup>(4)</sup>	48.9462 <sup>(4)</sup>	64.0231 <sup>(4)</sup>	74.9240 <sup>(4)</sup>	86.3347 <sup>(4)</sup>
	23.6153 <sup>(5)</sup>	27.4385 <sup>(5)</sup>	39.6726 <sup>(5)</sup>	50.5833 <sup>(5)</sup>	65.9837 <sup>(5)</sup>	77.4434 <sup>(5)</sup>	89.8539 <sup>(5)</sup>
	22.2135 <sup>(4)</sup>	25.8112 <sup>(4)</sup>	38.0453 <sup>(4)</sup>	48.9462 <sup>(4)</sup>	64.0231 <sup>(4)</sup>	74.9240 <sup>(4)</sup>	86.3347 <sup>(4)</sup>
425	29.1638 <sup>(5)</sup>	33.1242 <sup>(5)</sup>	44.9956 <sup>(5)</sup>	55.4652 <sup>(5)</sup>	69.9245 <sup>(5)</sup>	80.5509 <sup>(5)</sup>	91.8145 <sup>(5)</sup>
	22.2135 <sup>(4)</sup>	25.8112 <sup>(4)</sup>	38.0453 <sup>(4)</sup>	48.9462 <sup>(4)</sup>	64.0231 <sup>(4)</sup>	74.9240 <sup>(4)</sup>	86.3347 <sup>(4)</sup>
	23.8016 <sup>(4)</sup>	27.3405 <sup>(4)</sup>	39.4471 <sup>(4)</sup>	50.2598 <sup>(4)</sup>	65.1505 <sup>(4)</sup>	75.8847 <sup>(4)</sup>	86.9425 <sup>(4)</sup>
450	29.7716 <sup>(5)</sup>	33.7516 <sup>(5)</sup>	45.5838 <sup>(5)</sup>	56.0239 <sup>(5)</sup>	70.4343 <sup>(5)</sup>	80.9823 <sup>(5)</sup>	92.1184 <sup>(5)</sup>
	22.2135 <sup>(4)</sup>	25.8112 <sup>(4)</sup>	38.0453 <sup>(4)</sup>	48.9462 <sup>(4)</sup>	64.0231 <sup>(4)</sup>	74.9240 <sup>(4)</sup>	86.3347 <sup>(4)</sup>
	23.8016 <sup>(4)</sup>	27.3405 <sup>(4)</sup>	39.4471 <sup>(4)</sup>	50.2598 <sup>(4)</sup>	65.1505 <sup>(4)</sup>	75.8847 <sup>(4)</sup>	86.9425 <sup>(4)</sup>
475	32.3694 <sup>(5)</sup>	36.3396 <sup>(5)</sup>	48.0443 <sup>(5)</sup>	58.2198 <sup>(5)</sup>	72.1890 <sup>(5)</sup>	82.3351 <sup>(5)</sup>	92.9223 <sup>(5)</sup>
	36.3102 <sup>(5)</sup>	40.2117 <sup>(5)</sup>	51.4557 <sup>(5)</sup>	61.1313 <sup>(5)</sup>	74.3751 <sup>(5)</sup>	83.8643 <sup>(5)</sup>	93.6183 <sup>(5)</sup>
	38.9864 <sup>(5)</sup>	42.7703 <sup>(5)</sup>	53.7790 <sup>(5)</sup>	63.1703 <sup>(5)</sup>	75.8651 <sup>(5)</sup>	84.8544 <sup>(5)</sup>	94.0790 <sup>(5)</sup>
500	39.5942 <sup>(5)</sup>	43.3193 <sup>(5)</sup>	54.1319 <sup>(5)</sup>	63.4252 <sup>(5)</sup>	76.0612 <sup>(5)</sup>	85.0211 <sup>(5)</sup>	94.2261 <sup>(5)</sup>
	36.3102 <sup>(5)</sup>	40.2117 <sup>(5)</sup>	51.4557 <sup>(5)</sup>	61.1313 <sup>(5)</sup>	74.3751 <sup>(5)</sup>	83.8643 <sup>(5)</sup>	93.6183 <sup>(5)</sup>
	38.9864 <sup>(5)</sup>	42.7703 <sup>(5)</sup>	53.7790 <sup>(5)</sup>	63.1703 <sup>(5)</sup>	75.8651 <sup>(5)</sup>	84.8544 <sup>(5)</sup>	94.0790 <sup>(5)</sup>
525	39.5942 <sup>(5)</sup>	43.3193 <sup>(5)</sup>	54.1319 <sup>(5)</sup>	63.4252 <sup>(5)</sup>	76.0612 <sup>(5)</sup>	85.0211 <sup>(5)</sup>	94.2261 <sup>(5)</sup>
	36.3102 <sup>(5)</sup>	40.2117 <sup>(5)</sup>	51.4557 <sup>(5)</sup>	61.1313 <sup>(5)</sup>	74.3751 <sup>(5)</sup>	83.8643 <sup>(5)</sup>	93.6183 <sup>(5)</sup>
	38.9864 <sup>(5)</sup>	42.7703 <sup>(5)</sup>	53.7790 <sup>(5)</sup>	63.1703 <sup>(5)</sup>	75.8651 <sup>(5)</sup>	84.8544 <sup>(5)</sup>	94.0790 <sup>(5)</sup>
550	39.5942 <sup>(5)</sup>	43.3193 <sup>(5)</sup>	54.1319 <sup>(5)</sup>	63.4252 <sup>(5)</sup>	76.0612 <sup>(5)</sup>	85.0211 <sup>(5)</sup>	94.2261 <sup>(5)</sup>
	36.3102 <sup>(5)</sup>	40.2117 <sup>(5)</sup>	51.4557 <sup>(5)</sup>	61.1313 <sup>(5)</sup>	74.3751 <sup>(5)</sup>	83.8643 <sup>(5)</sup>	93.6183 <sup>(5)</sup>
	38.9864 <sup>(5)</sup>	42.7703 <sup>(5)</sup>	53.7790 <sup>(5)</sup>	63.1703 <sup>(5)</sup>	75.8651 <sup>(5)</sup>	84.8544 <sup>(5)</sup>	94.0790 <sup>(5)</sup>
575	39.5942 <sup>(5)</sup>	43.3193 <sup>(5)</sup>	54.1319 <sup>(5)</sup>	63.4252 <sup>(5)</sup>	76.0612 <sup>(5)</sup>	85.0211 <sup>(5)</sup>	94.2261 <sup>(5)</sup>
	36.3102 <sup>(5)</sup>	40.2117 <sup>(5)</sup>	51.4557 <sup>(5)</sup>	61.1313 <sup>(5)</sup>	74.3751 <sup>(5)</sup>	83.8643 <sup>(5)</sup>	93.6183 <sup>(5)</sup>
	38.9864 <sup>(5)</sup>	42.7703 <sup>(5)</sup>	53.7790 <sup>(5)</sup>	63.1703 <sup>(5)</sup>	75.8651 <sup>(5)</sup>	84.8544 <sup>(5)</sup>	94.0790 <sup>(5)</sup>

Şekil 24'deki grafiğe göre;  $\lambda = 0.03$  için  $d(s^t, P)$  mesafesi ile tespit edilen  $c_{eşik}$  oranlar düşüş eğiliminde olduğu sürece alanın  $r_{max}$  mesafesi içindeki her  $P$  Grid noktalarının  $EDP$  değerleri gittikçe yükselmektedir. Örneğin; 32 mobil algılayıcının EPDM-EM tarafından yapılan dağılımda  $c_{eşik}$  oranı %97 olarak tanımlandığında bu eşik orana eşit veya üzerinde  $EDP$  ile taranan  $P$  Grid noktalarının alanda oluşturduğu toplam kapsanma oranı %2.8,  $c_{eşik}$  oranı %81 olarak tanımlandığında ise taranan  $P$  noktalarının alandaki toplam kapsanma oranı %55 olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 24.**  $\lambda = 0.03$  için 16 – 80 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcılar ile 4 – 20 aralığında dağıtılan statik algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında  $c_{eşik}$  oranlara göre alan kapsama oranlarının değişim grafiği

Tablo 9'daki sonuçlara göre;  $c_{eşik}$  oranlar, dağılımı yapılan 16 – 80 aralığındaki mobil düğümlerin simülasyonu yapılan iterasyon aralıkları ve hesaplanan kapsama oranları değişimi Şekil 25'de 3D grafik ile gösterilmiştir.  $c_{eşik}$  oranı %81 olarak alındığında; 16 mobil düğümün yapılan dağılımında 76.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %27'si kapsanmış (Şekil 25a), 32 mobil düğümün yapılan dağılımında 176.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %55'i kapsanmış (Şekil 25b), 48 mobil düğümün yapılan dağılımında 316.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %73'ü kapsanmış (Şekil 25c), 64 mobil düğümün yapılan dağılımında 461.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %86'sı kapsanmış (Şekil 25d) ve 80 mobil düğümün yapılan dağılımında 552.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %94'ü kapsanmıştır (Şekil 25e).



**Şekil 25.** Dağılımı yapılan (a) 16, (b) 32, (c) 48, (d) 64, (e) 80 mobil algılayıcı ile 4-20 aralığında dağıtılan statik algılayıcının  $\lambda = 0.03$  için  $c_{eşik}$  oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsama oranlarının 3D grafiği

### 6.2.3. $\lambda = 0.05$ için Mobil ve Statik Düğüm Dağılımı

$\lambda = 0.05$  için tanımlanan  $c_{eşik}$  oranlar esas alınarak başlangıçta rastgele dağıtılan 20 – 100 aralığındaki mobil ve statik düğümlerin EPDM-EM tarafından yapılan dağılımında sadece 16 – 80 aralığındaki mobil düğümlerin tümü optimum konuma yerleşinceye kadar her 25 iterasyon aralığında hesaplanan kapsama oranları Tablo 10’da sunulmuştur.

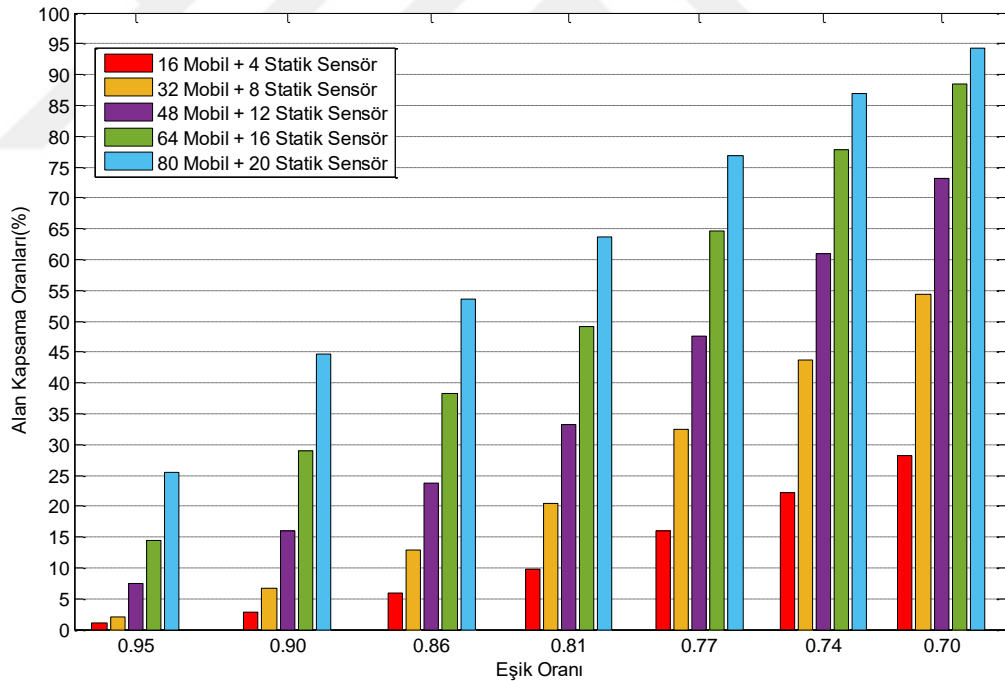


**Tablo 10.**  $16^{(1)}$ ,  $32^{(2)}$ ,  $48^{(3)}$ ,  $64^{(4)}$ ,  $80^{(5)}$  mobil algılayıcı dağılımı ile  $4^{(1)}$ ,  $8^{(2)}$ ,  $12^{(3)}$ ,  $16^{(4)}$ ,  $20^{(5)}$  statik algılayıcı dağıtımında  $\lambda = 0.05$  alındığında  $c_{eşik}$  oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları

