

HAREKETE UYUM SAGLAYABİLEN DİNAMİK UYKU ÇİZELGELEMESİ

Ozgun Pinarer, Atay Ozgovde

▶ **To cite this version:**

Ozgun Pinarer, Atay Ozgovde. HAREKETE UYUM SAGLAYABİLEN DİNAMİK UYKU ÇİZELGELEMESİ. 2015 23th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), May 2015, Malatya, Turkey. pp.1765-1768, 10.1109/SIU.2015.7130195 . hal-02380165

HAL Id: hal-02380165

https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02380165

Submitted on 10 Feb 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

HAL
archives-ouvertes.fr

Application specific dynamic sleep scheduling

Ozgun Pinarer, Atay Ozgovde

▶ To cite this version:

Ozgun Pinarer, Atay Ozgovde. Application specific dynamic sleep scheduling. 2015 23th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), May 2015, Malatya, Turkey. pp.1765-1768, 10.1109/SIU.2015.7130195 . hal-02380165

HAL Id: hal-02380165
https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02380165

Submitted on 10 Feb 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

HAREKETE UYUM SAĞLAYABİLEN DİNAMİK UYKU ÇİZELGELEMESİ
APPLICATION SPECIFIC DYNAMIC SLEEP SCHEDULING

Ozgun Pinarer, Atay Ozgovde
Mühendislik ve Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği
Galatasaray Üniversitesi
{opinarer, aozgovde}@gsu.edu.tr

***Özetçe* —Algılayıcı düğümlerin günümüzde en sık kullanıldığı alanların başında çevresel zeka uygulamaları gelmektedir. Bu uygulamalardaki amaç, kişinin hareketlerini takip edebilmek, analiz edip kişiye özel çıkarımlarda bulunabilmektir. Bu çalışmada çevresel zeka uygulamalarının en temel bileşeni olan algılayıcı düğümlerin enerji tüketimi problemine literatürdeki klasik çözüm önerilerinden farklı bir şekilde yaklaşılmıştır. Önerilen yaklaşım ile algılanan hareket bilgisine bağlı olarak algılayıcı düğüm üzerinde uyku döngüsü dinamik olarak çalıştırılmaktadır. Bu yaklaşımdaki amaç, literatürdeki diğer benzer çalışmaların aksine algılanan fiziksel işaret, algılayıcı düğüm ayarlarını ileriye yönelik dinamik olarak güncellemede kullanacak şekilde bütünsel bir yapı kurmaktır. Elde edilmek istenilen sonuç ise uygulama başarımında tolere edilebilir bir olası düşüş karşılığında enerji verimi açısından önemli derecede kazanç elde edilebiliecek bir çalışma alanı olduğunu göstermektir. Çalışmada sunulan bu yaklaşım, 3 boyutlu ivme işareti üzerinde test edilmiş olup ve bu bildiride sunulmuştur. Deneyler sonucunda, hem enerji veriminin hem de hareket izleme algoritma başarımının yüksek olduğu çalışma alanları tespit edilmiştir.**

Anahtar Kelimeler*—*çevresel zeka uygulamaları, kablosuz haberleşme, gömülü sistemler, işaret işleme

***Abstract*—Ambient Intelligence is one of the research area where wireless sensor devices are commonly used. Main idea of these applications is to monitor and recognize people's indoor or outdoor activities. In this study, we focus on one of the major problem of WSN which is energy consumption in a different way from the existing approaches in the literature. With the proposed approach, it is shown that it is possible to create a dynamic sleep scheduling mechanism for each recognized activity. In contrast to previous studies found in the literature review, in our perspective, a holistic approach which takes component and application level into account is proposed, therefore energy consumption and the ways for improving lifetime of node and the network are handled. Main aim is to find a suitable region where application can work with tolerable performance degradation meanwhile lifetime of the sensor is extended by decreasing energy consumption. Proposed approach is tested on accelerometer signal of walking activity. It is shown that it exists a region where application performance and energy gain are suitable.**

Keywords*—*ambient intelligence, ubiquitous computing, wireless communication, embedded system, signal processing

