Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Gizlilik ve Baz İstasyonun Konumunun Yaşam Süresine Etkisi

Mustafa Mikail Özçiloğlu[1], Bülent Tavlı[2]
[1] Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Enformatik Bölümü, Kilis
[2] TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara
mozciloglu@kilis.edu.tr,btavli@etu.edu.tr

Özet: Geniş uygulama alanlarına sahip olan kablosuz algılayıcı ağları, çok fonksiyonel ve kullanışlı olmalarına rağmen veri gizliliği açısından yeterli bir yapıya sahip olmadıkları görülmektedir. Bu yapılarından dolayı veri gizliliği çok hassas bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu araştırma kapsamında bir kablosuz algılayıcı ağın yaşam süresinin, verilen gizlilik kıstasları altında ve baz istasyonun yerine bağlı olarak, lineer programlama ile maksimize edilme incelendi.

Anahtar Sözcükler: Kablosuz Algılayıcı Ağlar, Lineer Programlama, Enerji Tasarrufu, Güvenlik.

Privacy and Location of The Base Station Effect of Lifetime For Wireless Sensor Networks

Abstarct: Wireless sensor networks has a wide area of application. Although, they are convenient and functional, it is obvious that traditional structure of sensor networks are not strong enough with respect to data privacy. Within the scope of this study we investigated the lifetime a wireless sensor network under optimized data routing through linera programming given the privacy constraints and locations of the base station.

Keywords: Wireless Sensor Networks, Linear Programming, Energy Efficiency, Privacy.

1. Giriş

Kablosuz Algılayıcı Ağları (KAA), algılayıcıların topladıkları veriyi bir baz istasyonuna göndermeleri şeklinde çalışır. KAA'ların farklı koşullar altında, sensorlerin güç kaynakları yenilenmeden uzun süre çalışması beklenmektedir. Binlerce algılayıcıdan oluşabilecek KAA'larda bu yüzden yaşam süresinin optimize edilmesi gerekmektedir. KAA'larda yaşam süresi, ağda enerjisi biten ilk algılayıcının yaşam süresi ile tanımlıdır.[1]

KAA'lar, algılayıcıların topladıkları veriyi baz istasyonuna göndermeleri şeklinde çalışırken iki algoritma çeşidiyle karşılaşılmaktadır. Bunlar; 1-) En az yaşam süresini en iyilemek. 2-) Toplam enerji harcanımını en aza indirmek.[6] KAA'ların farklı koşullar altında, algılayıcıların güç kaynakları yenilenmeden uzun süre çalışması beklenmektedir.

Ağ içindeki trafiğin dengeli bir şekilde yönlendirilmesi algılayıcıların enerjilerini uzun süre kullanabilmesi için önemli bir etkendir. Bu problem bir en iyileme problemi olup en iyileme probleminin çözümünde doğrusal programlama kullanımı yaygındır.

KAA'lar, algılayıcıların topladıkları veriyi baz istasyonuna direk yada başka algılayıcılar aracılığı ile göndermeleri suretiyle çalışırlar. Verilerini kendi etraflarında her yöne doğru gönderim yaparlar. Bu araştırmada KAA'ların yaşam sürelerini arttırma, verilerinin istenmeyen algılayıcılar tarafından dinlenmesini engelleme ve baz istasyonun konumunun yaşam süresine etkisini gözlemlemektir. Bu konuda ilk ola-

rak, sanal bir mesafe belirlenerek bu mesafeden uzağa kablosuz algılayıcıların verilerini göndermeleri engellenmektedir. Daha sonrada istenmeyen algılayıcıların durumlarına göre kablosuz algılayıcıların verilerini gönderebilecekleri mesafeler kısıtlanmaktadır.

Bu çalışma şu şekilde yapılandırılmıştır; 2. bölümde sistem modeli tanımlanmıştır. 3. bölümde yaşam süresini maksimum hale getirmek ve güvenliği sağlamak için LP formulasyon yapısı gösterilmektedir. Simülasyon sonucu 4. bölümde verilmiştir. 5. Kaynaklar gösterilmektedir..