İterasyon Aralığı	$c_{eşik}$ oranları (%)						
	0.9512	0.9048	0.8607	0.8187	0.7788	0.7408	0.7047
25	0.9313 <sup>(1)</sup>	2.5782 <sup>(1)</sup>	5.5583 <sup>(1)</sup>	9.2834 <sup>(1)</sup>	15.1652 <sup>(1)</sup>	21.0077 <sup>(1)</sup>	26.8503 <sup>(1)</sup>
	1.2254 <sup>(2)</sup>	3.1860 <sup>(2)</sup>	7.0875 <sup>(2)</sup>	11.8910 <sup>(2)</sup>	19.5177 <sup>(2)</sup>	27.1444 <sup>(2)</sup>	34.7515 <sup>(2)</sup>
	3.5095 <sup>(3)</sup>	6.3327 <sup>(3)</sup>	10.6950 <sup>(3)</sup>	16.2141 <sup>(3)</sup>	25.0368 <sup>(3)</sup>	33.8202 <sup>(3)</sup>	42.6429 <sup>(3)</sup>
	2.2449 <sup>(4)</sup>	5.5583 <sup>(4)</sup>	10.9695 <sup>(4)</sup>	17.6551 <sup>(4)</sup>	28.1835 <sup>(4)</sup>	38.4766 <sup>(4)</sup>	48.5933 <sup>(4)</sup>
	3.0683 <sup>(5)</sup>	6.7640 <sup>(5)</sup>	11.9694 <sup>(5)</sup>	18.3413 <sup>(5)</sup>	28.1933 <sup>(5)</sup>	38.0453 <sup>(5)</sup>	47.6424 <sup>(5)</sup>
50	0.9313 <sup>(1)</sup>	2.5782 <sup>(1)</sup>	5.5583 <sup>(1)</sup>	9.2834 <sup>(1)</sup>	15.1652 <sup>(1)</sup>	21.0077 <sup>(1)</sup>	26.8503 <sup>(1)</sup>
	1.5195 <sup>(2)</sup>	4.0290 <sup>(2)</sup>	8.8717 <sup>(2)</sup>	14.8515 <sup>(2)</sup>	24.3604 <sup>(2)</sup>	33.8300 <sup>(2)</sup>	43.2016 <sup>(2)</sup>
	3.7055 <sup>(3)</sup>	6.8425 <sup>(3)</sup>	11.8322 <sup>(3)</sup>	18.1355 <sup>(3)</sup>	28.2129 <sup>(3)</sup>	38.2512 <sup>(3)</sup>	48.3286 <sup>(3)</sup>
	2.4409 <sup>(4)</sup>	6.0680 <sup>(4)</sup>	12.1067 <sup>(4)</sup>	19.5765 <sup>(4)</sup>	31.3597 <sup>(4)</sup>	42.9076 <sup>(4)</sup>	54.2790 <sup>(4)</sup>
	3.2154 <sup>(5)</sup>	7.2444 <sup>(5)</sup>	12.9203 <sup>(5)</sup>	19.8804 <sup>(5)</sup>	30.6735 <sup>(5)</sup>	41.3881 <sup>(5)</sup>	51.8086 <sup>(5)</sup>
75	0.9803 <sup>(1)</sup>	2.7742 <sup>(1)</sup>	5.9112 <sup>(1)</sup>	9.8324 <sup>(1)</sup>	16.0278 <sup>(1)</sup>	22.1645 <sup>(1)</sup>	28.2031 <sup>(1)</sup>
	1.5685 <sup>(2)</sup>	4.2741 <sup>(2)</sup>	9.2736 <sup>(2)</sup>	15.4495 <sup>(2)</sup>	25.2328 <sup>(2)</sup>	34.9378 <sup>(2)</sup>	44.5054 <sup>(2)</sup>
	3.8035 <sup>(3)</sup>	7.0973 <sup>(3)</sup>	12.4007 <sup>(3)</sup>	19.0962 <sup>(3)</sup>	29.8010 <sup>(3)</sup>	40.4666 <sup>(3)</sup>	51.1715 <sup>(3)</sup>
	2.5880 <sup>(4)</sup>	6.6366 <sup>(4)</sup>	13.1458 <sup>(4)</sup>	21.2038 <sup>(4)</sup>	33.9280 <sup>(4)</sup>	46.3778 <sup>(4)</sup>	58.3570 <sup>(4)</sup>
	3.4114 <sup>(5)</sup>	8.0090 <sup>(5)</sup>	14.3123 <sup>(5)</sup>	22.0567 <sup>(5)</sup>	34.0653 <sup>(5)</sup>	45.8779 <sup>(5)</sup>	57.2395 <sup>(5)</sup>
100	1.7155 <sup>(2)</sup>	4.9015 <sup>(2)</sup>	10.3715 <sup>(2)</sup>	17.1356 <sup>(2)</sup>	27.7522 <sup>(2)</sup>	38.1531 <sup>(2)</sup>	48.3678 <sup>(2)</sup>
	3.9016 <sup>(3)</sup>	7.3816 <sup>(3)</sup>	12.9987 <sup>(3)</sup>	20.0863 <sup>(3)</sup>	31.4185 <sup>(3)</sup>	42.7115 <sup>(3)</sup>	53.9849 <sup>(3)</sup>
	2.7840 <sup>(4)</sup>	7.4306 <sup>(4)</sup>	14.5672 <sup>(4)</sup>	23.4095 <sup>(4)</sup>	37.3493 <sup>(4)</sup>	50.8872 <sup>(4)</sup>	63.6898 <sup>(4)</sup>
	3.4604 <sup>(5)</sup>	8.2639 <sup>(5)</sup>	14.7240 <sup>(5)</sup>	22.6644 <sup>(5)</sup>	34.9476 <sup>(5)</sup>	46.9758 <sup>(5)</sup>	58.5335 <sup>(5)</sup>
	1.8626 <sup>(2)</sup>	5.6465 <sup>(2)</sup>	11.5871 <sup>(2)</sup>	18.9393 <sup>(2)</sup>	30.4774 <sup>(2)</sup>	41.5253 <sup>(2)</sup>	52.2694 <sup>(2)</sup>
125	3.9996 <sup>(3)</sup>	7.8522 <sup>(3)</sup>	13.7830 <sup>(3)</sup>	21.2626 <sup>(3)</sup>	33.1634 <sup>(3)</sup>	44.8976 <sup>(3)</sup>	56.5435 <sup>(3)</sup>
	2.8331 <sup>(4)</sup>	7.7443 <sup>(4)</sup>	15.0377 <sup>(4)</sup>	24.0761 <sup>(4)</sup>	38.3100 <sup>(4)</sup>	52.0439 <sup>(4)</sup>	64.9250 <sup>(4)</sup>
	3.6075 <sup>(5)</sup>	9.3030 <sup>(5)</sup>	16.2337 <sup>(5)</sup>	24.7623 <sup>(5)</sup>	37.8296 <sup>(5)</sup>	50.3480 <sup>(5)</sup>	62.1410 <sup>(5)</sup>
	1.9116 <sup>(2)</sup>	6.0288 <sup>(2)</sup>	12.1263 <sup>(2)</sup>	19.6745 <sup>(2)</sup>	31.4283 <sup>(2)</sup>	42.6135 <sup>(2)</sup>	53.4359 <sup>(2)</sup>
	4.0486 <sup>(3)</sup>	8.0580 <sup>(3)</sup>	14.1457 <sup>(3)</sup>	21.8214 <sup>(3)</sup>	34.0359 <sup>(3)</sup>	46.0249 <sup>(3)</sup>	57.8865 <sup>(3)</sup>
150	3.0291 <sup>(4)</sup>	8.9697 <sup>(4)</sup>	16.8905 <sup>(4)</sup>	26.7131 <sup>(4)</sup>	41.9959 <sup>(4)</sup>	56.4749 <sup>(4)</sup>	69.6696 <sup>(4)</sup>
	3.9016 <sup>(5)</sup>	10.6068 <sup>(5)</sup>	18.1649 <sup>(5)</sup>	27.4189 <sup>(5)</sup>	41.4077 <sup>(5)</sup>	54.5339 <sup>(5)</sup>	66.7189 <sup>(5)</sup>
	1.9116 <sup>(2)</sup>	6.0288 <sup>(2)</sup>	12.1263 <sup>(2)</sup>	19.6745 <sup>(2)</sup>	31.4283 <sup>(2)</sup>	42.6135 <sup>(2)</sup>	53.4359 <sup>(2)</sup>
	4.2153 <sup>(3)</sup>	9.1266 <sup>(3)</sup>	15.6847 <sup>(3)</sup>	23.9290 <sup>(3)</sup>	36.9081 <sup>(3)</sup>	49.4069 <sup>(3)</sup>	61.4646 <sup>(3)</sup>
	3.3330 <sup>(4)</sup>	10.3323 <sup>(4)</sup>	18.7040 <sup>(4)</sup>	29.0364 <sup>(4)</sup>	44.9074 <sup>(4)</sup>	59.7392 <sup>(4)</sup>	72.9536 <sup>(4)</sup>
175	4.2251 <sup>(5)</sup>	11.8714 <sup>(5)</sup>	19.8804 <sup>(5)</sup>	29.6245 <sup>(5)</sup>	44.2408 <sup>(5)</sup>	57.7590 <sup>(5)</sup>	70.1010 <sup>(5)</sup>
	1.9116 <sup>(2)</sup>	6.0288 <sup>(2)</sup>	12.1263 <sup>(2)</sup>	19.6745 <sup>(2)</sup>	31.4283 <sup>(2)</sup>	42.6135 <sup>(2)</sup>	53.4359 <sup>(2)</sup>
	4.5094 <sup>(3)</sup>	9.9892 <sup>(3)</sup>	16.8415 <sup>(3)</sup>	25.3799 <sup>(3)</sup>	38.7315 <sup>(3)</sup>	51.5244 <sup>(3)</sup>	63.6996 <sup>(3)</sup>
	3.6761 <sup>(4)</sup>	11.3714 <sup>(4)</sup>	20.0373 <sup>(4)</sup>	30.6244 <sup>(4)</sup>	46.7503 <sup>(4)</sup>	61.7194 <sup>(4)</sup>	75.0025 <sup>(4)</sup>
	4.4996 <sup>(5)</sup>	12.7340 <sup>(5)</sup>	21.0372 <sup>(5)</sup>	31.0754 <sup>(5)</sup>	46.1425 <sup>(5)</sup>	59.9549 <sup>(5)</sup>	72.3360 <sup>(5)</sup>
200	2.0782 <sup>(2)</sup>	6.5974 <sup>(2)</sup>	12.8321 <sup>(2)</sup>	20.5176 <sup>(2)</sup>	32.4086 <sup>(2)</sup>	43.6330 <sup>(2)</sup>	54.4162 <sup>(2)</sup>
	4.7250 <sup>(3)</sup>	10.9009 <sup>(3)</sup>	18.0473 <sup>(3)</sup>	26.8993 <sup>(3)</sup>	40.6431 <sup>(3)</sup>	53.6516 <sup>(3)</sup>	65.8857 <sup>(3)</sup>
	3.8820 <sup>(4)</sup>	11.9792 <sup>(4)</sup>	20.7823 <sup>(4)</sup>	31.4871 <sup>(4)</sup>	47.7502 <sup>(4)</sup>	62.6997 <sup>(4)</sup>	75.9435 <sup>(4)</sup>
	4.9799 <sup>(5)</sup>	14.5084 <sup>(5)</sup>	23.3899 <sup>(5)</sup>	33.9477 <sup>(5)</sup>	49.5540 <sup>(5)</sup>	63.7585 <sup>(5)</sup>	76.1984 <sup>(5)</sup>
	5.3916 <sup>(3)</sup>	11.9890 <sup>(3)</sup>	19.2922 <sup>(3)</sup>	28.2619 <sup>(3)</sup>	42.2017 <sup>(3)</sup>	55.4455 <sup>(3)</sup>	67.8169 <sup>(3)</sup>
250	4.3329 <sup>(4)</sup>	13.3418 <sup>(4)</sup>	22.4194 <sup>(4)</sup>	33.3203 <sup>(4)</sup>	49.7598 <sup>(4)</sup>	64.6309 <sup>(4)</sup>	77.6787 <sup>(4)</sup>
	5.3132 <sup>(5)</sup>	15.6847 <sup>(5)</sup>	24.8603 <sup>(5)</sup>	35.6730 <sup>(5)</sup>	51.4067 <sup>(5)</sup>	65.6014 <sup>(5)</sup>	77.9629 <sup>(5)</sup>
	6.6856 <sup>(3)</sup>	14.5378 <sup>(3)</sup>	22.2527 <sup>(3)</sup>	31.4871 <sup>(3)</sup>	45.6916 <sup>(3)</sup>	59.0040 <sup>(3)</sup>	71.2675 <sup>(3)</sup>
	5.1171 <sup>(4)</sup>	14.5672 <sup>(4)</sup>	23.7232 <sup>(4)</sup>	34.7221 <sup>(4)</sup>	51.3577 <sup>(4)</sup>	66.3366 <sup>(4)</sup>	79.3256 <sup>(4)</sup>
	5.3818 <sup>(5)</sup>	16.3415 <sup>(5)</sup>	25.6740 <sup>(5)</sup>	36.6631 <sup>(5)</sup>	52.4752 <sup>(5)</sup>	66.6307 <sup>(5)</sup>	78.8550 <sup>(5)</sup>
300	6.7248 <sup>(3)</sup>	14.7437 <sup>(3)</sup>	22.5468 <sup>(3)</sup>	31.8890 <sup>(3)</sup>	46.2406 <sup>(3)</sup>	59.6216 <sup>(3)</sup>	71.9243 <sup>(3)</sup>
	5.3034 <sup>(4)</sup>	15.2926 <sup>(4)</sup>	24.5858 <sup>(4)</sup>	35.6828 <sup>(4)</sup>	52.3968 <sup>(4)</sup>	67.3169 <sup>(4)</sup>	80.1490 <sup>(4)</sup>
	6.4896 <sup>(5)</sup>	18.0374 <sup>(5)</sup>	27.5267 <sup>(5)</sup>	38.7413 <sup>(5)</sup>	54.7985 <sup>(5)</sup>	68.9246 <sup>(5)</sup>	81.0607 <sup>(5)</sup>
	7.1071 <sup>(3)</sup>	15.3612 <sup>(3)</sup>	23.2232 <sup>(3)</sup>	32.6243 <sup>(3)</sup>	47.0542 <sup>(3)</sup>	60.4549 <sup>(3)</sup>	72.7968 <sup>(3)</sup>
	6.1269 <sup>(4)</sup>	17.0473 <sup>(4)</sup>	26.6248 <sup>(4)</sup>	37.9669 <sup>(4)</sup>	54.8966 <sup>(4)</sup>	69.8167 <sup>(4)</sup>	82.4331 <sup>(4)</sup>
325	7.7737 <sup>(5)</sup>	20.2039 <sup>(5)</sup>	29.7520 <sup>(5)</sup>	41.0548 <sup>(5)</sup>	57.1022 <sup>(5)</sup>	71.0617 <sup>(5)</sup>	82.9723 <sup>(5)</sup>
	7.1071 <sup>(3)</sup>	15.3612 <sup>(3)</sup>	23.2232 <sup>(3)</sup>	32.6243 <sup>(3)</sup>	47.0542 <sup>(3)</sup>	60.4549 <sup>(3)</sup>	72.7968 <sup>(3)</sup>
	6.3523 <sup>(4)</sup>	17.4787 <sup>(4)</sup>	27.1444 <sup>(4)</sup>	38.5158 <sup>(4)</sup>	55.4553 <sup>(4)</sup>	70.4049 <sup>(4)</sup>	83.0213 <sup>(4)</sup>
	9.4108 <sup>(5)</sup>	23.3507 <sup>(5)</sup>	33.0850 <sup>(5)</sup>	44.5741 <sup>(5)</sup>	60.5627 <sup>(5)</sup>	74.1888 <sup>(5)</sup>	85.4328 <sup>(5)</sup>
	7.4699 <sup>(3)</sup>	15.9494 <sup>(3)</sup>	23.8212 <sup>(3)</sup>	33.2320 <sup>(3)</sup>	47.5934 <sup>(3)</sup>	60.9156 <sup>(3)</sup>	73.1889 <sup>(3)</sup>
375	6.8327 <sup>(4)</sup>	18.2041 <sup>(4)</sup>	27.8502 <sup>(4)</sup>	39.2216 <sup>(4)</sup>	56.1612 <sup>(4)</sup>	71.0715 <sup>(4)</sup>	83.6487 <sup>(4)</sup>
	10.6852 <sup>(5)</sup>	25.8896 <sup>(5)</sup>	35.7906 <sup>(5)</sup>	47.3777 <sup>(5)</sup>	63.1703 <sup>(5)</sup>	76.3160 <sup>(5)</sup>	86.9719 <sup>(5)</sup>

<b>400</b>	8.6462 <sup>(4)</sup> 14.0280 <sup>(5)</sup>	20.5568 <sup>(4)</sup> 30.7323 <sup>(5)</sup>	30.1931 <sup>(4)</sup> 40.6627 <sup>(5)</sup>	41.4763 <sup>(4)</sup> 52.1321 <sup>(5)</sup>	58.2884 <sup>(4)</sup> 67.4934 <sup>(5)</sup>	72.9830 <sup>(4)</sup> 80.0118 <sup>(5)</sup>	85.0995 <sup>(4)</sup> 89.9226 <sup>(5)</sup>
<b>425</b>	9.3618 <sup>(4)</sup> 15.1358 <sup>(5)</sup>	21.5567 <sup>(4)</sup> 32.5654 <sup>(5)</sup>	31.1342 <sup>(4)</sup> 42.5350 <sup>(5)</sup>	42.3586 <sup>(4)</sup> 53.9555 <sup>(5)</sup>	59.0334 <sup>(4)</sup> 69.0717 <sup>(5)</sup>	73.5810 <sup>(4)</sup> 81.2665 <sup>(5)</sup>	85.5308 <sup>(4)</sup> 90.8146 <sup>(5)</sup>
<b>450</b>	11.0970 <sup>(4)</sup> 17.2924 <sup>(5)</sup>	23.9486 <sup>(4)</sup> 35.3495 <sup>(5)</sup>	33.3889 <sup>(4)</sup> 45.0250 <sup>(5)</sup>	44.5054 <sup>(4)</sup> 56.1808 <sup>(5)</sup>	60.9646 <sup>(4)</sup> 70.9734 <sup>(5)</sup>	75.1789 <sup>(4)</sup> 82.8154 <sup>(5)</sup>	86.7562 <sup>(4)</sup> 91.8635 <sup>(5)</sup>
<b>475</b>	13.1066 <sup>(4)</sup> 20.5274 <sup>(5)</sup>	26.9483 <sup>(4)</sup> 39.1138 <sup>(5)</sup>	36.3984 <sup>(4)</sup> 48.4168 <sup>(5)</sup>	47.2993 <sup>(4)</sup> 59.0530 <sup>(5)</sup>	63.2389 <sup>(4)</sup> 73.1987 <sup>(5)</sup>	76.8258 <sup>(4)</sup> 84.4035 <sup>(5)</sup>	87.7953 <sup>(4)</sup> 92.8340 <sup>(5)</sup>
<b>500</b>	14.5280 <sup>(4)</sup> 23.5761 <sup>(5)</sup>	29.0168 <sup>(4)</sup> 43.0938 <sup>(5)</sup>	38.3492 <sup>(4)</sup> 52.2008 <sup>(5)</sup>	49.0736 <sup>(4)</sup> 62.4449 <sup>(5)</sup>	64.6603 <sup>(4)</sup> 75.8161 <sup>(5)</sup>	77.8943 <sup>(4)</sup> 86.2661 <sup>(5)</sup>	88.5109 <sup>(4)</sup> 93.8241 <sup>(5)</sup>
<b>525</b>	25.1446 <sup>(5)</sup>	44.5643 <sup>(5)</sup>	53.4751 <sup>(5)</sup>	63.5428 <sup>(5)</sup>	76.6592 <sup>(5)</sup>	86.8444 <sup>(5)</sup>	94.1672 <sup>(5)</sup>
<b>550</b>	25.4387 <sup>(5)</sup>	44.7211 <sup>(5)</sup>	53.6026 <sup>(5)</sup>	63.6702 <sup>(5)</sup>	76.7866 <sup>(5)</sup>	86.9621 <sup>(5)</sup>	94.2555 <sup>(5)</sup>