I. GİRİŞ

Kablosuz Algılayıcı Ağlar (KAA) gündelik yaşantımızın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Yüksek işlem yapabilme yetenekleri ve düşük üretim masrafları, algılayıcı düğümlerin kullanım alanlarını son derece genişletmiştir. Son yıllarda çevresel zeka alanında artış gösteren çalışmalar ve bu alanda ortaya konulan uygulamalar bu gelişimi kanıtlar niteliktedir. KAA'yı oluşturan algılayıcı düğümler aynı zamanda çevresel zeka uygulamalarının da temelini oluşturmaktadırlar. Düşük maaliyet, hafiflik, giyilebilirlik, yüksek işlem yapabilme yetenekleri, diğer cihazlarla birlikte çalışabilirlik ve farklı türdeki işaretleri ölçmedeki çeşitlilik (sıcaklık, yer bilgisi, ivme vb) algılayıcı düğümlerin en büyük artılarını oluşturmaktadır. Ölçülebilen işaretlere göre algılayıcı düğümler çeşitlilik göstermektedir. Sıcaklık, yer saptama, ivme gibi temel işaretleri ölçen düğümlerin yanı sıra insan sağlığı uygulamalarında kullanılan giyilebilir özelliklere sahip algılayıcı düğümler sayesinde EKG, GSR, EMG gibi işaretler de ölçülebilmektedir (özellikle e-sağlık uygulamaları) [1]–[4]. Hafif oluşları ve uygulamanın türüne göre ihtiyaç duyulduğunda giyilebilir oluşları bu cihazlara olan ilgiyi arttırmıştır. Algılayıcı düğümlerin hafif ve küçük boyutlu oluşları olumlu taraflarının yanı sıra bazı temel sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların başında sınırlı pil enerjisi, buna bağlı olarak da sınırlı uygulama ömrü gelmektedir.

KAA'nın en hassas konularının başında algılayıcı düğümlerin tükettiği enerjinin takibi gelmektedir. Uygulamanın ömrü doğrudan algılayıcı düğümün harcadığı enerji miktarına bağlı olduğundan enerji tüketiminin iyileştirilmesi, algılayıcı düğüm ömrünün uzatılması üzerine yapılan çalışmalar bu alanda ön plana çıkmaktadır. Literatürde, algılayıcı düğümlerin tükettikleri enerjiyi azaltmak için önerilen birçok yöntem mevcuttur. Bu kapsamda birtakım çalışmalar, KAA ağ yapısı üzerine yoğunlaşmış ve ağ yapısına uygun yönlendirme ve haberleşme protokolleri geliştirerek enerji tüketimini azaltan uyku döngüsü oluşturmayı hedeflemişlerdir [5]–[7]. Diğer yandan, algılayıcı düğümün ölçtüğü veriyi temel alan ve düğümün işlem yeteneğini kullanan yaklaşımlar da enerji tüketimini iyileştirmeye yönelik yapılan çalışmaların diğer kısmını oluşturmaktadırlar [8]–[10].

Ancak bu çalışmalardaki eksik nokta, önerilen bu yöntemlerin bileşen temelli oluşu ve önerilen yaklaşımın uygulamaya olan etkisinin yeteri kadar işlenmemiş olmasıdır. Bu çalışmamızda hem uygulamayı hem de fiziksel algılayıcı düğümü kapsayan bütünsel bir yaklaşım benimsenmiştir. Çalışmadaki amaç[1], uygulama performansından mümkün olduğu kadar asgari düzeyde ödün vererek uygulama ömründe somut iyileştirme yapacak kadar enerji kazancı sağlayan

[1]Bu çalışma Galatasaray Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından 12.401.002 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

çalışma koşullarını elde etmektir.

Bu bildiri şu şekilde bölümlendirilmiştir: 2. bölümde çalışmada önerilen yaklaşımın detayları sunulmuştur. Deney aşaması ve kullanılan veri seti 3. bölümde anlatılmıştır. 4. Bölümde deney sonuçları verilip 5. bölümde elde edilen çıkarımlar ve ileriye yönelik çalışma planı sunulmuştur.