2. Model

Bu projede, [2] de anlatılan enerji modeli kullanılmaktır. Bu modelde verinin işlenmediği kabul edilmiş. Bir bitlik bilginin gönderilmesi ve alınması için gereken enerji modelleri aşağıda gö sterilmektedir;

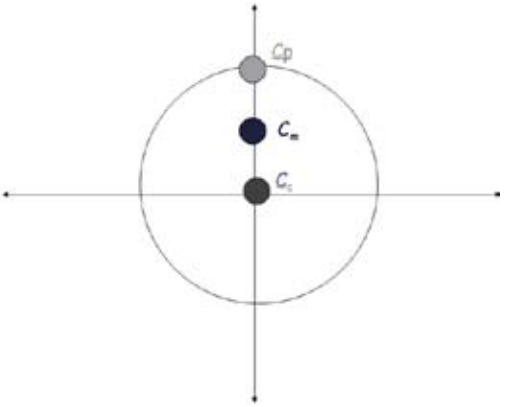
$$P_{tx,ij} = \rho + \varepsilon d_{ij}^{\ \alpha} \qquad (1)$$

$$P_{rx} = \rho \qquad (2)$$

$P_{tx,ij}$: i algılayıcısından j algılayıcısına 1 bitlik veri iletimi için harcanan enerji
P_{rx} : 1 bitlik veriyi almak için harcanan enerji
ρ : algılayıcının elektronik devresindeki enerji harcanımı
ε : alıcı-vericinin verimliliği
d_{ij} : i algılayıcısı ile j algılayıcısı arasındaki mesafe
α : yol kayıp vektörü

2.1. Modeldeki Veriler

Bu araştırmada sistem parametreleri olarak ρ = 50 µJ, ε = 100 pJ, a = 2 seçilmiştir. Baz istasyonları da şekil l'de gösterildiği gibi 3 farklı yerde bulunmaktadır. İncelemeler farklı algılayıcı sayıları ve yoğunlukları için yapılmakta ve ayrıca algılayıcıların başlangıç enerjileri 2 Joule olarak kabul edilmektedir.



Şekil 1: Baz istasyonların konumları

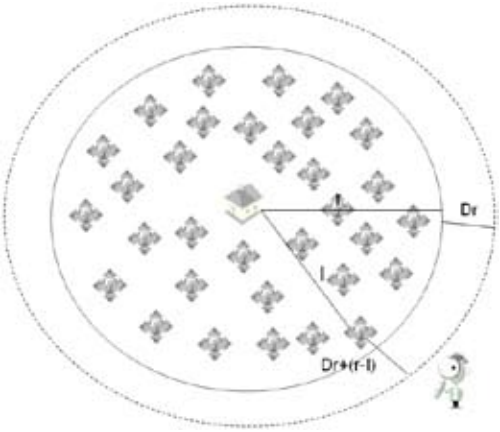
2.2. Modelin Çalışma Mantığı

Proje çalışma mantığı [2]'de belirtilen yaşam süresi tanımı üzerine kurulmuştur. Bu tanıma göre yaşam süresi, enerjisi ilk biten algılayıcının kullandığı süredir. Her algılayıcının birim zamanda s lik bilgi ürettiği aynı zamanda başka algılayıcılardan gelebilecek bilgileri yaşam süresini maksimize edecek şekilde baz istasyonuna direk olarak ya da başka algılayıcılar aracılığıyla ilettiği kabul edilmiştir.

Şekil2'de görüldüğü gibi N adet algılayıcı rastgele yuvarlak bir ağa yerleştirilmiştir. Baz istasyonu merkezde**(C**c) olduğu bu iletim esnasında algılayıcı bilgiyi belli bir mesafeden daha uzağa göndermesi engellenerek dışarıdaki istenmeyen dinleyiciye verilerin gönderilmesi engellenmiştir.