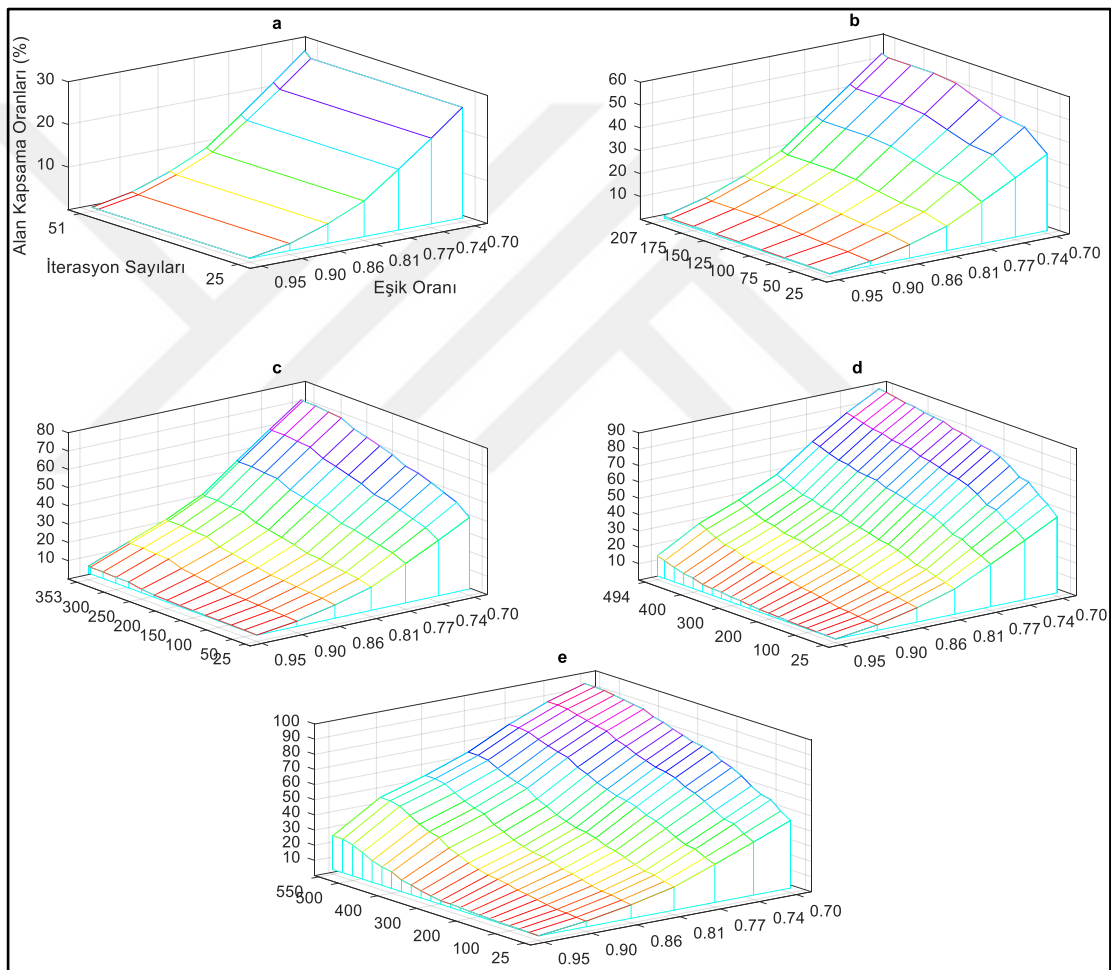
Şekil 26'daki grafiğe göre;  $\lambda = 0.05$  için  $d(s^i, P)$  mesafesi ile tespit edilen  $c_{eşik}$  oranlar düşüş eğiliminde olduğu sürece alanın  $r_{max}$  mesafesi içindeki her  $P$  Grid noktaların  $EDP$  değerleri gittikçe yükselmektedir. Örneğin; 48 mobil algılayıcının EPDM-EM tarafından yapılan dağılımda  $c_{eşik}$  oranı %95 olarak tanımlandığında bu eşik orana eşit veya üzerinde  $EDP$  ile taranan  $P$  Grid noktaların alanda oluşturduğu toplam kapsanma oranı %7,  $c_{eşik}$  oranı %70 olarak tanımlandığında ise taranan  $P$  noktaların alandaki toplam kapsanma oranı %73 olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 26.**  $\lambda = 0.05$  için 16 – 80 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcılar ile 4 – 20 aralığında dağıtılan statik algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında  $c_{eşik}$  oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği

Tablo 10'daki sonuçlara göre;  $c_{eşik}$  oranlar, dağılımı yapılan 16 – 80 aralığındaki mobil düğümlerin simülasyonu yapılan iterasyon aralıkları ve hesaplanan kapsanma oranları değişimi

Şekil 27’de 3D grafik ile gösterilmiştir.  $c_{eşik}$  oranı %70 olarak alındığında; 16 mobil düğümün yapılan dağılımında 51.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %28’si kapsanmış (Şekil 27a), 32 mobil düğümün yapılan dağılımında 207.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %54’ü kapsanmış (Şekil 27b), 48 mobil düğümün yapılan dağılımında 353.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %73’ü kapsanmış (Şekil 27c), 64 mobil düğümün yapılan dağılımında 494.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %88’i kapsanmış (Şekil 27d) ve 80 mobil düğümün yapılan dağılımında 550.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %94’ü kapsanmıştır (Şekil 27e).



**Şekil 27.** Dağılımı yapılan (a) 16, (b) 32, (c) 48, (d) 64, (e) 80 mobil algılayıcı ile 4-20 aralığında dağıtılan statik algılayıcının  $\lambda = 0.05$  için  $c_{eşik}$  oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsama oranlarının 3D grafiği

6.2.4.  $\lambda = 0.07$  için Mobil ve Statik Düğüm Dağılımı

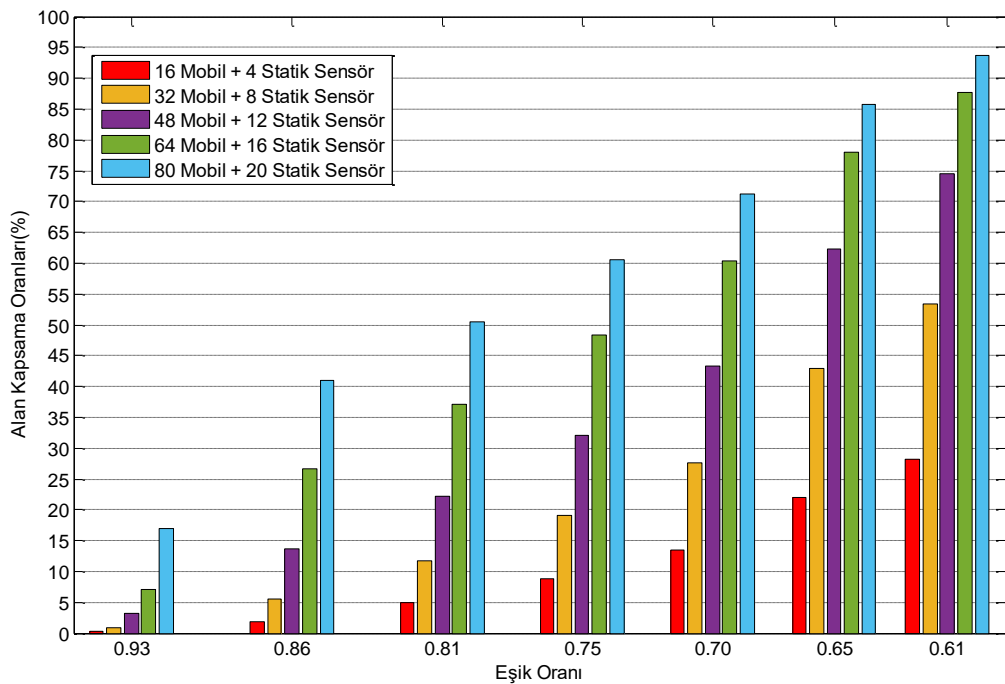
$\lambda = 0.07$  için tanımlanan  $c_{eşik}$  oranlar esas alınarak başlangıçta rastgele dağıtılan 20 – 100 aralığındaki mobil ve statik düğümlerin EPDM-EM tarafından yapılan dağılımında sadece 16 – 80 aralığındaki mobil düğümlerin tümü optimum konuma yerleşinceye kadar her 25 iterasyon aralığında hesaplanan kapsanma oranları Tablo 11’de sunulmuştur.

**Tablo 11.**  $16^{(1)}$ ,  $32^{(2)}$ ,  $48^{(3)}$ ,  $64^{(4)}$ ,  $80^{(5)}$  mobil algılayıcı dağılımı ile  $4^{(1)}$ ,  $8^{(2)}$ ,  $12^{(3)}$ ,  $16^{(4)}$ ,  $20^{(5)}$  statik algılayıcı dağılımında  $\lambda = 0.07$  alındığında  $c_{eşik}$  oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları

İterasyon Aralığı	$c_{eşik}$ oranları (%)							
	0.9324	0.8694	0.8106	0.7558	0.7047	0.6570	0.6126	
25	0.1667 <sup>(1)</sup>	1.4999 <sup>(1)</sup>	4.1663 <sup>(1)</sup>	7.4993 <sup>(1)</sup>	11.4989 <sup>(1)</sup>	18.7531 <sup>(1)</sup>	24.0075 <sup>(1)</sup>	
	0.6960 <sup>(2)</sup>	3.0977 <sup>(2)</sup>	7.1366 <sup>(2)</sup>	12.0478 <sup>(2)</sup>	17.9198 <sup>(2)</sup>	28.6246 <sup>(2)</sup>	36.3984 <sup>(2)</sup>	
	1.2352 <sup>(3)</sup>	4.5094 <sup>(3)</sup>	9.1364 <sup>(3)</sup>	14.8417 <sup>(3)</sup>	21.6841 <sup>(3)</sup>	34.2025 <sup>(3)</sup>	43.2801 <sup>(3)</sup>	
	1.8037 <sup>(4)</sup>	5.2250 <sup>(4)</sup>	9.9598 <sup>(4)</sup>	15.8710 <sup>(4)</sup>	22.9879 <sup>(4)</sup>	35.9867 <sup>(4)</sup>	45.3191 <sup>(4)</sup>	
	1.5293 <sup>(5)</sup>	5.7053 <sup>(5)</sup>	10.9401 <sup>(5)</sup>	17.3022 <sup>(5)</sup>	24.8897 <sup>(5)</sup>	38.4178 <sup>(5)</sup>	48.0835 <sup>(5)</sup>	
50	0.1863 <sup>(1)</sup>	1.6763 <sup>(1)</sup>	4.6564 <sup>(1)</sup>	8.3815 <sup>(1)</sup>	12.8517 <sup>(1)</sup>	20.9685 <sup>(1)</sup>	26.8503 <sup>(1)</sup>	
	0.7254 <sup>(2)</sup>	3.3624 <sup>(2)</sup>	7.8914 <sup>(2)</sup>	13.3908 <sup>(2)</sup>	19.9686 <sup>(2)</sup>	31.9675 <sup>(2)</sup>	40.6431 <sup>(2)</sup>	
	1.2744 <sup>(3)</sup>	4.9113 <sup>(3)</sup>	10.1853 <sup>(3)</sup>	16.6748 <sup>(3)</sup>	24.4584 <sup>(3)</sup>	38.6825 <sup>(3)</sup>	48.8972 <sup>(3)</sup>	
	1.8332 <sup>(4)</sup>	5.4897 <sup>(4)</sup>	10.7048 <sup>(4)</sup>	17.2042 <sup>(4)</sup>	25.0270 <sup>(4)</sup>	39.3197 <sup>(4)</sup>	49.5736 <sup>(4)</sup>	
	1.5489 <sup>(5)</sup>	5.8818 <sup>(5)</sup>	11.4303 <sup>(5)</sup>	18.1845 <sup>(5)</sup>	26.2425 <sup>(5)</sup>	40.6333 <sup>(5)</sup>	50.9264 <sup>(5)</sup>	
75	0.1961 <sup>(1)</sup>	1.7645 <sup>(1)</sup>	4.9015 <sup>(1)</sup>	8.8227 <sup>(1)</sup>	13.5281 <sup>(1)</sup>	21.9978 <sup>(1)</sup>	28.1149 <sup>(1)</sup>	
	0.7548 <sup>(2)</sup>	3.7153 <sup>(2)</sup>	8.7148 <sup>(2)</sup>	14.8025 <sup>(2)</sup>	22.0861 <sup>(2)</sup>	35.2809 <sup>(2)</sup>	44.6819 <sup>(2)</sup>	
	1.2940 <sup>(3)</sup>	5.1269 <sup>(3)</sup>	10.7244 <sup>(3)</sup>	17.6061 <sup>(3)</sup>	25.8602 <sup>(3)</sup>	40.9274 <sup>(3)</sup>	51.6910 <sup>(3)</sup>	
	1.8430 <sup>(4)</sup>	5.7053 <sup>(4)</sup>	11.0773 <sup>(4)</sup>	17.7728 <sup>(4)</sup>	25.8308 <sup>(4)</sup>	40.4568 <sup>(4)</sup>	50.8676 <sup>(4)</sup>	
	1.5783 <sup>(5)</sup>	6.3033 <sup>(5)</sup>	12.3419 <sup>(5)</sup>	19.6843 <sup>(5)</sup>	28.4482 <sup>(5)</sup>	44.0447 <sup>(5)</sup>	54.9456 <sup>(5)</sup>	
100	0.7940 <sup>(2)</sup>	4.3231 <sup>(2)</sup>	9.9500 <sup>(2)</sup>	16.8219 <sup>(2)</sup>	25.0466 <sup>(2)</sup>	39.7510 <sup>(2)</sup>	50.1127 <sup>(2)</sup>	
	1.3136 <sup>(3)</sup>	5.3622 <sup>(3)</sup>	11.2734 <sup>(3)</sup>	18.5472 <sup>(3)</sup>	27.2718 <sup>(3)</sup>	43.1624 <sup>(3)</sup>	54.4751 <sup>(3)</sup>	
	1.8822 <sup>(4)</sup>	6.4602 <sup>(4)</sup>	12.4792 <sup>(4)</sup>	19.9588 <sup>(4)</sup>	28.9579 <sup>(4)</sup>	45.0054 <sup>(4)</sup>	56.0631 <sup>(4)</sup>	
	1.6175 <sup>(5)</sup>	6.9307 <sup>(5)</sup>	13.6653 <sup>(5)</sup>	21.7920 <sup>(5)</sup>	31.4969 <sup>(5)</sup>	48.5345 <sup>(5)</sup>	60.0823 <sup>(5)</sup>	
	125	0.7940 <sup>(2)</sup>	4.3231 <sup>(2)</sup>	9.9500 <sup>(2)</sup>	16.8219 <sup>(2)</sup>	25.0466 <sup>(2)</sup>	39.7510 <sup>(2)</sup>	50.1127 <sup>(2)</sup>
1.3528 <sup>(3)</sup>		6.1170 <sup>(3)</sup>	12.6948 <sup>(3)</sup>	20.7529 <sup>(3)</sup>	30.4186 <sup>(3)</sup>	47.7110 <sup>(3)</sup>	59.6510 <sup>(3)</sup>	
1.9116 <sup>(4)</sup>		7.1464 <sup>(4)</sup>	13.6751 <sup>(4)</sup>	21.7430 <sup>(4)</sup>	31.4479 <sup>(4)</sup>	48.4854 <sup>(4)</sup>	59.7981 <sup>(4)</sup>	
1.6371 <sup>(5)</sup>		7.4110 <sup>(5)</sup>	14.4594 <sup>(5)</sup>	22.9781 <sup>(5)</sup>	33.0948 <sup>(5)</sup>	50.7401 <sup>(5)</sup>	62.6213 <sup>(5)</sup>	
150		0.8136 <sup>(2)</sup>	5.0779 <sup>(2)</sup>	11.0381 <sup>(2)</sup>	18.3021 <sup>(2)</sup>	26.8013 <sup>(2)</sup>	41.9175 <sup>(2)</sup>	52.3576 <sup>(2)</sup>
	1.3822 <sup>(3)</sup>	6.8719 <sup>(3)</sup>	13.9790 <sup>(3)</sup>	22.6252 <sup>(3)</sup>	32.8791 <sup>(3)</sup>	51.0146 <sup>(3)</sup>	63.3663 <sup>(3)</sup>	
	1.9606 <sup>(4)</sup>	8.4109 <sup>(4)</sup>	15.6063 <sup>(4)</sup>	24.4192 <sup>(4)</sup>	34.9378 <sup>(4)</sup>	52.8772 <sup>(4)</sup>	64.3858 <sup>(4)</sup>	
	1.6665 <sup>(5)</sup>	8.0874 <sup>(5)</sup>	15.6455 <sup>(5)</sup>	24.7525 <sup>(5)</sup>	35.5749 <sup>(5)</sup>	54.0437 <sup>(5)</sup>	66.1210 <sup>(5)</sup>	
	175	0.8431 <sup>(2)</sup>	5.5975 <sup>(2)</sup>	11.7145 <sup>(2)</sup>	19.0766 <sup>(2)</sup>	27.6738 <sup>(2)</sup>	42.8683 <sup>(2)</sup>	53.3477 <sup>(2)</sup>
1.3822 <sup>(3)</sup>		6.8719 <sup>(3)</sup>	13.9790 <sup>(3)</sup>	22.6252 <sup>(3)</sup>	32.8791 <sup>(3)</sup>	51.0146 <sup>(3)</sup>	63.3663 <sup>(3)</sup>	
2.0684 <sup>(4)</sup>		10.3127 <sup>(4)</sup>	18.3413 <sup>(4)</sup>	28.0169 <sup>(4)</sup>	39.3785 <sup>(4)</sup>	58.2590 <sup>(4)</sup>	69.9441 <sup>(4)</sup>	
1.7057 <sup>(5)</sup>		8.5874 <sup>(5)</sup>	16.4592 <sup>(5)</sup>	25.8994 <sup>(5)</sup>	37.0454 <sup>(5)</sup>	56.0239 <sup>(5)</sup>	68.3560 <sup>(5)</sup>	
200		1.6077 <sup>(3)</sup>	7.3816 <sup>(3)</sup>	14.5672 <sup>(3)</sup>	23.3016 <sup>(3)</sup>	33.6438 <sup>(3)</sup>	51.9165 <sup>(3)</sup>	64.3270 <sup>(3)</sup>
	2.1174 <sup>(4)</sup>	11.4989 <sup>(4)</sup>	20.0176 <sup>(4)</sup>	30.2029 <sup>(4)</sup>	42.0547 <sup>(4)</sup>	61.3665 <sup>(4)</sup>	73.1105 <sup>(4)</sup>	
	1.9018 <sup>(5)</sup>	10.7146 <sup>(5)</sup>	19.3903 <sup>(5)</sup>	29.6343 <sup>(5)</sup>	41.5449 <sup>(5)</sup>	61.2489 <sup>(5)</sup>	73.6987 <sup>(5)</sup>	
	225	1.6273 <sup>(3)</sup>	8.0384 <sup>(3)</sup>	15.5769 <sup>(3)</sup>	24.6642 <sup>(3)</sup>	35.3103 <sup>(3)</sup>	53.9163 <sup>(3)</sup>	66.3856 <sup>(3)</sup>
		2.1272 <sup>(4)</sup>	11.9988 <sup>(4)</sup>	20.6744 <sup>(4)</sup>	31.0362 <sup>(4)</sup>	43.0644 <sup>(4)</sup>	62.4056 <sup>(4)</sup>	74.0516 <sup>(4)</sup>
1.9998 <sup>(5)</sup>		11.2244 <sup>(5)</sup>	20.0274 <sup>(5)</sup>	30.4088 <sup>(5)</sup>	42.4174 <sup>(5)</sup>	62.1802 <sup>(5)</sup>	74.6397 <sup>(5)</sup>	
250		2.3429 <sup>(3)</sup>	10.0970 <sup>(3)</sup>	18.0571 <sup>(3)</sup>	27.5365 <sup>(3)</sup>	38.5452 <sup>(3)</sup>	57.4650 <sup>(3)</sup>	70.0029 <sup>(3)</sup>
		2.2841 <sup>(4)</sup>	13.5477 <sup>(4)</sup>	22.7331 <sup>(4)</sup>	33.6340 <sup>(4)</sup>	46.0641 <sup>(4)</sup>	65.4838 <sup>(4)</sup>	76.8454 <sup>(4)</sup>
	2.1861 <sup>(5)</sup>	13.4399 <sup>(5)</sup>	22.9977 <sup>(5)</sup>	34.0653 <sup>(5)</sup>	46.6719 <sup>(5)</sup>	66.6699 <sup>(5)</sup>	79.0119 <sup>(5)</sup>	
	275	2.3821 <sup>(3)</sup>	11.1166 <sup>(3)</sup>	19.4099 <sup>(3)</sup>	29.1246 <sup>(3)</sup>	40.3294 <sup>(3)</sup>	59.3667 <sup>(3)</sup>	71.8263 <sup>(3)</sup>
		2.2841 <sup>(4)</sup>	13.5477 <sup>(4)</sup>	22.7331 <sup>(4)</sup>	33.6340 <sup>(4)</sup>	46.0641 <sup>(4)</sup>	65.4838 <sup>(4)</sup>	76.8454 <sup>(4)</sup>
2.4213 <sup>(5)</sup>		13.9986 <sup>(5)</sup>	23.6643 <sup>(5)</sup>	34.8397 <sup>(5)</sup>	47.5444 <sup>(5)</sup>	67.5620 <sup>(5)</sup>	79.8451 <sup>(5)</sup>	
300		3.0389 <sup>(3)</sup>	12.3811 <sup>(3)</sup>	20.7529 <sup>(3)</sup>	30.5166 <sup>(3)</sup>	41.7704 <sup>(3)</sup>	60.7980 <sup>(3)</sup>	73.1301 <sup>(3)</sup>