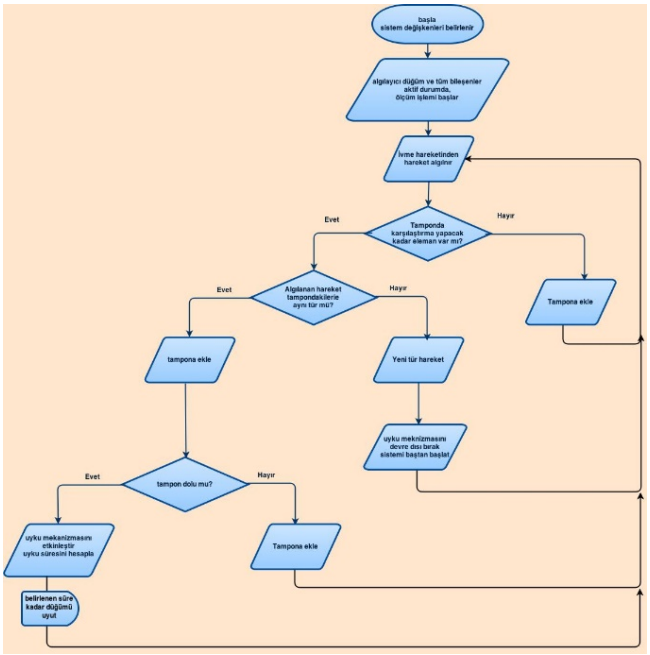
II. ÖNERİLEN YAKLAŞIM

Bu çalışmanın her aşamasında algılayıcı düğümlerin sahip oldukları üç temel özellikten (ölçme-hesaplama-gönderme) enerji tüketimini iyileştirme amacıyla yararlanılmaktadır. Bu iyileştirme yapılırken ise uygulama ile algılayıcı düğüm bileşenleri arasında geri bildirim sistemi kullanılmaktadır. Uyku çizelgelemesi, algılanan her yeni hareketin mikroişlemci üzerinde işlenmesi ve analiz edilmesi sonucunda dinamik uyku çizelgelemesi (*DUÇ*) oluşturulmaktadır.

A. Sunulan Yaklaşımın Detayları

Giyilebilen algılayıcı düğümler ile çevresel zeka uygulamalarında kullanıcıların gerçekleştirdiği hareketleri incelemek ve çıkarımlarda bulunmak mümkündür. İncelenen hareketler yürüme, koşma gibi günlük temel hareketler olabileceği gibi çeşitli spor dallarına özgü hareketler de olabilir (tenis, beyzbol golf vuruşlarının analizi vb.). Bu hareketkerin değişken periyotta hareketler olduğu göz önüne alındığında her harekete ayrı özel uyku çizelgelemesi yaratmak gerekmektedir. Önerilen yaklaşımda algılayıcı düğümler, gerçekleştirilmekte olan hareketi sahip oldukları mikroişlemciler ile algılayabimekte, işaret işleme ile hareketi tanıyabilmekte ve hareketin sıklığını hesaplayabilmektedirler. Sunulan yaklaşımda kullanılan tampon bellek ile algılanan hareketler saklanabilmekte ve bu tampon bellek yardımıyla hareketin sıklığı hesaplanmaktadır. Gerçekleştirilen bu hesap sayesinde ve tampon bellekte tutulan bilgiler ışığında bir sonraki hareketin ne kadar süre sonra yapılacağı ön görülmektedir. Hareketin sıklığını sağlıklı hesaplayabilecek kadar hareket bilgisi tampon bellekte saklanmaktadır. Tampon bellek dolduğunda elde edilen hareket sıklığını temel alarak bir sonraki hareketin olası zamanı ön görülmektedir. Bu çalışmadaki amaç ise, dinamik olarak hesaplanan, her yeni algılana harekette tekrar hesaplanan ön görülen zamana kadar olan sürenin bir kısmında algılayıcı düğümü tamamen ya da sadece en çok enerji tüketimine sebep olan radyo çipini uyutmaktır. Uyuma süresi tamamlanıp algılayıcı düğüm tekrar etkin duruma gelmektedir. Etkin duruma geldikten sonra algılanan ilk hareket önem arz etmektedir. Çünkü uyku sırasında bir hareket olup olmadığı bilinmemektedir. Bu sebepten uyku etabından sonra algılanan hareket, tampon bellekte tutulan diğer hareketler ile karşılaştırılmaktadır (işaret karakteristiği ve zaman bilgisi ile birlikte). Yeni algılanan hareket eğer daha önceki hareketlerin bir benzeri ve devamı ise uyku süresi boyunca herhangi bir hareket kaçırılmadığına kanaat getirilir ve uyku çizelgesine devam edilir. Eğer ki karar mekanizması sonucunda tampon bellektekilerden farklı bir hareket olduğu anlaşılırsa (yürümekten koşuya geçmek gibi) uyku mekanizması devre dışı bırakılır ve tampon bellekteki hareket bilgileri silinir. Uyku mekanizması, tampon belleğin yeni hareketin bilgileriyle dolu oluşuna ve yeni hareketin hareket sıklığı hesaplanana kadar devre dışı kalır.