Şekil 2'deki gibi bir ağ yapısında, algılayıcıların verilerini gönderebilecekleri en fazla mesafe Dr+(r-l) ile hesaplamaktadır. Buradaki r yuvarlak ağın yarıçapını, l veri gönderecek olan algılayıcının ağın merkezine olan mesafesini, Dr de ağı kapsayan sanal bir sınırın ağın en dış kısmına olan mesafesini göstermektedir. Bu hesaplamalarla algılayıcı en fazla Dr+(r-l) kadarlık bir yarıçap alanında verilerini gönderebilmektedir. Bu hesaplamaların hepsi baz istasyonun tam ortada olduğu**(C**c), yarıçapın tam ortasında bulunduğu**(C**m) ve ağın tam dış kenarında olduğu**(Cp)** noktaları için ayrı ayrı

hesaplanmaktadır. Çünkü her denemede algılayıcılar rastgele yerleştirilmektedir.



Şekil 2: Algılayıcıların Dağılımı ve İstenmeyen Dinleyicinin Gösterimi

3. Lineer Programlama Formulasyonu

Algılayıcırın minimum yaşam süresi olan i'yi maksimize etmek için en iyileme problemi, aşağıdaki kısıtlara sahiptir;

Maximize t

$$f_{ij} \geq 0 \qquad (1)$$

$$\sum_j f_{ij} - \sum_j f_{ji} = s_i t \qquad i \in [2,N] \qquad (2)$$

$$l_i \geq d_{ij} \qquad i \in [2,N] \qquad (3)$$

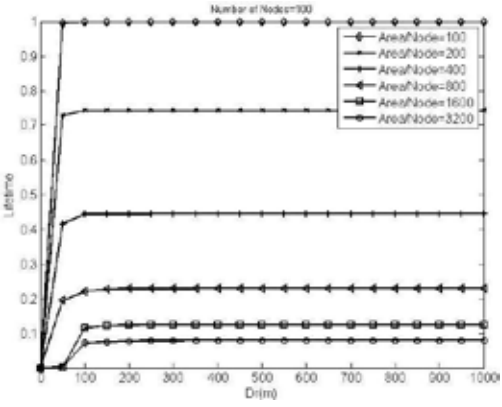
$$t\{[P_{rx} \sum_j f_{ij}] + [\sum_j P_{tx,ij}]\} \leq e_i \; i \in [2,N] \quad (4)$$

Bu kısıtlardaki; f_{ij} i algılayıcısından j algılayıcısına gönderilen veriyi, f_{ji} i algılayıcısının j algılayıcısından aldığı veriyi, s_i i algılayıcısının birim zamanda ürettiği veriyi, d_{ij} i algılayıcısı ile j algılayıcısı arasındaki gönderim mesafesini, l_i i algılayıcısının en fazla gönderebileceği mesafeyi, $P_{tx,ij}$ 1 bitlik verinin gönderimi için harcanan enerjiyi, P_{rx} 1 bitlik veriyi almak için harcanan enerjiyi, e_i i algılayıcısının enerjisini göstermektedir.

Baz istasyonu hariç diğer bütün algılayıcıların bu kısıtlamalara uygun bir şekilde en iyi sonuç elde etmeleri sağlanmaktadır. Burada ilk kısıt, bütün akışların negatif olmayan bir değer olduğunu göstermektedir. İkinci kısıt, toplamda bir algılayıcıdan çıkan bilgilerden, toplamda o algılayıcıya giren bilgiler çıkarıldığında algılayıcının geçen sürede ne kadar veri ürettiğini vermektedir. Üçüncü kısıt, algılayıcının gönderebileceği mesafenin belirtilen mesafeden daha fazla olmamasını, dördüncü kısıt ise veri alırken ve yollarken harcanan enerjilerin toplamının algılayıcının ilk enerjisinden fazla olamayacağını söylemektedir. Burada ayrıca ağı dinleme ve tahmin etme enerjileri de vardır fakat bu çalışmada göz ardı edilmektedir. Veri gönderimi, alımı ve üretimi üzerinde yoğunlaşılmaktır.