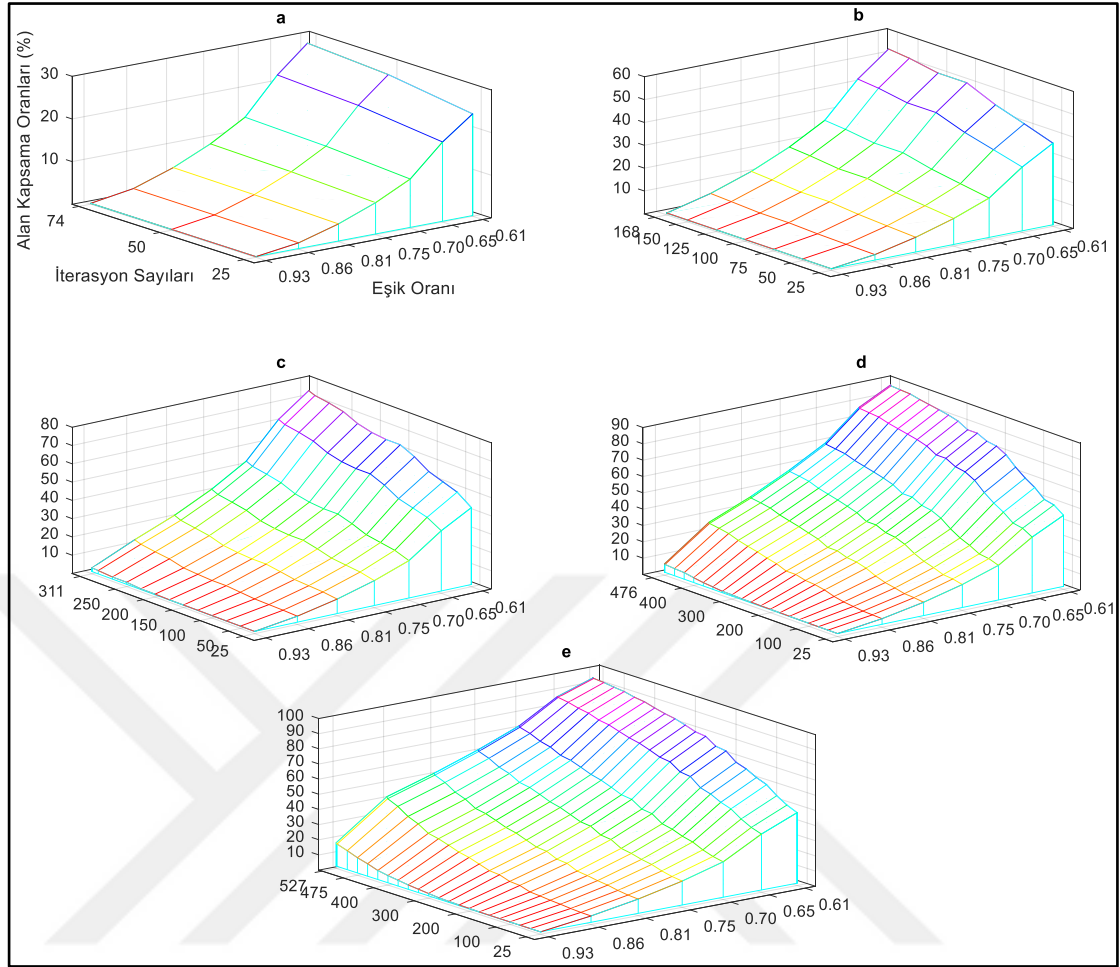
	2.5880 <sup>(4)</sup> 3.0781 <sup>(5)</sup>	15.9592 <sup>(4)</sup> 16.1945 <sup>(5)</sup>	25.7230 <sup>(4)</sup> 26.0955 <sup>(5)</sup>	36.9572 <sup>(4)</sup> 37.4277 <sup>(5)</sup>	49.4951 <sup>(4)</sup> 50.2892 <sup>(5)</sup>	68.8560 <sup>(4)</sup> 70.1108 <sup>(5)</sup>	80.1000 <sup>(4)</sup> 82.0998 <sup>(5)</sup>
<b>325</b>	3.2644 <sup>(3)</sup> 2.6664 <sup>(4)</sup> 3.7447 <sup>(5)</sup>	13.5869 <sup>(3)</sup> 17.3414 <sup>(4)</sup> 18.3806 <sup>(5)</sup>	22.2331 <sup>(3)</sup> 27.3993 <sup>(4)</sup> 28.5462 <sup>(5)</sup>	32.0851 <sup>(3)</sup> 38.8295 <sup>(4)</sup> 39.9373 <sup>(5)</sup>	43.3879 <sup>(3)</sup> 51.4655 <sup>(4)</sup> 52.7889 <sup>(5)</sup>	62.3762 <sup>(3)</sup> 70.6597 <sup>(4)</sup> 72.3949 <sup>(5)</sup>	74.5123 <sup>(3)</sup> 81.6979 <sup>(4)</sup> 84.1192 <sup>(5)</sup>
<b>350</b>	3.3036 <sup>(4)</sup> 4.4113 <sup>(5)</sup>	19.0472 <sup>(4)</sup> 19.7726 <sup>(5)</sup>	29.1834 <sup>(4)</sup> 30.0657 <sup>(5)</sup>	40.5548 <sup>(4)</sup> 41.5646 <sup>(5)</sup>	53.0634 <sup>(4)</sup> 54.4751 <sup>(5)</sup>	71.9635 <sup>(4)</sup> 73.8359 <sup>(5)</sup>	82.8840 <sup>(4)</sup> 85.2956 <sup>(5)</sup>
<b>375</b>	3.8428 <sup>(4)</sup> 5.3426 <sup>(5)</sup>	20.4000 <sup>(4)</sup> 22.1253 <sup>(5)</sup>	30.6441 <sup>(4)</sup> 32.6144 <sup>(5)</sup>	42.0449 <sup>(4)</sup> 44.2506 <sup>(5)</sup>	54.5045 <sup>(4)</sup> 57.0434 <sup>(5)</sup>	73.2183 <sup>(4)</sup> 75.8847 <sup>(5)</sup>	83.9428 <sup>(4)</sup> 86.9130 <sup>(5)</sup>
<b>400</b>	4.7740 <sup>(4)</sup> 6.2739 <sup>(5)</sup>	21.9390 <sup>(4)</sup> 24.2427 <sup>(5)</sup>	32.1831 <sup>(4)</sup> 34.9181 <sup>(5)</sup>	43.5644 <sup>(4)</sup> 46.6719 <sup>(5)</sup>	55.9651 <sup>(4)</sup> 59.4452 <sup>(5)</sup>	74.4829 <sup>(4)</sup> 78.0414 <sup>(5)</sup>	84.9819 <sup>(4)</sup> 88.7952 <sup>(5)</sup>
<b>425</b>	5.8132 <sup>(4)</sup> 7.4895 <sup>(5)</sup>	24.0369 <sup>(4)</sup> 25.6642 <sup>(5)</sup>	34.3496 <sup>(4)</sup> 36.1631 <sup>(5)</sup>	45.7602 <sup>(4)</sup> 47.8679 <sup>(5)</sup>	58.0237 <sup>(4)</sup> 60.6313 <sup>(5)</sup>	76.1690 <sup>(4)</sup> 79.1099 <sup>(5)</sup>	86.3053 <sup>(4)</sup> 89.6873 <sup>(5)</sup>
<b>450</b>	6.1563 <sup>(4)</sup> 9.7539 <sup>(5)</sup>	25.1838 <sup>(4)</sup> 29.7520 <sup>(5)</sup>	35.4769 <sup>(4)</sup> 40.1431 <sup>(5)</sup>	46.7895 <sup>(4)</sup> 51.5440 <sup>(5)</sup>	58.8766 <sup>(4)</sup> 63.8859 <sup>(5)</sup>	76.7278 <sup>(4)</sup> 81.4136 <sup>(5)</sup>	86.6680 <sup>(4)</sup> 91.2558 <sup>(5)</sup>
<b>475</b>	6.6464 <sup>(4)</sup> 11.5773 <sup>(5)</sup>	26.0661 <sup>(4)</sup> 32.4772 <sup>(5)</sup>	36.3200 <sup>(4)</sup> 42.6037 <sup>(5)</sup>	47.6130 <sup>(4)</sup> 53.5830 <sup>(5)</sup>	59.7000 <sup>(4)</sup> 65.5818 <sup>(5)</sup>	77.3258 <sup>(4)</sup> 82.5703 <sup>(5)</sup>	87.0895 <sup>(4)</sup> 91.9616 <sup>(5)</sup>
<b>500</b>	6.9797 <sup>(4)</sup> 14.0476 <sup>(5)</sup>	26.7425 <sup>(4)</sup> 36.9474 <sup>(5)</sup>	37.0356 <sup>(4)</sup> 46.8189 <sup>(5)</sup>	48.3678 <sup>(4)</sup> 57.2493 <sup>(5)</sup>	60.4254 <sup>(4)</sup> 68.5423 <sup>(5)</sup>	77.9335 <sup>(4)</sup> 84.2859 <sup>(5)</sup>	87.5993 <sup>(4)</sup> 92.8929 <sup>(5)</sup>
<b>525</b>	16.2533 <sup>(5)</sup>	39.8686 <sup>(5)</sup>	49.5148 <sup>(5)</sup>	59.6510 <sup>(5)</sup>	70.4539 <sup>(5)</sup>	85.3838 <sup>(5)</sup>	93.4516 <sup>(5)</sup>
<b>550</b>	17.0375 <sup>(5)</sup>	41.0254 <sup>(5)</sup>	50.5539 <sup>(5)</sup>	60.5137 <sup>(5)</sup>	71.1303 <sup>(5)</sup>	85.6975 <sup>(5)</sup>	93.6281 <sup>(5)</sup>

Şekil 28'deki grafiğe göre;  $\lambda = 0.07$  için  $d(s^i, P)$  mesafesi ile tespit edilen  $c_{eşik}$  oranlar düşüş eğiliminde olduğu sürece alanın  $r_{max}$  mesafesi içindeki her  $P$  Grid noktalarının  $EDP$  değerleri gittikçe yükselmektedir. Örneğin; 64 mobil algılayıcının EPDM-EM tarafından yapılan dağılımda  $c_{eşik}$  oranı %93 olarak tanımlandığında bu eşik orana eşit veya üzerinde  $EDP$  ile taranan  $P$  Grid noktalarının alanda oluşturduğu toplam kapsanma oranı %6.9,  $c_{eşik}$  oranı %61 olarak tanımlandığında ise taranan  $P$  noktalarının alandaki toplam kapsanma oranı %87 olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 28.**  $\lambda = 0.07$  için 16 – 80 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcılar ile 4 – 20 aralığında dağıtılan statik algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında  $c_{eşik}$  oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği

Tablo 11'deki sonuçlara göre;  $c_{eşik}$  oranlar, dağılımı yapılan 16 – 80 aralığındaki mobil düğümlerin simülasyonu yapılan iterasyon aralıkları ve hesaplanan kapsanma oranları değişimi Şekil 29'de 3D grafik ile gösterilmiştir.  $c_{eşik}$  oranı %61 olarak alındığında; 16 mobil düğümün yapılan dağılımında 74.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %28'si kapsanmış (Şekil 29a), 32 mobil düğümün yapılan dağılımında 168.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %53'ü kapsanmış (Şekil 29b), 48 mobil düğümün yapılan dağılımında 311.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %74'ü kapsanmış (Şekil 29c), 64 mobil düğümün yapılan dağılımında 476.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %87'i kapsanmış (Şekil 29d) ve 80 mobil düğümün yapılan dağılımında 527.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %93'ü kapsanmıştır (Şekil 29e).



**Şekil 29.** Dağılımı yapılan (a) 16, (b) 32, (c) 48, (d) 64, (e) 80 mobil algılayıcı ile 4-20 aralığında dağıtılan statik algılayıcının  $\lambda = 0.07$  için  $c_{eşik}$  oranlara göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsama oranlarının 3D grafiği

#### 6.2.5. $\lambda = 0.09$ için Mobil ve Statik Düğüm Dağılımı

$\lambda = 0.09$  için tanımlanan  $c_{eşik}$  oranlar esas alınarak başlangıçta rastgele dağıtılan 20 – 100 aralığındaki mobil ve statik düğümlerin EPDM-EM tarafından yapılan dağılımında sadece 16 – 80 aralığındaki mobil düğümlerin tümü optimum konuma yerleşinceye kadar her 25 iterasyon aralığında hesaplanan kapsama oranları Tablo 12’de sunulmuştur.