Önerilen bu yaklaşım görüldüğü üzere algılayıcı düğüm üzerindeki mikroişlemci üzerinde çalışmasının yanı sıra geri bildirim mekanizması ile kendini dinamik olarak güncelleyebilmektedir. Bu sayede her hareket sıklığına uygun bir uyku döngüsü yaratılabilmekte ve dinamik olarak, hareket türünden bağımsız bir şekilde işleyebilmektedir. Tek bir harekete veya algılayıcı düğüme bağlı kalmaksızın gerçekleştirilebilen bu yaklaşım ile enerji tüketiminde önemli bir iyileştirme elde etmek hedeflenmektedir. Diğer taraftan her yaklaşım gibi bu yaklaşımın da riskli yanları mevcuttur. Uyku sırasında kaçırılan hareket, uygulama performansında düşüşe sebebiyet verir. Bu sebepten çalışmadaki amaç, daha önceden belirtildiği üzere uygulama performansında tolere edilebilir bir düşüşün yanında önemli bir enerji kazancı elde etmektir. Sunulan yaklaşımın akış diagramı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: Akış Diagramı

B. Dinamik Uyku Çizelgeleme Değişkenleri

Sunulan yaklaşımda, *DUÇ* oluşturabilmek için kullanılan değişkenleri aşağıda sıralanmıştır.

1) Tampon bellek (β): *DUÇ*'un devreye girebilemsi için gerçek zamanda yapılmakta olan hareket algılanabilmeli, hareketin karakteristik ve zaman bilgisi tampon tarzı bir bellekte saklanması gerekmektedir. Tampon belleğin belirli bir boyutu olup sistem başlangıcında ilk değeri verilmesi gerekmektedir. Tampon belleğe sadece aynı tür hareket bilgileri eklenebilmektedir. Tampon bellekte saklanan hareket bilgileri kullanılarak Hareket Sıklığı ve bu bilgiden de bir sonraki hareketin muhtemel zaman bilgisi hesaplanabilmektedir. Hareketin sıklığı Denklem 1'deki gibi hesaplanmaktadır. Denklemde geçen th_i tampon belleğin i'ninci elemanının zaman bilgisine, n ise tampon belleğin o anlık bayt cinsinden boyutuna karşılık gelmektedir. Tampon bellekte bulunan daha

önceden algılana hareketlerin zaman değerlerinin farkının ortalaması bize *Hareket Sıklığı*'nı vermektedir. Tampon bellek dolu konumuna geldiğinde ise uyku mekanizması devreye girer.

$$\textit{Hareket Sıklığı (HS)} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1}(th_{i+1} - th_i)}{(n-1)} \quad (1)$$

2) Alpha (α): Alpha (α) kat sayısı uyku süresini belirlemede kullanılan sabit bir sayıdır. Denklem 2'de uyku süresinin alpha ile ilişkisi ortaya konmaktadır. *Hareket Sıklığı* değeri hesaplandıktan sonra bu değer sistem başlangıcında belirlenen alpha katsayısı ile çarpıldığında uyku süresi elde edilmiş olur. Tampon belleğin boyutu gibi alpha katsayısı da sistem başlangıcında belirtilmelidir. Tampon bellek dolu olup uyku çizelgelemesi devreye girdiginde, tampon bellekte bulunan bilgiler ışığında bir sonraki hareketin muhtemel zamanı hesaplanır ve alpha kat sayısı ile de uyku süresi belirlenir. Uyku çizelgelemesindeki amaç, beklenen bir sonraki harekete kadar olan sürenin bir kısmında algılayıcı düğümü uyku moduna geçirmek ve enerji tasarrufu sağlamaktır. Örneğin hareketin *2 saniye* sonra gerçekleşeceği tahmin edildiği ve alpha katsayısının *0.5* olduğu durumda uyku süresi *1 saniye*, *alpha 0.7* değerini aldığında uyku süresi *1.4 saniye* , *alpha* değerinin *1* olduğu durumda ise uyku süresi *2 saniye* olmaktadır. *Alpha* katsayısının *0 (sıfır)* olduğu durumda ise uyku mekanizması devreye girmesine rağmen katsayı sıfır olduğundan algılayıcı düğüm uyku moduna girmez. Anlaşılacağı üzere $\alpha \in$ [0;1] olup, *0* değerine yaklaşması uyku süresini azaltır, *1* değerine yaklaşması uyku süresini arttırır. *Alpha* katsayısının *1* değerini alması algılayıcı düğüm için büyük bir risk olup tavsiye edilmez.