4. Sonuç

Kablosuz algılayıcı ağların yaşam sürelerini baz istasyonunun yeri değiştirilerek, ağın dışardan dinlenmemesi için birçok algılayıcı yoğunluğu ve farklı algılayıcı sayıları acısından birçok deneme ve gözlem yapılmıştır. Bu deneme ve gözlemler matlab ortamında gerçekleştirilmiş, birçok grafik ve veri elde edilmiştir.



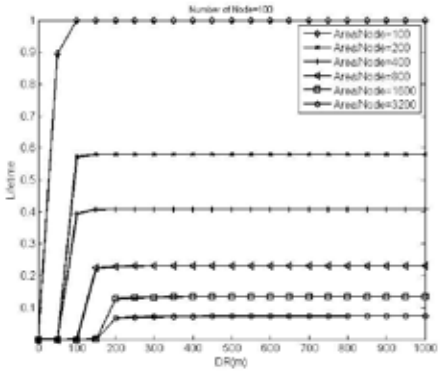
Şekil 3: Baz İstasyonunun Merkezde Olma ve Algılayıcı Sayısının Sabit Olma Durumlarında Farklı Algılayıcı Yoğunlukları İçin Yaşam Süresi Gösterimi

Farklı algılayıcı yoğunlukları için alınan değerlerle elde edilen grafik Şekil 3'de gösterilmiştir. Grafiklerde alınan değerler en fazla alınan değere göre ölçeklenmektedir. Böylelikle normalizasyon sağlanmaktadır. Grafikte görünen veriler baz istasyonumuzun şekil1'de görüldüğü gibi (C_c) merkez noktada olduğu kabul edilerek ve algılayıcı sayımız 100 olarak sabit belirlenerek elde edilmiştir.

Şekil 3'ten anlaşılacağı üzerine Dr kısıtı arttıkça, yani sınırlanan alan genişledikçe, yaşam süremiz artmaktadır. Çünkü algılayıcıların verilerini gönderebilecekleri mesafe genişlemektedir ve bir değerden sonra sabitlenmektedir. Çünkü algılayıcıların verilerini gönderebilecekleri mesafe kısıtı bir derece ortadan kalkmaktadır. Ayrıca burada birde gözlemleyebileceğimiz algılayıcı yoğunlukları genişledikçe yaşam süremiz azalmaktadır. Bununda nedeni algılayıcıların verilerini gönderebilecekleri mesafenin artmasıdır.

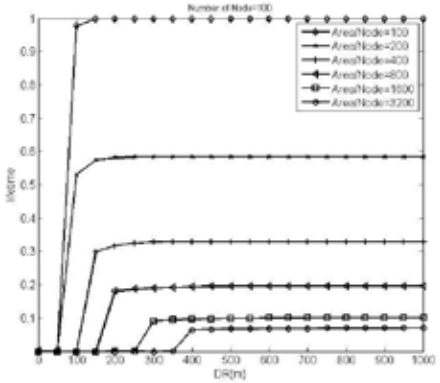
Şekil 3'te farklı algılayıcı yoğunlukları için alınan sonuçlar aynı grafik üzerinde gösterilmektedir. Algılayıcı yoğunluklarının genişlemesi ağımızın yaşam süresini kısıtladığı görülmektedir. Şekil3'teki 1600 ve 3200 de algılayıcı sayımız sabit olduğu için algılayıcıların yerleşim yerleri arasındaki mesafeler artmaktadır. Aynı zamanda algılayıcıların verilerini gönderebilecekleri alanı kısıtladığımız için yani başlangıçtaki sanal alan sinirinin dar olmasından dolayı hiçbir veri iletimi olamamaktadır. Sanal alan kısıdı genişledikçe, yaşam süresinin arttığı gözlenmektedir. Ayrıca 100 m lik algılayıcı yoğunluğu için elde edilen veriler ilk Dr değerinden itibaren yaşam süresi olduğunu göstermektedir. Bir noktadan sonra yaşam süresindeki artış sabitlenmektedir.