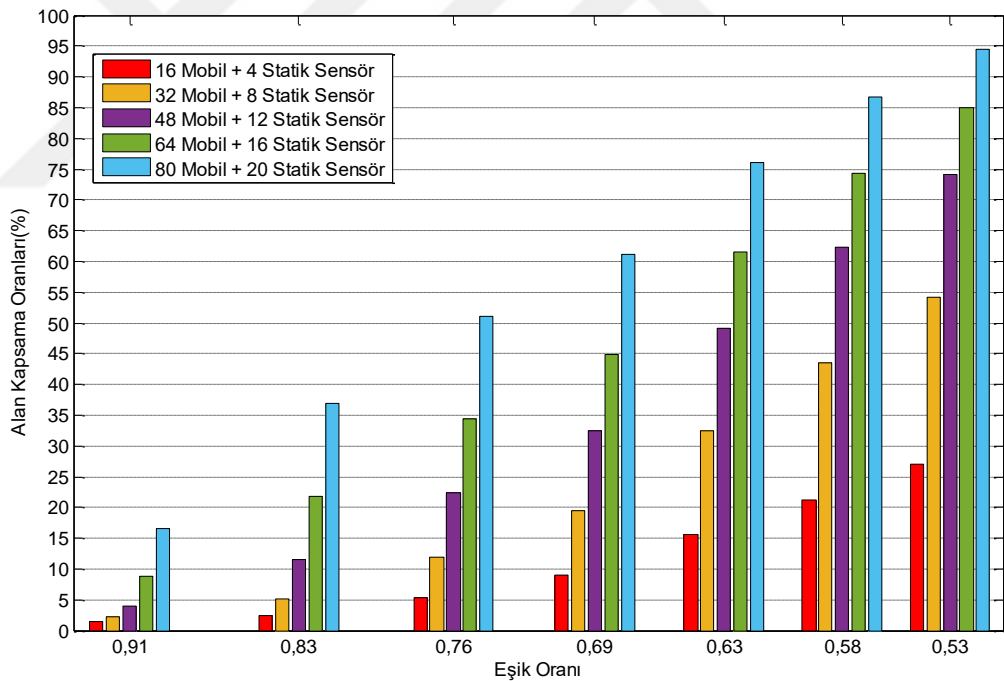
**Tablo 12.**  $16^{(1)}$ ,  $32^{(2)}$ ,  $48^{(3)}$ ,  $64^{(4)}$ ,  $80^{(5)}$  mobil algılayıcı dağılımı ile  $4^{(1)}$ ,  $8^{(2)}$ ,  $12^{(3)}$ ,  $16^{(4)}$ ,  $20^{(5)}$  statik algılayıcı dağıtımında  $\lambda = 0.09$  alındığında  $c_{eşik}$  oranlarına göre ulaşılan iterasyon aralığındaki hesaplanan alan kapsanma oranları

İterasyon Aralığı	$c_{eşik}$ oranları (%)						
	0.9139	0.8353	0.7634	0.6977	0.6376	0.5827	0.5326
25	1.2156 <sup>(1)</sup>	2.0978 <sup>(1)</sup>	4.5290 <sup>(1)</sup>	7.5581 <sup>(1)</sup>	13.0477 <sup>(1)</sup>	17.9786 <sup>(1)</sup>	22.9389 <sup>(1)</sup>
	1.4900 <sup>(2)</sup>	2.9801 <sup>(2)</sup>	6.9797 <sup>(2)</sup>	11.8420 <sup>(2)</sup>	20.5764 <sup>(2)</sup>	28.2717 <sup>(2)</sup>	35.9965 <sup>(2)</sup>
	1.4704 <sup>(3)</sup>	2.6468 <sup>(3)</sup>	7.3424 <sup>(3)</sup>	13.1556 <sup>(3)</sup>	23.6055 <sup>(3)</sup>	32.8693 <sup>(3)</sup>	42.0841 <sup>(3)</sup>
	3.4408 <sup>(4)</sup>	5.9210 <sup>(4)</sup>	10.4892 <sup>(4)</sup>	15.8612 <sup>(4)</sup>	25.6740 <sup>(4)</sup>	34.5848 <sup>(4)</sup>	43.5349 <sup>(4)</sup>
	2.7840 <sup>(5)</sup>	5.5387 <sup>(5)</sup>	11.0773 <sup>(5)</sup>	17.4395 <sup>(5)</sup>	28.8501 <sup>(5)</sup>	38.7217 <sup>(5)</sup>	48.4462 <sup>(5)</sup>
50	1.2646 <sup>(1)</sup>	2.1861 <sup>(1)</sup>	4.7740 <sup>(1)</sup>	7.9992 <sup>(1)</sup>	13.8418 <sup>(1)</sup>	19.0864 <sup>(1)</sup>	24.3604 <sup>(1)</sup>
	1.7351 <sup>(2)</sup>	3.4212 <sup>(2)</sup>	8.2051 <sup>(2)</sup>	14.0476 <sup>(2)</sup>	24.5466 <sup>(2)</sup>	33.8104 <sup>(2)</sup>	43.1036 <sup>(2)</sup>
	1.7155 <sup>(3)</sup>	3.0879 <sup>(3)</sup>	8.5678 <sup>(3)</sup>	15.3612 <sup>(3)</sup>	27.5757 <sup>(3)</sup>	38.4080 <sup>(3)</sup>	49.1913 <sup>(3)</sup>
	3.6369 <sup>(4)</sup>	6.2739 <sup>(4)</sup>	11.5479 <sup>(4)</sup>	17.7041 <sup>(4)</sup>	28.9285 <sup>(4)</sup>	39.0746 <sup>(4)</sup>	49.1422 <sup>(4)</sup>
	2.9801 <sup>(5)</sup>	5.8916 <sup>(5)</sup>	12.1655 <sup>(5)</sup>	19.3118 <sup>(5)</sup>	32.1341 <sup>(5)</sup>	43.2605 <sup>(5)</sup>	54.0241 <sup>(5)</sup>
75	1.3626 <sup>(1)</sup>	2.4213 <sup>(1)</sup>	5.3818 <sup>(1)</sup>	8.9991 <sup>(1)</sup>	15.5083 <sup>(1)</sup>	21.3018 <sup>(1)</sup>	27.0856 <sup>(1)</sup>
	1.8332 <sup>(2)</sup>	3.5977 <sup>(2)</sup>	8.7442 <sup>(2)</sup>	14.9789 <sup>(2)</sup>	26.1837 <sup>(2)</sup>	36.0749 <sup>(2)</sup>	45.8975 <sup>(2)</sup>
	1.7645 <sup>(3)</sup>	3.1762 <sup>(3)</sup>	8.8521 <sup>(3)</sup>	15.8416 <sup>(3)</sup>	28.4090 <sup>(3)</sup>	39.5353 <sup>(3)</sup>	50.5735 <sup>(3)</sup>
	3.8330 <sup>(4)</sup>	6.5876 <sup>(4)</sup>	12.4302 <sup>(4)</sup>	19.1746 <sup>(4)</sup>	31.4577 <sup>(4)</sup>	42.4468 <sup>(4)</sup>	53.2105 <sup>(4)</sup>
	3.2252 <sup>(5)</sup>	6.4111 <sup>(5)</sup>	13.7830 <sup>(5)</sup>	21.9096 <sup>(5)</sup>	36.4572 <sup>(5)</sup>	48.9364 <sup>(5)</sup>	60.7391 <sup>(5)</sup>
100	1.8332 <sup>(2)</sup>	3.5977 <sup>(2)</sup>	8.7442 <sup>(2)</sup>	14.9789 <sup>(2)</sup>	26.1837 <sup>(2)</sup>	36.0749 <sup>(2)</sup>	45.8975 <sup>(2)</sup>
	1.8626 <sup>(3)</sup>	3.3526 <sup>(3)</sup>	9.3912 <sup>(3)</sup>	16.7729 <sup>(3)</sup>	30.0461 <sup>(3)</sup>	41.7998 <sup>(3)</sup>	53.3673 <sup>(3)</sup>
	4.0780 <sup>(4)</sup>	7.1071 <sup>(4)</sup>	14.0574 <sup>(4)</sup>	21.7822 <sup>(4)</sup>	35.7906 <sup>(4)</sup>	48.0933 <sup>(4)</sup>	59.9157 <sup>(4)</sup>
	3.2742 <sup>(5)</sup>	6.5582 <sup>(5)</sup>	14.1457 <sup>(5)</sup>	22.4684 <sup>(5)</sup>	37.3297 <sup>(5)</sup>	50.0441 <sup>(5)</sup>	62.0429 <sup>(5)</sup>
	1.9802 <sup>(2)</sup>	4.1368 <sup>(2)</sup>	9.9990 <sup>(2)</sup>	16.8219 <sup>(2)</sup>	28.9481 <sup>(2)</sup>	39.3393 <sup>(2)</sup>	49.5736 <sup>(2)</sup>
125	1.9606 <sup>(3)</sup>	3.6663 <sup>(3)</sup>	10.1755 <sup>(3)</sup>	17.9492 <sup>(3)</sup>	31.8302 <sup>(3)</sup>	44.0349 <sup>(3)</sup>	55.9161 <sup>(3)</sup>
	4.1761 <sup>(4)</sup>	7.2836 <sup>(4)</sup>	14.6848 <sup>(4)</sup>	22.8017 <sup>(4)</sup>	37.5061 <sup>(4)</sup>	50.2696 <sup>(4)</sup>	62.4645 <sup>(4)</sup>
	3.3722 <sup>(5)</sup>	6.7935 <sup>(5)</sup>	14.8809 <sup>(5)</sup>	23.5957 <sup>(5)</sup>	39.1236 <sup>(5)</sup>	52.2988 <sup>(5)</sup>	64.5721 <sup>(5)</sup>
	2.0782 <sup>(2)</sup>	4.3133 <sup>(2)</sup>	10.6264 <sup>(2)</sup>	17.8414 <sup>(2)</sup>	30.6735 <sup>(2)</sup>	41.6038 <sup>(2)</sup>	52.2106 <sup>(2)</sup>
	2.0096 <sup>(3)</sup>	3.8624 <sup>(3)</sup>	10.6460 <sup>(3)</sup>	18.6158 <sup>(3)</sup>	32.7713 <sup>(3)</sup>	45.1328 <sup>(3)</sup>	57.1120 <sup>(3)</sup>
150	4.2251 <sup>(4)</sup>	7.5091 <sup>(4)</sup>	15.1260 <sup>(4)</sup>	23.4389 <sup>(4)</sup>	38.3982 <sup>(4)</sup>	51.3577 <sup>(4)</sup>	63.6898 <sup>(4)</sup>
	3.4702 <sup>(5)</sup>	7.0679 <sup>(5)</sup>	15.7534 <sup>(5)</sup>	24.8603 <sup>(5)</sup>	41.0156 <sup>(5)</sup>	54.5829 <sup>(5)</sup>	67.0326 <sup>(5)</sup>
	2.1272 <sup>(2)</sup>	4.6172 <sup>(2)</sup>	11.1950 <sup>(2)</sup>	18.5668 <sup>(2)</sup>	31.5949 <sup>(2)</sup>	42.6429 <sup>(2)</sup>	53.3085 <sup>(2)</sup>
	2.0586 <sup>(3)</sup>	3.9506 <sup>(3)</sup>	10.9303 <sup>(3)</sup>	19.0962 <sup>(3)</sup>	33.5947 <sup>(3)</sup>	46.1817 <sup>(3)</sup>	58.3374 <sup>(3)</sup>
	4.4211 <sup>(4)</sup>	8.5090 <sup>(4)</sup>	17.1356 <sup>(4)</sup>	26.1543 <sup>(4)</sup>	42.1037 <sup>(4)</sup>	55.5632 <sup>(4)</sup>	68.1698 <sup>(4)</sup>
175	3.6173 <sup>(5)</sup>	7.8718 <sup>(5)</sup>	17.2826 <sup>(5)</sup>	26.9385 <sup>(5)</sup>	43.7898 <sup>(5)</sup>	57.7590 <sup>(5)</sup>	70.3460 <sup>(5)</sup>
	2.1763 <sup>(2)</sup>	5.1368 <sup>(2)</sup>	11.9302 <sup>(2)</sup>	19.4001 <sup>(2)</sup>	32.4870 <sup>(2)</sup>	43.5742 <sup>(2)</sup>	54.2398 <sup>(2)</sup>
	2.3625 <sup>(3)</sup>	5.2544 <sup>(3)</sup>	13.4497 <sup>(3)</sup>	22.4194 <sup>(3)</sup>	38.0551 <sup>(3)</sup>	51.1224 <sup>(3)</sup>	63.4840 <sup>(3)</sup>
	4.5192 <sup>(4)</sup>	9.0775 <sup>(4)</sup>	18.2629 <sup>(4)</sup>	27.6738 <sup>(4)</sup>	44.0741 <sup>(4)</sup>	57.7100 <sup>(4)</sup>	70.3755 <sup>(4)</sup>
	3.6663 <sup>(5)</sup>	8.2051 <sup>(5)</sup>	17.8512 <sup>(5)</sup>	27.7032 <sup>(5)</sup>	44.7309 <sup>(5)</sup>	58.7884 <sup>(5)</sup>	71.3754 <sup>(5)</sup>
200	2.5096 <sup>(3)</sup>	6.3425 <sup>(3)</sup>	15.2730 <sup>(3)</sup>	24.6741 <sup>(3)</sup>	40.7117 <sup>(3)</sup>	53.9163 <sup>(3)</sup>	66.2386 <sup>(3)</sup>
	4.5192 <sup>(4)</sup>	9.0775 <sup>(4)</sup>	18.2629 <sup>(4)</sup>	27.6738 <sup>(4)</sup>	44.0741 <sup>(4)</sup>	57.7100 <sup>(4)</sup>	70.3755 <sup>(4)</sup>
	4.0290 <sup>(5)</sup>	9.7539 <sup>(5)</sup>	20.2823 <sup>(5)</sup>	30.6735 <sup>(5)</sup>	48.3286 <sup>(5)</sup>	62.6997 <sup>(5)</sup>	75.3358 <sup>(5)</sup>
	2.8233 <sup>(3)</sup>	8.2345 <sup>(3)</sup>	18.2629 <sup>(3)</sup>	28.0953 <sup>(3)</sup>	44.5447 <sup>(3)</sup>	57.7002 <sup>(3)</sup>	69.7089 <sup>(3)</sup>
	4.9897 <sup>(4)</sup>	10.2539 <sup>(4)</sup>	20.0667 <sup>(4)</sup>	29.9775 <sup>(4)</sup>	46.9660 <sup>(4)</sup>	61.0038 <sup>(4)</sup>	73.8849 <sup>(4)</sup>
250	4.2153 <sup>(5)</sup>	10.9009 <sup>(5)</sup>	22.1351 <sup>(5)</sup>	32.8595 <sup>(5)</sup>	50.9166 <sup>(5)</sup>	65.4054 <sup>(5)</sup>	78.0022 <sup>(5)</sup>
	2.9409 <sup>(3)</sup>	9.0285 <sup>(3)</sup>	19.5177 <sup>(3)</sup>	29.5363 <sup>(3)</sup>	46.1817 <sup>(3)</sup>	59.3667 <sup>(3)</sup>	71.3557 <sup>(3)</sup>
	5.2544 <sup>(4)</sup>	11.3224 <sup>(4)</sup>	21.8018 <sup>(4)</sup>	32.0753 <sup>(4)</sup>	49.4559 <sup>(4)</sup>	63.6800 <sup>(4)</sup>	76.4631 <sup>(4)</sup>
	4.4309 <sup>(5)</sup>	11.7636 <sup>(5)</sup>	23.3997 <sup>(5)</sup>	34.2810 <sup>(5)</sup>	52.5341 <sup>(5)</sup>	67.1111 <sup>(5)</sup>	79.6883 <sup>(5)</sup>
	3.1664 <sup>(3)</sup>	9.6265 <sup>(3)</sup>	20.3313 <sup>(3)</sup>	30.4088 <sup>(3)</sup>	47.1130 <sup>(3)</sup>	60.2196 <sup>(3)</sup>	72.0714 <sup>(3)</sup>
300	5.2544 <sup>(4)</sup>	11.3224 <sup>(4)</sup>	21.8018 <sup>(4)</sup>	32.0753 <sup>(4)</sup>	49.4559 <sup>(4)</sup>	63.6800 <sup>(4)</sup>	76.4631 <sup>(4)</sup>
	4.6074 <sup>(5)</sup>	12.7831 <sup>(5)</sup>	24.9681 <sup>(5)</sup>	36.0455 <sup>(5)</sup>	54.4751 <sup>(5)</sup>	69.0128 <sup>(5)</sup>	81.3156 <sup>(5)</sup>
	3.5389 <sup>(3)</sup>	10.9205 <sup>(3)</sup>	21.8704 <sup>(3)</sup>	32.0263 <sup>(3)</sup>	48.7305 <sup>(3)</sup>	61.7979 <sup>(3)</sup>	73.5810 <sup>(3)</sup>
	6.3033 <sup>(4)</sup>	13.4791 <sup>(4)</sup>	24.7721 <sup>(4)</sup>	35.4279 <sup>(4)</sup>	53.1418 <sup>(4)</sup>	67.2875 <sup>(4)</sup>	79.7569 <sup>(4)</sup>
	4.9603 <sup>(5)</sup>	13.9300 <sup>(5)</sup>	26.4974 <sup>(5)</sup>	37.6336 <sup>(5)</sup>	56.1416 <sup>(5)</sup>	70.7186 <sup>(5)</sup>	82.8350 <sup>(5)</sup>
350	4.0290 <sup>(3)</sup>	11.5381 <sup>(3)</sup>	22.4096 <sup>(3)</sup>	32.5262 <sup>(3)</sup>	49.2109 <sup>(3)</sup>	62.3174 <sup>(3)</sup>	74.1692 <sup>(3)</sup>
	6.6660 <sup>(4)</sup>	15.0573 <sup>(4)</sup>	26.9385 <sup>(4)</sup>	37.7022 <sup>(4)</sup>	55.4750 <sup>(4)</sup>	69.4148 <sup>(4)</sup>	81.5214 <sup>(4)</sup>
	5.4799 <sup>(5)</sup>	16.4298 <sup>(5)</sup>	29.8500 <sup>(5)</sup>	41.2411 <sup>(5)</sup>	59.6804 <sup>(5)</sup>	73.8947 <sup>(5)</sup>	85.3838 <sup>(5)</sup>
	6.9307 <sup>(4)</sup>	16.6160 <sup>(4)</sup>	28.7717 <sup>(4)</sup>	39.5157 <sup>(4)</sup>	57.1415 <sup>(4)</sup>	70.8460 <sup>(4)</sup>	82.6194 <sup>(4)</sup>
	5.5779 <sup>(5)</sup>	17.2042 <sup>(5)</sup>	30.8303 <sup>(5)</sup>	42.2802 <sup>(5)</sup>	60.6215 <sup>(5)</sup>	74.6986 <sup>(5)</sup>	86.0014 <sup>(5)</sup>
400	7.2346 <sup>(4)</sup>	17.3708 <sup>(4)</sup>	29.7226 <sup>(4)</sup>	40.4666 <sup>(4)</sup>	58.0335 <sup>(4)</sup>	71.5420 <sup>(4)</sup>	83.0605 <sup>(4)</sup>