Şekil 4'te yine farklı algılayıcı yoğunlukları için fakat baz istasyonumuz şekil1'deki (C_m) gibi yarıçapın yarısı kadar yer değiştirmiş olduğu andaki alman verileri gösterilmektedir.



Şekil 4: Baz İstasyonunun, Merkezle Sınır Arasında Olma ve Algılayıcı Sayısının Sabit Olma Durumlarında Farklı Algılayıcı Yoğunlukları İçin Yaşam Süresi Gösterimi

Baz istasyonun yarıçapın yarısı kadar yer değiştirmesi, en çok algılayıcı yoğunluğunun az olduğu durumlar için yaşam sürelerindeki değişim fark edilmektedir. Bununda en büyük nedeni algılayıcıların birbirlerine olan mesafelerinin artmasıdır. Böylece KAA'ların yaşam süreleri Şekil 4'te oluşan grafik gibi görüntülenmektedir.



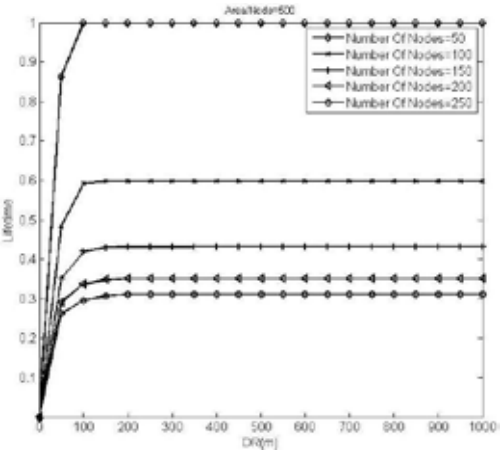
Şekil 5: Baz İstasyonunun Sınırda Olma ve Algılayıcı Sayısının Sabit Olma Durumlarında Farklı Algılayıcı Yoğunlukları İçin Yaşam Süresi Gösterimi

Şekil 5'te yine farklı algılayıcı yoğunluklarında fakat baz istasyonumuz şekil1'deki (C_p) gibi yarıçap mesafesinde yer değiştirerek ağın

tam dış kenarında olduğu andaki alınan verileri gösterilmektedir. Baz istasyonumuzun giderek en iyi yerinden uzaklaşması yaşam süremizi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuzluk bütün farklı yoğunluklar için Şekil 5'te açık olarak görülmektedir.

Çalışmanın bir sonraki adımı olarak KAA'nın algılayıcı yoğunluğunu 500 olarak sabit tutarak, algılayıcı sayısının değişimine göre gözlemlemeler yapılmış, veriler bulunmuş ve farklı grafikler elde edilmiştir.

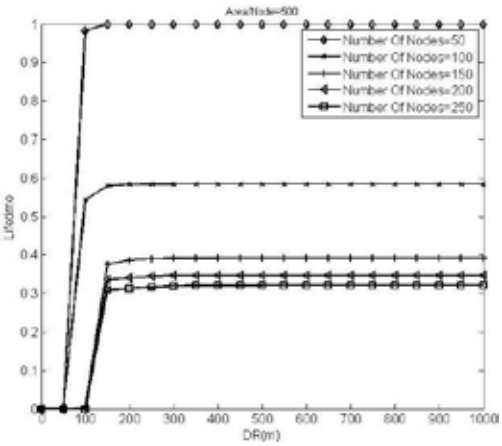
Şekil 6'da baz istasyonumuzun şekil 1'deki gibi (C_c) merkez noktasında olduğu kabul edilerek, algılayıcı sayımızın farklı değer aralıkları için grafiği görülmektedir.