	6.2347 <sup>(5)</sup>	18.5864 <sup>(5)</sup>	32.4968 <sup>(5)</sup>	43.9957 <sup>(5)</sup>	62.3076 <sup>(5)</sup>	76.1004 <sup>(5)</sup>	87.0209 <sup>(5)</sup>
425	8.6560 <sup>(4)</sup>	21.3999 <sup>(4)</sup>	34.0163 <sup>(4)</sup>	44.4466 <sup>(4)</sup>	61.2293 <sup>(4)</sup>	73.9829 <sup>(4)</sup>	84.7172 <sup>(4)</sup>
	7.5679 <sup>(5)</sup>	21.6057 <sup>(5)</sup>	35.9573 <sup>(5)</sup>	47.3875 <sup>(5)</sup>	65.2681 <sup>(5)</sup>	78.4923 <sup>(5)</sup>	88.6874 <sup>(5)</sup>
450	8.8227 <sup>(4)</sup>	21.8410 <sup>(4)</sup>	34.4672 <sup>(4)</sup>	44.8780 <sup>(4)</sup>	61.5724 <sup>(4)</sup>	74.2476 <sup>(4)</sup>	84.9132 <sup>(4)</sup>
	8.7736 <sup>(5)</sup>	23.9486 <sup>(5)</sup>	38.4080 <sup>(5)</sup>	49.7794 <sup>(5)</sup>	67.3856 <sup>(5)</sup>	80.2568 <sup>(5)</sup>	90.0794 <sup>(5)</sup>
475	8.9795 <sup>(5)</sup>	24.8309 <sup>(5)</sup>	39.4765 <sup>(5)</sup>	50.9166 <sup>(5)</sup>	68.5619 <sup>(5)</sup>	81.4332 <sup>(5)</sup>	91.1773 <sup>(5)</sup>
500	10.6362 <sup>(5)</sup>	28.0169 <sup>(5)</sup>	42.6331 <sup>(5)</sup>	53.7692 <sup>(5)</sup>	70.7578 <sup>(5)</sup>	83.1487 <sup>(5)</sup>	92.2851 <sup>(5)</sup>
525	13.0477 <sup>(5)</sup>	32.1537 <sup>(5)</sup>	46.5249 <sup>(5)</sup>	57.2101 <sup>(5)</sup>	73.2967 <sup>(5)</sup>	84.9328 <sup>(5)</sup>	93.4222 <sup>(5)</sup>
550	14.0771 <sup>(5)</sup>	34.4084 <sup>(5)</sup>	48.7501 <sup>(5)</sup>	59.1903 <sup>(5)</sup>	74.7966 <sup>(5)</sup>	85.9524 <sup>(5)</sup>	94.0104 <sup>(5)</sup>
575	16.4886 <sup>(5)</sup>	36.9572 <sup>(5)</sup>	51.0342 <sup>(5)</sup>	61.1313 <sup>(5)</sup>	76.1004 <sup>(5)</sup>	86.6778 <sup>(5)</sup>	94.3927 <sup>(5)</sup>

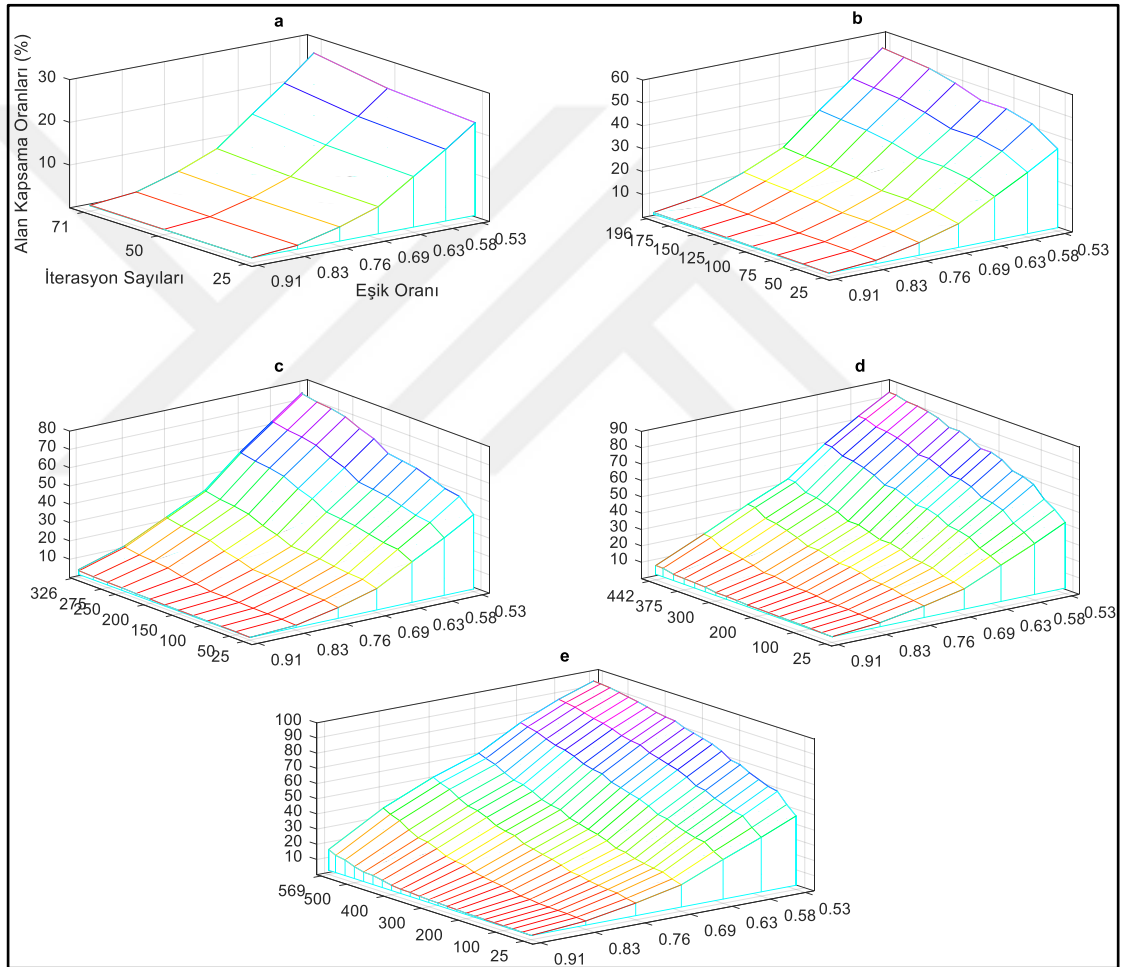
Şekil 30'daki grafiğe göre;  $\lambda = 0.09$  için  $d(s^i, P)$  mesafesi ile tespit edilen  $c_{eşik}$  oranlar düşüş eğiliminde olduğu sürece alanın  $r_{max}$  mesafesi içindeki her  $P$  Grid noktaların  $EDP$  değerleri gittikçe yükselmektedir. Örneğin; 80 mobil algılayıcının EPDM-EM tarafından yapılan dağılımda  $c_{eşik}$  oranı %91 olarak tanımlandığında bu eşik orana eşit veya üzerinde  $EDP$  ile taranan  $P$  Grid noktaların alanda oluşturduğu toplam kapsanma oranı %16,  $c_{eşik}$  oranı %53 olarak tanımlandığında ise taranan  $P$  noktaların alandaki toplam kapsanma oranı %94 olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 30.**  $\lambda = 0.09$  için 16 – 80 aralığında dağılımı yapılan mobil algılayıcılar ile 4 – 20 aralığında dağıtılan statik algılayıcıların ulaştığı en son iterasyon aralıklarında  $c_{eşik}$  oranlara göre alan kapsanma oranlarının değişim grafiği

Tablo 12'deki sonuçlara göre;  $c_{eşik}$  oranlar, dağılımı yapılan 16 – 80 aralığındaki mobil düğümlerin simülasyonu yapılan iterasyon aralıkları ve hesaplanan kapsanma oranları değişimi Şekil 31'de 3D grafik ile gösterilmiştir.  $c_{eşik}$  oranı %53 olarak alındığında; 16 mobil düğümün

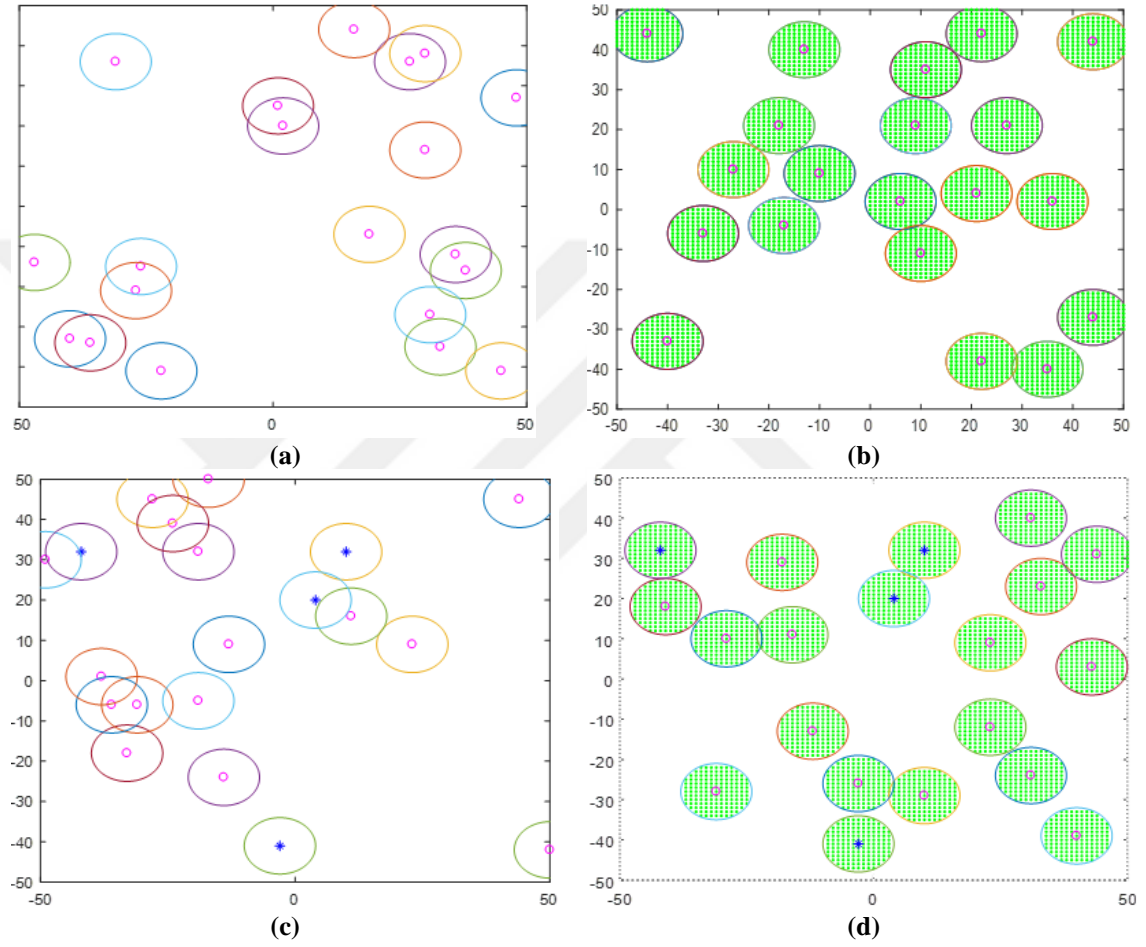
yapılan dağılımında 71.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %27'si kapsanmış (Şekil 31a), 32 mobil düğümün yapılan dağılımında 196.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %54'ü kapsanmış (Şekil 31b), 48 mobil düğümün yapılan dağılımında 326.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %74'ü kapsanmış (Şekil 31c), 64 mobil düğümün yapılan dağılımında 442.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %84'ü kapsanmış (Şekil 31d) ve 80 mobil düğümün yapılan dağılımında 569.iterasyonda tüm düğümler optimum konuma yerleşerek alanın %94'ü kapsanmıştır (Şekil 31e).



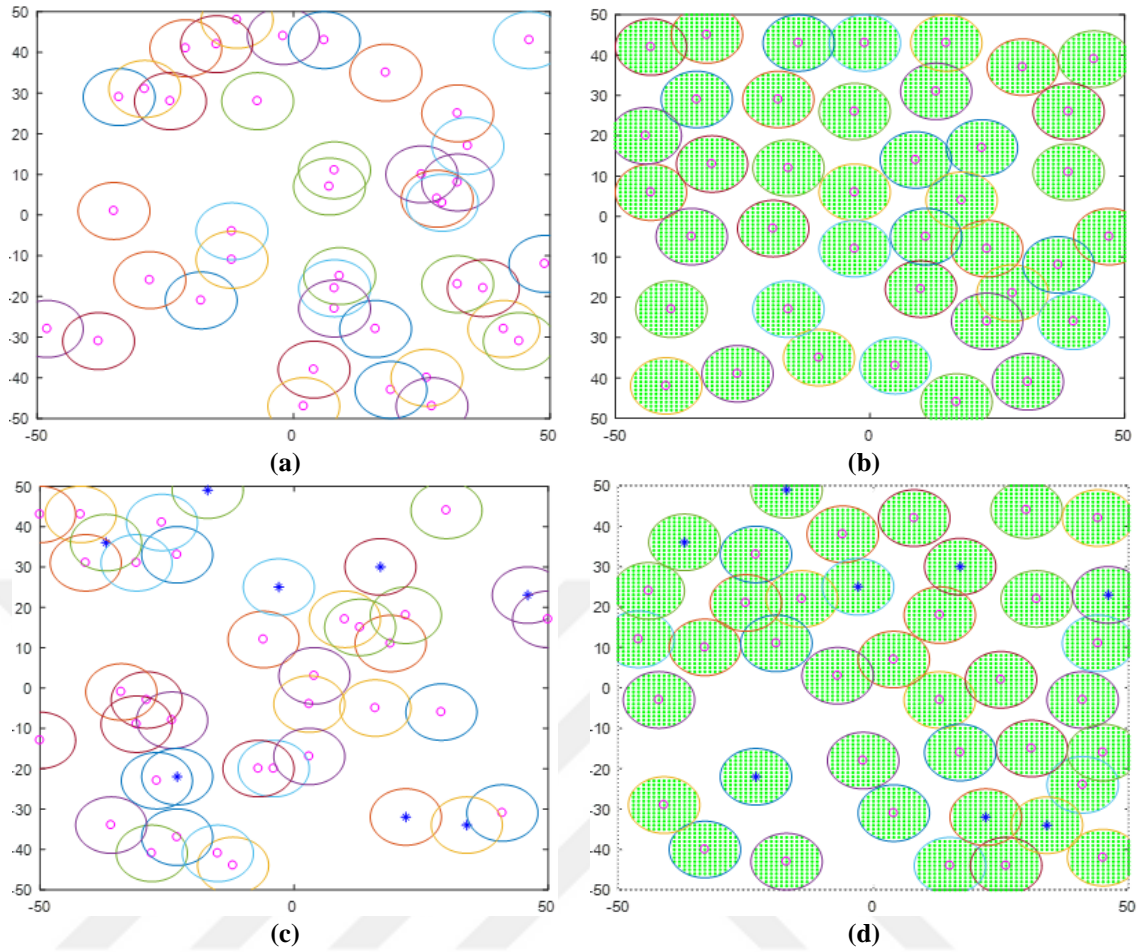
**Şekil 31.** Dağılımı yapılan (a) 16, (b) 32, (c) 48, (d) 64, (e) 80 mobil algılayıcı ile 4-20 aralığında dağıtılan statik algılayıcının  $\lambda = 0.09$  için  $c_{eşik}$  oranlarına göre her iterasyon aralığında hesaplanan kapsama oranlarının 3D grafiği

### 6.3. Mobil ve Statik Düğümün Dağılım Sonrası Yerleşimleri

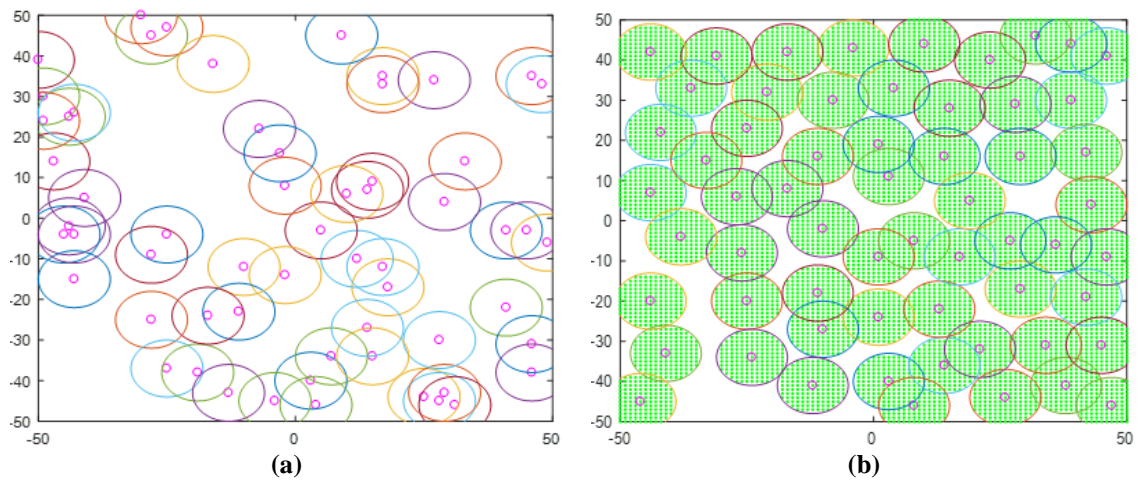
Homojen ve heterojen algılayıcı kümelerinde rastgele dağıtım sonrası EPDM-EM ile yapılan dinamik dağılımlarda düğümlerin alandaki optimum yerleşimleri yapılan simülasyonlarda belirlenerek Şekil 32 - Şekil 36 arasında gösterilmiştir.



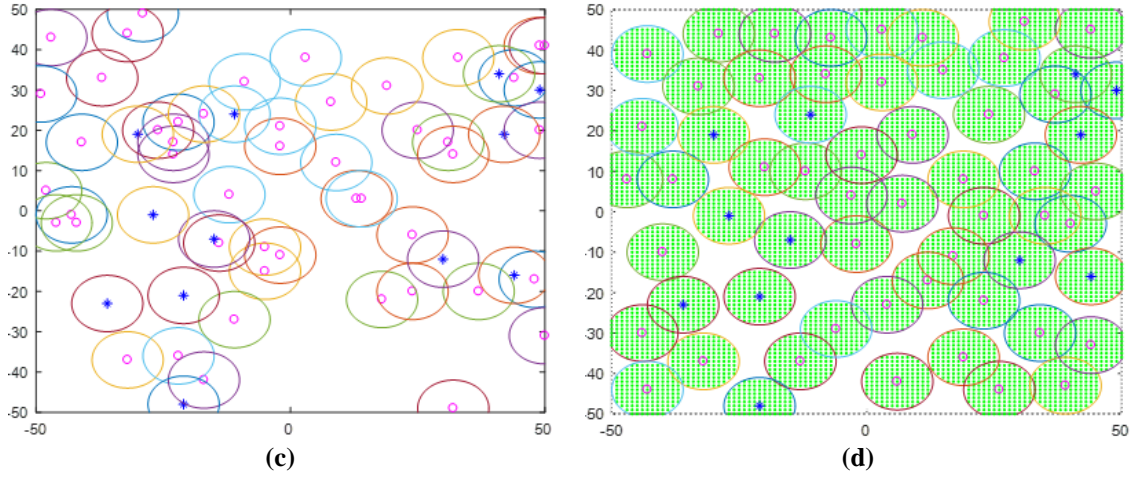
**Şekil 32.** (a) 20 mobil düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %23.2, (b) 20 mobil düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %28.42, (c) 16 mobil ve 4 statik düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %23.18, (d) 16 mobil ve 4 statik düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %28.41



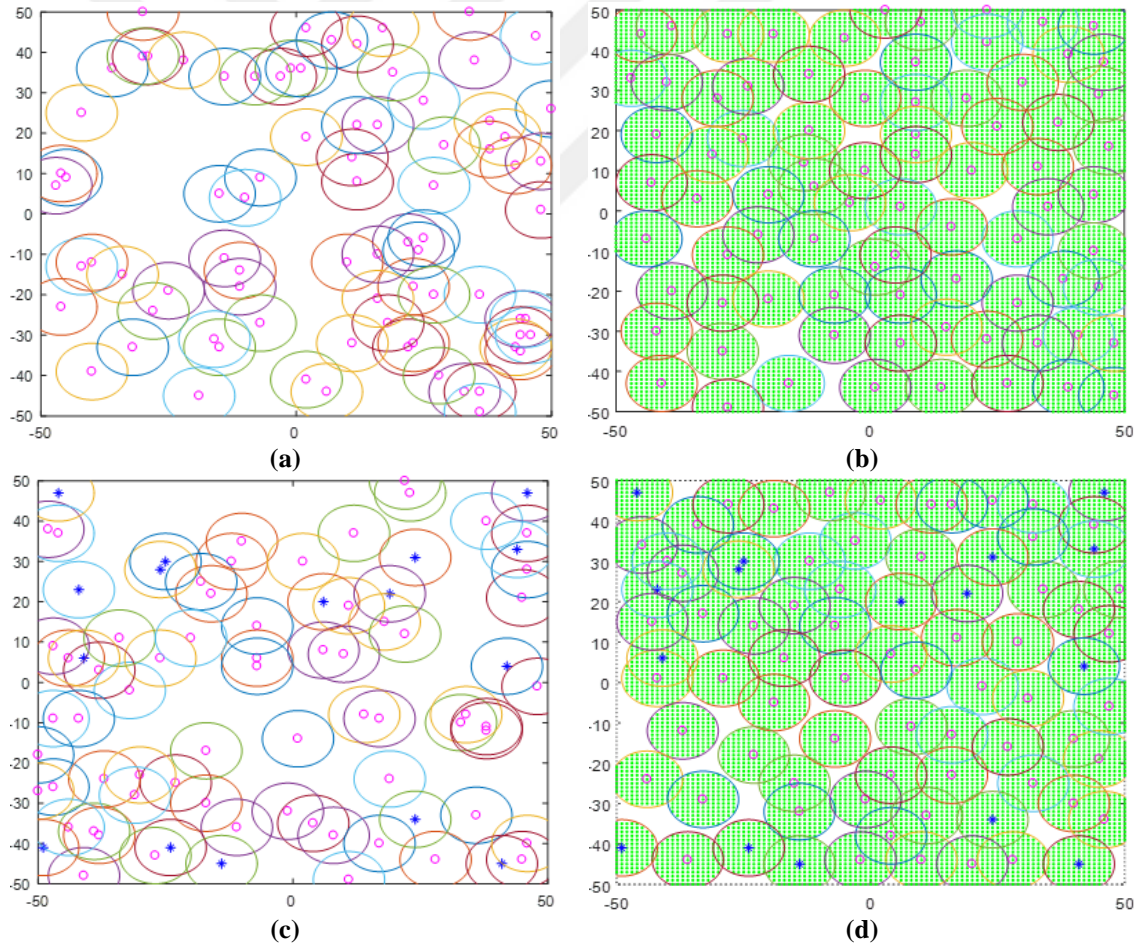
**Şekil 33.** (a) 40 mobil düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %41.17, (b) 40 mobil düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %55.44, (c) 32 mobil ve 8 statik düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %41.17, (d) 32 mobil ve 8 statik düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %54.6



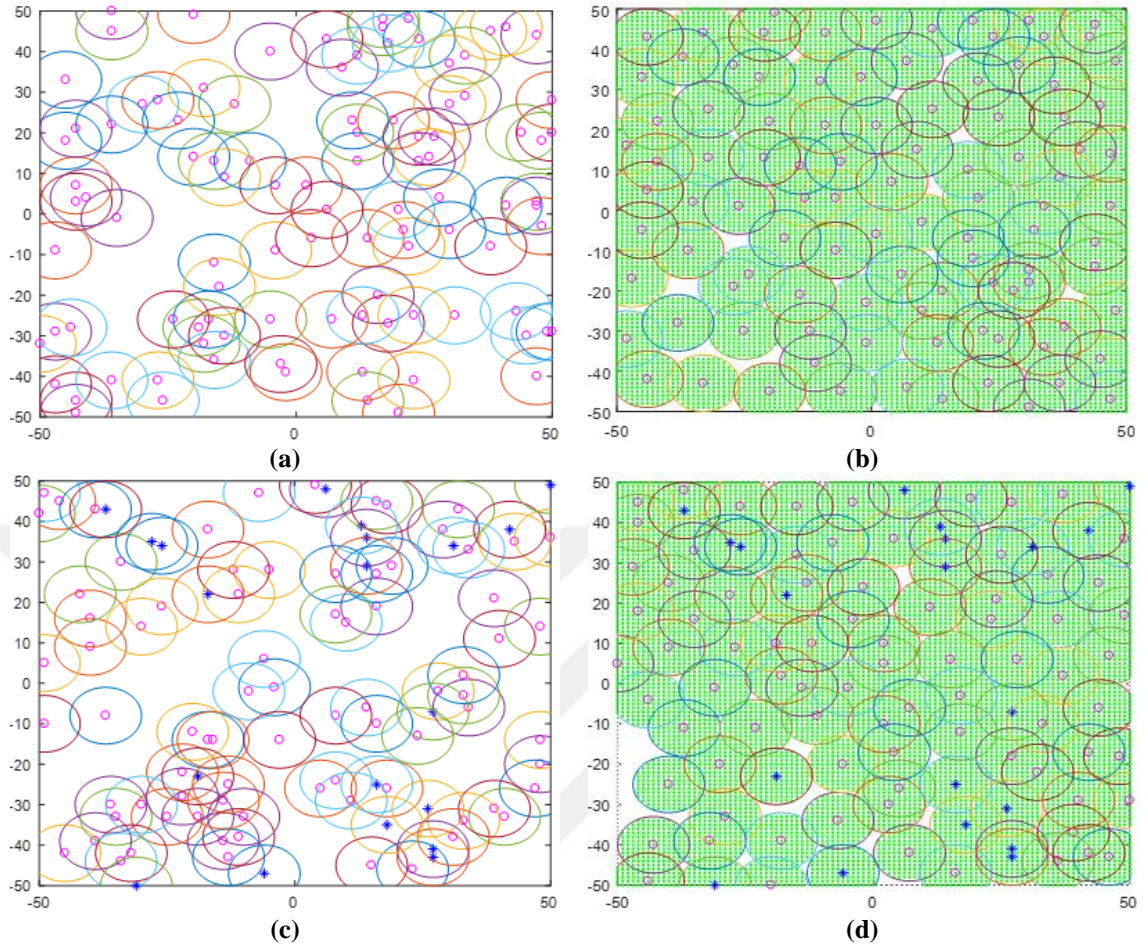




**Şekil 34.** (a) 60 mobil düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %53.38, (b) 60 mobil düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %76.25, (c) 48 mobil ve 12 statik düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %54.35, (d) 48 mobil ve 12 statik düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %75.14



**Şekil 35.** (a) 80 mobil düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %64.43, (b) 80 mobil düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %88.29, (c) 64 mobil ve 16 statik düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %68.46, (d) 64 mobil ve 16 statik düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %87.72



**Şekil 36.** (a) 100 mobil düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %73.72, (b) 100 mobil düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %95.23, (c) 80 mobil ve 20 statik düğümün Rastgele yerleşimi ve kapanma oranı %71.58, (d) 80 mobil ve 20 statik düğümün EPDM-EM ile yerleşimi ve kapanma oranı %94.66

## 7. BÖLÜM

### SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Tez'in bu bölümünde elde edilen deneysel bulguların nihai sonuçları verilmiştir. Yapılan Monte Carlo simülasyonlarında Elfes Olasılıksal Algılama Modelinin algılayıcı dinamik dağıtımına olan etkisi incelenerek deneysel bulgular tartışılmış ve bundan sonra bu model temel alınarak yapılacak olan çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

#### 7.1. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada meta-sezgisel tabanlı olan EM algoritması esas alınarak ve Elfes Olasılıksal Algılama Modeli kullanılarak yeni bir dinamik dağıtım yaklaşımı geliştirilmiştir. MATLAB R2014a ortamında gerçekleştirilen Monte Carlo simülasyonlarında birbirinden bağımsız benzetimler çalıştırılarak KAA'nın etkin olarak kapsanmasında optimum sonuçlara ulaşılması hedeflenmiştir. Dolayısıyla etkin bir kapsanma oranına ulaşmada literatürde çalışılan ve pozitif sonuçlar veren sezgisel tabanlı EM algoritması temel alınarak hem sadece mobil düğümlerden oluşan homojen algılayıcı kümesi hem de mobil ve statik düğümlerden oluşan heterojen algılayıcı kümesi bu tezde kullanılmıştır.

Elfes Olasılıksal Algılama Modeli'nin matematiksel modeline göre algılayıcı düğümün  $r_{max}$  mesafesi içinde olan herhangi bir  $P$  Grid noktasının  $EDP$  değeri düğüm ile  $P$  noktası arasındaki Öklid mesafesine göre değişmektedir. Dolayısıyla düğümün  $r_{max}$  mesafesine doğru yaklaştıkça o mesafede taranacak olan Grid noktalarının  $EDP$  değeri azalma eğiliminde olacaktır. Bu tez çalışmasında düğümlerin  $r_{max}$  mesafesi içerisindeki Grid noktaların etkin olarak kapsanma durumlarının tespit edilmesinde hesaplanan  $c_{eşik}$  oranlar kullanılmıştır. Düğümlerin  $r_{max}$  değeri 7 metre olarak alındığı için düğümün  $r_{max}$  mesafesine kadar olan her 1 metre için 7 farklı  $c_{eşik}$  oran değeri hesaplanmıştır. Dolayısıyla alandaki her Grid noktasının hesaplanan  $EDP$  değeri 7 farklı  $c_{eşik}$  oranı ile karşılaştırılarak alandaki tüm Grid noktaların kapsanma durumları hassas bir şekilde ölçülmüştür.

Bu tez çalışmasında, düğümün özelliğine göre değişebilen  $\lambda$  değeri 0.01 ile 0.09 arasında 5 farklı değer için tanımlanarak hem homojen düğüm kümesinden hem de heterojen düğüm kümesinden oluşan algılayıcıların dinamik dağılımları yapıp alandaki kapsanma oranına olan etkisi ölçülmüştür. Homojen düğüm kümesinde 20 ile 100 aralığında olmak üzere 20 artış oranı kullanılarak sadece mobil algılayıcılar tanımlanmıştır. Hareket etme



özelliklerinden dolayı dinamik dağılımlarında alanın daha optimum bir oranda kapsanması sağlanabilir. Ayrıca %80'i mobil ve %20'si statik düğümlerden oluşan ve 20 ile 100 aralığında olmak üzere 20 artış oranı kullanılarak heterojen düğüm kümesi tanımlanmıştır. Statik düğümlerin başlangıç dağıtımları sonrasında hareket etme özellikleri olmadığı için geliştirilen EPDM-EM tarafından dinamik dağılımları yapılamaz. Dolayısıyla statik düğümlerin başlangıç dağılımları sonrasında sabit olarak yerleştikleri konumlar esas alınarak mobil düğümlerin statik düğümler çevresinde dinamik dağılımları yapılmıştır.

Dağılımı yapılan mobil düğümlerin  $r_{max}$  mesafesi içinde taradıkları Grid noktalarının birden fazla algılayıcı tarafından kapsanması sonucunda düğümlerin kapsama alanlarında kesişim oluşur. Düğüm kesişimi KAA'larda istenmeyen bir durumdur. Çünkü aynı Grid noktasının birden fazla düğüm tarafından gereksiz olarak kapsanmasına ve enerji kısıtlı olan düğümlerin fazladan enerji tüketmelerine neden olur. Geliştirilen EPDM-EM'de optimum konuma yerleşen düğümün kapsadığı Grid noktasının diğer optimum düğümler tarafından kapsanmasını engelleyecek bir algoritma yapısında tasarlandığı için mümkün olduğunca düğümlerin kesişmeden optimum konuma yerleşmesi sağlanmıştır.

Başlangıç dağılımları rastgele olarak yapıldığında ulaşılan alan kapsama oranlarının geliştirilen EPDM-EM'ye göre daima daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Homojen veya heterojen düğüm kümesi ile yapılan düğüm dağılımları fark etmeksizin EPDM-EM tarafından 20 algılayıcı dağılımında minimum %5, 40 algılayıcı dağılımında minimum %14, 60 algılayıcı dağılımında minimum %21, 80 algılayıcı dağılımında minimum %19, 100 algılayıcı dağılımında minimum %23 kapsama oranı farkı oluşmuş ve alanın daha optimum olarak kapsandığı tespit edilmiştir.