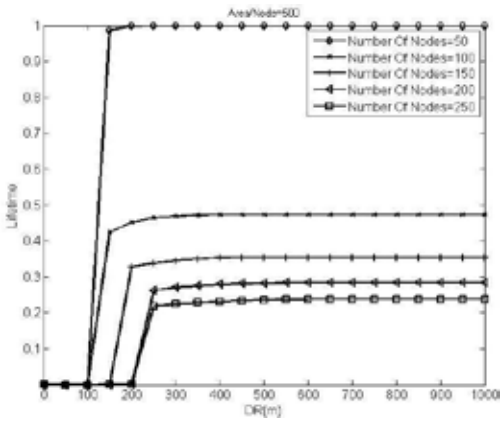
Şekil 6: Baz İstasyonunun Merkezde Olma ve Algılayıcı Yoğunluğunun Sabit Olma Durumlarında Farklı Algılayıcı Sayıları İçin Yaşam Süresi Gösterimi

Baz istasyonumuzun merkezde yani en iyi yerde olduğu Şekil 6'da farklı algılayıcı sayılarında yaşam süresi Dr mesafesinin ilk değerlerinden itibaren görülmektedir.

Şekil 7'de baz istasyonumuzun Şekil l'deki gibi baz istasyonu yarıçapın tam ortasında bulunduğu (Cm) yani yarıçapın yarısı kadar yer değiştirdiği kabul edilerek, algılayıcı sayısının farklı aralıkları için elde edilmiş grafik görülmektedir.



Şekil 7: Baz İstasyonunun, Merkezle Sınır Arasında Olma ve Algılayıcı Yoğunluğunun Sabit Olma Durumlarında Farklı Algılayıcı Sayıları İçin Yaşam Süresi Gösterimi



Şekil 8: Baz İstasyonunun Sınırda Olma ve Algılayıcı Yoğunluğunun Sabit Olma Durumlarında Farklı Algılayıcı Sayıları İçin Yaşam Süresi Gösterimi

Şekil 8'de baz istasyonumuz şekill'deki (C_p) gösterildiği gibi yarıçap kadar yer değiştirmiştir. Baz istasyonun merkezden uzaklaşması yaşam süremizi olumsuz yönde etkilediği kesin olarak görülmektedir. Algılayıcı sayısı da bunu tetiklemekte ve yaşam süresi oldukça daralmaktadır.

Yapılan bu araştırmalarla, algılayıcı sayısının sabit olduğu, farklı algılayıcı yoğunluklarında baz istasyonun merkezde olması en iyi süreyle

devamlılığı sağladığı gözlemlenmektedir. Diğer bir acıdan da sabit algılayıcı yoğunlukları ve farklı algılayıcı sayıları için bakıldığında yine baz istasyonun merkezde olması en iyi yaşam süresini sağlamaktadır.

Bu çıkarımlar, farklı algılayıcı yoğunlukları ve farklı algılayıcı sayıları için elde edilen verilerle oluşturulan grafiklerden yorumlanmaktadır.

5. Kaynakça

[1] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci, "Wireless Sensor Networks" A Survey Elsevier Computer Networks, (2002).

[2] Z. Cheng, M. A. Perillo, and W. B. Heinzelman, "General Network Lifetime and Cost Models for Evaluating Sensor Network Deployment Strategies" IEEE Trans. on Mobile Computing vol. 7, pp. 484-497, 2008.

[3] W. B. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "An application specific protocol architecture for wireless microsensor networks," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 1, pp. 660-670, 2002.

[4] L. Zhou and Z. Haas, "Securing ad hoc networks" IEEE Network, vol. 13, no. 6, pp. 24-30, (1999).

[5] A. Perrig, R. Szewczyk, D. Tygar, V. Wen, and D. Culler, "SPINS: security protocols for sensor networks" Wireless Networks, vol. 8, no. 5, pp. 521- 534, 2002.

[6] S.C. Ergen and P. Varaiya, "On Multi-hop Routing for Energy Efficiency", IEEE Communication Letters, vol.9, no.10, pp.880-881, October 2005.