Sadece mobil düğümlerden oluşan homojen algılayıcı kümesinde  $0.01 \leq \lambda \leq 0.09$  olmak üzere; 20 mobil algılayıcının dinamik dağılımı yapıldığında 5 farklı  $\lambda$  değerinin tümünde ulaşılan kapsama oranının %28 olduğu, fakat iterasyon sayısı açısından değerlendirildiğinde  $\lambda = 0.03$  ve  $c_{eşik} = 0.8106$  olmak üzere minimum 41 iterasyonda optimum dağılımın yapıldığı tespit edilmiştir. 40 mobil algılayıcının dinamik dağılımı yapıldığında 5 farklı  $\lambda$  değerinin tümünde ulaşılan kapsama oranının %54 olduğu, fakat iterasyon sayısı açısından değerlendirildiğinde  $\lambda = 0.03$  ve  $c_{eşik} = 0.8106$  olmak üzere minimum 205 iterasyonda optimum dağılımın yapıldığı tespit edilmiştir. 60 mobil algılayıcının dinamik dağılımı yapıldığında  $\lambda = 0.01$  için 355 iterasyonda %76 kapsama oranına ulaşıldığı, fakat iterasyon sayısı açısından değerlendirildiğinde  $\lambda = 0.03$  ve  $c_{eşik} = 0.8106$  olmak üzere minimum 325 iterasyonda %75.43 kapsama oranına ulaşıldığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla her iki  $\lambda$  değerinde ulaşılan kapsama oranlarındaki fark %0.57 olduğundan bu değer ihmal



edilebileceği, fakat iterasyon sayısı farkının 30 olduğu ve bu değer ihmal edilemeyeceği için  $\lambda = 0.03$ 'de optimum dağılımın yapıldığı söylenebilir. 80 mobil algılayıcının dinamik dağılımı yapıldığında  $\lambda = 0.01$  ve  $c_{eşik} = 0.9324$  olmak üzere minimum 466 iterasyonda maksimum %88 kapsanma oranına ulaştığı ve hem iterasyon sayısı hem de kapsanma oranı açısından  $\lambda = 0.01$ 'de optimuma ulaşıldığı tespit edilmiştir. 100 mobil algılayıcının dinamik dağılımı yapıldığında  $\lambda = 0.07$  için 575 iterasyonda %95 kapsanma oranına ulaşıldığı, fakat iterasyon sayısı açısından değerlendirildiğinde  $\lambda = 0.01$  ve  $c_{eşik} = 0.8106$  olmak üzere minimum 545 iterasyonda %94.2 kapsanma oranına ulaşıldığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla her iki  $\lambda$  değerinde ulaşılan kapsanma oranlarındaki fark %0.8 olduğundan bu değer ihmal edilebileceği, fakat iterasyon sayısı farkının 30 olduğu ve bu değer ihmal edilemeyeceği için  $\lambda = 0.01$ 'de optimum dağılımın yapıldığı söylenebilir. Sonuç olarak; sadece mobil düğümlerden oluşan homojen algılayıcı kümesi için yapılan dağılımlarda kapsanma oranı ve iterasyon sayısı açısından değerlendirildiğinde  $\lambda$ 'nın **0.01** ve **0.03** değerleri için optimum dağılımın yapıldığı tespit edilmiştir.

Hem mobil hem de statik düğümlerden oluşan algılayıcı kümesinde  $0.01 \leq \lambda \leq 0.09$  olmak üzere; 16 mobil ve 4 statik algılayıcının dinamik dağılımı yapıldığında  $\lambda = 0.05$  ve  $c_{eşik} = 0.7047$  olmak üzere minimum 51 iterasyonda maksimum %28 kapsanma oranına ulaştığı ve hem iterasyon sayısı hem de kapsanma oranı açısından  $\lambda = 0.05$ 'de optimuma ulaşıldığı tespit edilmiştir. 32 mobil ve 8 statik algılayıcının dinamik dağılımı yapıldığında  $\lambda = 0.03$  ve  $c_{eşik} = 0.8106$  olmak üzere minimum 176 iterasyonda maksimum %55 kapsanma oranına ulaştığı ve hem iterasyon sayısı hem de kapsanma oranı açısından  $\lambda = 0.03$ 'de optimuma ulaşıldığı tespit edilmiştir. 48 mobil ve 12 statik algılayıcının dinamik dağılımı yapıldığında  $\lambda = 0.01$  ve  $c_{eşik} = 0.9324$  olmak üzere minimum 302 iterasyonda maksimum %74.6 kapsanma oranına ulaştığı ve hem iterasyon sayısı hem de kapsanma oranı açısından  $\lambda = 0.01$ 'de optimuma ulaşıldığı tespit edilmiştir. 64 mobil ve 16 statik algılayıcının dinamik dağılımı yapıldığında  $\lambda = 0.05$  için 494 iterasyonda %88.5 kapsanma oranına ulaşıldığı, fakat iterasyon sayısı açısından değerlendirildiğinde  $\lambda = 0.01$  ve  $c_{eşik} = 0.9324$  olmak üzere minimum 461 iterasyonda %87.7 kapsanma oranına ulaşıldığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla her iki  $\lambda$  değerinde ulaşılan kapsanma oranlarındaki fark %0.7 olduğundan bu değer ihmal edilebileceği, fakat iterasyon sayısı farkının 33 olduğu ve bu değer ihmal edilemeyeceği için  $\lambda = 0.01$ 'de optimum dağılımın yapıldığı söylenebilir. 80 mobil ve 20 statik algılayıcının dinamik dağılımı yapıldığında  $\lambda = 0.03$  için 552 iterasyonda %94.2 kapsanma oranına ulaşıldığı, fakat iterasyon sayısı açısından değerlendirildiğinde  $\lambda = 0.01$  ve  $c_{eşik} = 0.9324$  olmak üzere minimum 522 iterasyonda %93.2 kapsanma oranına ulaşıldığı tespit edilmiştir.

Dolayısıyla her iki  $\lambda$  değerinde ulaşılan kapsanma oranlarındaki fark %1 olduğundan bu değer ihmal edilebileceği, fakat iterasyon sayısı farkının 30 olduğu ve bu değer ihmal edilemeyeceği için  $\lambda = 0.01$ 'de optimum dağılımın yapıldığı söylenebilir. Sonuç olarak; mobil ve statik düğümlerden oluşan heterojen algılayıcı kümesi için yapılan dağılımlarda kapsanma oranı ve iterasyon sayısı açısından değerlendirildiğinde  $\lambda$ 'nın **0.01**, **0.03** ve **0.05** değerleri için optimum dağılımın yapıldığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla  $\lambda$ 'nın elde edilen optimum değerleri literatürde yapılacak çalışmalar için bir referans niteliğinde olacaktır.

Sonuç olarak KAA'da tanımlanan mobil ve statik düğümlerden oluşan algılayıcı kümelerinde başlangıç dağıtımı rastgele olarak yapılan düğümlerin geliştirilen meta-sezgisel tabanlı EPDM-EM tarafından yapılan dinamik dağılımlarında etkin kapsama oranına ulaşıldığı belirlenmiştir. Düğümün özelliğine göre seçilecek olan  $\lambda$  parametre değerlerinin 0.01, 0.03 ve 0.05 olması durumunda hem alanın kapsanma oranı hem de tüm düğümlerin optimum konuma yerleşmesi için çalıştırılacak iterasyon sayısı açısından daha optimum sonuçlara ulaşıldığı belirlenmiştir. Alanın kapsanma oranı açısından sadece homojen düğüm kümesi ile yapılan dağılımın heterojen düğüm kümesine göre daha optimum olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca rastgele olarak yapılan düğüm dağılımlarına göre EPDM-EM ile yapılan dinamik dağılımlarda alanda daima daha optimum kapsanma oranlarına ulaşılmıştır.

## 7.2. Öneriler

Bu tez çalışmasında, deneysel bulgular yorumlanarak “Sonuç ve Tartışma” bölümünde değerlendirildiğinde bu çalışma için gelecekte yapılabilecek öneriler şu şekildedir:

- Elfes Olasılıksal Algılama Modeli meta-sezgisel tabanlı birkaç algoritmaya uygulanabilir.
- Yapılacak olan simülasyonlarda düğümlerin tarama yarıçapları da farklı seçilerek heterojen düğüm kümesinin çeşiti artırılabilir.
- Elfes Olasılıksal Algılama Modeli kullanılarak düğümlerin yaşam sürelerini optimize eden ve ağın yaşam süresini artıran yaklaşımlar geliştirilebilir.

## KAYNAKÇA

- Ahmed, N., Kanhere, S. S., Jha, S. (2005). Probabilistic coverage in wireless sensor networks. *IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN'05)*, 17 November 2005, Sydney, NSW, Australia.
- Aitsaadi, N., Achir, N., Boussetta, K., Pujolle, G. (2011). Artificial potential field approach in WSN deployment: cost, QoM, connectivity, and lifetime constraints. *Computer Networks*, 55(1), 84–105.
- Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., Cayirci, E. (2002). Wireless sensor networks: a survey. *Computer Networks*, 38 (4), 393-422.
- Birbil, S. I. & Fang, S. C. (2003). An Electromagnetism-like Mechanism for Global Optimization. *Journal of Global Optimization*, 25 (3), 263–282.
- Chakrabarty, K., Iyengar, S. S., Qi, H., Cho, E. (2002). Grid Coverage for Surveillance and Target Location in Distributed Sensor Networks. *IEEE Transactions on Computers*, 51(12), 1448-1453.
- Huang, C. F. & Tseng, Y. C. (2005). The Coverage Problem in a Wireless Sensor Network. *Mobile Networks and Applications*, 10(4), 519–528.
- Coles, M. D., Azzi, D., Haynes, B. P., Hewitt, A. (2009). A Bayesian network approach to a biologically inspired motion strategy for mobile wireless sensor networks. *Ad Hoc Networks*, 7(6), 1217–1228.
- Dhillon, S. S. & Chakrabarty, K. (2003). Sensor placement for effective coverage and surveillance in distributed sensor networks. *IEEE Conference Wireless Communications and Networking (WCNC 2003)*, 16-20 March 2003, New Orleans, LA, USA, USA.
- Heinzelman, W. R., Chandrakasan, A., Balakrishnan, H. (2000). Energy-efficient communication protocols for wireless microsensor networks. *Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences*, 7 January 2000, Maui, HI, USA.
- Hossain, A. & Mishra, R. (2014). Sensing and Link Model for Wireless Sensor Network: Coverage and Connectivity Analysis. *2nd National Conference (EAPE 2013)*, Kolkata, INDIA.
- Kukunuru, N., Thella, B. R., Davuluri, R. L. (2010). Sensor Deployment Using Particle Swarm Optimization. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2(10), 5395-5401.

- Luo, H., Du, H., Huang, H., Ye, Q., Zhang, J. (2015). Barrier Coverage with Discrete Levels of Sensing and Transmission Power in Wireless Sensor Networks. *The 8th China Conference on Wireless Sensor Networks: Advances in Wireless Sensor Networks (CWSN 2014)*, 16 May 2015, Xi'an, China.
- Moore, R. J. (2007). The PDM rainfall-runoff model. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(1), 483-499.
- Heo, N. & Varshney, P. K. (2003). A Distributed Self Spreading Algorithm for Mobile Wireless Sensor Networks. *IEEE Conference Wireless Communications and Networking (WCNC 2003)*, 16-20 March 2003, New Orleans, LA, USA, USA.
- Özdağ, R. (2015). *Elektromagnetizma-Benzer Algoritması Kullanılarak Kablosuz Algılayıcı Ağlarının Optimizasyonunun Gerçekleştirilmesi*. İnönü Üniversitesi: Doktora Tezi.
- Özdağ, R. (2016). The Solution of the k-coverage Problem in Wireless Sensor Networks, *24th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU 2016)*, 16-19 May 2016, Zonguldak, Turkey.
- Özdağ, R. (2018). Optimization of Target Q-Coverage Problem for QoS Requirement in Wireless Sensor Networks. *Journal of Computers*, 13(4), 480-489.
- Özdağ, R. & Karcı, A. (2015). Sensor Node Deployment Based on Electromagnetism-Like Algorithm in Mobile Wireless Sensor Networks. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2015, 15 pages.
- Özdağ, R. & Karcı, A. (2016). Probabilistic Dynamic Distribution of Wireless Sensor Networks with Improved Distribution Method based on Electromagnetism-Like Algorithm. *Measurement*, 79, 66-76.
- Ozturk, C., Karaboga, D., Gorkemli, B. (2011). Probabilistic Dynamic Deployment of Wireless Sensor Networks by Artificial Bee Colony Algorithm. *Sensors*, 11(6), 6056–6065.
- Ozturk, C., Karaboga, D., Gorkemli, B. (2012). Artificial bee colony algorithm for dynamic deployment of wireless sensor networks. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 20(2), 255-262.
- Qi, G. P., Song, P., Li K. J. (2008). Blackboard Mechanism Based Ant Colony Theory for Dynamic Deployment of Mobile Sensor Networks. *Journal of Bionic Engineering*, 5(3), 197-203.

- Huang, S. C., Chang, H. Y., Wu, K. L. (2013). A Jigsaw-Based Sensor Placement Algorithm for Wireless Sensor Networks. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 9(11), 11 pages.
- Soleimanzadeh, R., Farahani, B. J., Fathy, M. (2010). PSO based Deployment Algorithms in Hybrid Sensor Networks. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 10(7), 167-171.
- Tsukamoto, K., Ueda, H., Tamura, H., Kawahara, K., Oie, Y. (2009). Deployment Design of Wireless Sensor Network for Simple Multi-Point Surveillance of a Moving Target. *Sensors*, 9, 3563-3585.
- Udgata, S. K., Sabat, S. L., Mini, S. (2009). Sensor deployment in irregular terrain using Artificial Bee Colony algorithm. *World Congress on Nature Biologically Inspired Computing (NABIC 2009)*, 9-11 December 2009, Coimbatore, India.
- Valsalan, V. M. (2013). Dynamic Deployment of Wireless Sensor Networks Using Enhanced Artificial Bee Colony Algorithm. *International Journal of Science and Research*, 2(4), 99-103.
- Wang, X., Wang, S., Ma, J. J. (2007). An Improved Co-evolutionary Particle Swarm Optimization for Wireless Sensor Networks with Dynamic Deployment. *Sensors*, 7(3), 354-370.
- Wang, B. (2011). Coverage problems in sensor networks: A Survey. *ACM Computing Surveys*, 43(4), 53 pages.
- Wang, G., Guo, L., Duan, H., Liu, L., Wang, H. (2012). Dynamic Deployment of Wireless Sensor Networks by Biogeography Based Optimization Algorithm. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 1(2), 86-96.
- Wang, J. & Zhong, N. (2006). Efficient Point Coverage in Wireless Sensor Networks. *Journal of Combinatorial Optimization*, 11(3), 291-304.
- Liao, W. H., Kao, Y., Wu, R. T. (2011). Ant colony optimization based sensor deployment protocol for wireless sensor networks. *Expert Systems with Applications*, 38(6), 6599-6605.
- Yu, X., Zhang, J., Fan, J., Zhang, T. (2013). A Faster Convergence Artificial Bee Colony Algorithm in Sensor Deployment for Wireless Sensor Networks. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 9(10), 9 pages.

Yu, X., Liu, N., Huang, W., Qian, X., Zhang, T. (2013). A Node Deployment Algorithm Based on Van Der Waals Force in Wireless Sensor Networks. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 9(10), 8 pages.

Zou, Y., Chakrabarty, K. (2003). Sensor deployment and target localization based on virtual forces. *22nd Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (INFOCOM 2003)*, 30 March – 3 April 2003, San Francisco, CA, USA.



## ÖZ GEÇMİŞ

**İsim** : Nawzad Hasan ALİ  
**Doğum Yeri** : Zakho, IRAQ  
**Doğum Tarihi** : 12 Mart 1972  
**Lisans Eğitimi** : Mosul Üniversitesi, Bilgisayar Bilimi ve Matematik Fakültesi, Bilgisayar Bilimi (2002-2003)  
**Yabancı Dil** : İngilizce, Arapça  
**Adres** : Duhok Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Bilgisayar Bilimi Bölümü  
**E-posta** : [Nawzadali1972@gmail.com](mailto:Nawzadali1972@gmail.com)



YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
Eğitim Bilimler Enstitüsü

LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
Eğitim Bilimler Enstitüsü

23.01.2019.

Tez Başlığı / Konusu

KARLOSUZ ALGILAYICI AÇILARDA KAPSANMA ORANININ  
BİLEŞTİRMEYENİTİM - BENZER ALGORİTMA VE FLEES OLASILIK  
ALGILAMA MODELİ İÇİ OPTİMİZASYONU


Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 57... sayfalık kısmına ilişkin, 23.01.2019 tarihinde şahsim/tez danışmanım tarafından i.Thankyou...intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 2 (...iki...) dir.

Uygulanan Filtreler Aşağıda Verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimededen daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi İnceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içemediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

  
23.01.2019.  
Nazım Hasan Ali  
Adı, Soyadı, İmza


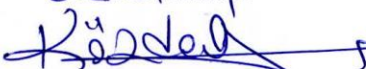
Adı Soyadı : Nazım Hasan Ali

Öğrenci No : 14940001006

Anabilim Dalı : Bilgisayar ve İnternet Teknolojileri Eğitimi ABD

Programı : Bilgisayar ve İnternet Teknolojileri Eğitimi

Statüsü : Y. Lisans  Doktora

DANIŞMAN  
Dr. D. Uy. Kesep.   
23.01.2019.  


ENSTİTÜ ONAYI  
UYGUNDUR

23.01.2019.

Servet CAN  
Enstitü Sekreteri