$$\textit{Uyku Süresi} = \alpha \times \textit{Hareket Sıklığı} \quad (2)$$

3) Tolerans (γ): ***DUÇ***'un son değişkeni tolerans katsayısıdır. Tolerans katsayısı (γ) da diğer değişkenleri gibi sistem başlangıcında belirlenmelidir. Tolerans katsayısı, algılanan hareketin tamponda saklanan diğer hareketlerin bir devamı olup olmadığının kararı verilirken kullanılmaktadır. Bir anlamda düğümün tolere edebileceği dereceyi gösterir. Tampon bellekte bulunan hareket bilgilerini kullanarak olası bir sonraki hareketin zamanı, tolerans katsayısı ile birleştirildiğinde bir zaman aralığı ortaya çıkmaktadır. İşte bu zaman aralığı düğümün bir sonraki hareketin gerçekleşmesini beklediği zaman aralığıdır (*Beklenen zaman araligi = simdiki zaman + [min;max]*). Bir sonraki hareket, beklenen bu zaman aralığında gerçekleştiği takdirde tamponda bulunan hareketin bir devamı olarak kabul edilir ve tampon bellek dolu ise uyku mekanizması çalışmaya devam eder. Aksi takdirde hareketin yeni bir hareketin başlangıcı olduğuna kanaat getirilir ve uyku mekanizması devre dışı bırakılıp tampon bellekteki bilgiler boşaltılır. Bu zaman aralığının hesaplanması Denklem 3'de verilmiştir. Örneğin, Tolerans değerinin *20%*, *Hareket Sıklığı* verisinin ise *1 saniye* olduğu durumu ele aldığımızda verilen denkleme göre tolerans değeri γ ile oluşturulan zaman aralığı *0.8* ile *1.2* saniye olarak hesaplanmaktadır. Yapılan hesaba göre, bir sonraki beklenen hareketin $th_{(i+1)}$ bir önceki hareket th_i ile zamansal farkı [0.8; 1.2] olarak beklenmektedir ($th_{(i+1)}$-$th_i \in$ *[0.8; 1.2]*). Bu zaman diliminin dışında algılanan her hareket ***DUÇ***'u yeniden başlatmak için yeterlidir.

$$min = \textit{Hareket Sıklığı} \times (1-\gamma) \quad (3a)$$
$$max = \textit{Hareket Sıklığı} \times (1+\gamma) \quad (3b)$$
$$(th_{i+1} - th_i) \in [HS \times (1-\gamma); HS \times (1+\gamma)] \quad (3c)$$

Bir sonraki hareketin beklenen zaman diliminden sonra oluşu sadece var olan hareketin değiştiğinden değil, alpha katsayısından da kaynaklanıyor olabilir. Örneğin yüksek seçilen bir alpha katsayısı (α) uyku süresini arttırdığı için bir sonraki hareketi kaçırmaya sebep olabilir. Bu durumda, algılayıcı düğüm, aynı hareket olmasına rağmen algıladığı son hareket ile arasındaki yüksek zaman farkından dolayı yeni bir hareket olarak algılar ve ***DUÇ***'u buna uygun olarak yeniden düzenler. Bu tür bir durum açıkça gösteriyor ki daha fazla enerji verimi sağlamak için arttırılan alpha katsayısı gerçekte hem uygulama performansında hem de uyku mekanizması devre dışı kaldığı için enerji verimi bakımında kayıp yaşatabilir.

III. DENEY AŞAMASI

Çalışma kapsamında, gerek ev içi gerekse ev dışında kişinin hareketlerini takip etmek için en sıklıkla başvurulan işaret olan ivme işaretini temel alan pedometre (adım sayma) uygulaması seçilmiştir. Bu çalışmada, *Fordham Üniversitesi*'nin *WISDM* adlı "**Wi**reless **S**ensor **D**ata **M**ining" laboratuarının veri seti kullanılmıştır. Android işletim sistemli telefonlar için yazılan bir uygulama yardımıyla deneklerin yaptıkları hareketler kayıt altına alınmıştır [11]. Kontrollü ortamda gerçekleştirilen deneyden elde edilen veri seti ile ilgili detaylı bilgi Tablo I'de sunulmuştur.

Tablo I: Veri setinin detayları

Algılanan hareketler	Yürümek, Koşmak, Merdiven çıkmak, Merdiven inmek, Oturmak, Ayakta durmak
Denek sayısı	33
Toplam örnek sayısı	1,098,207
Veri setinin dağılımı	Yürümek 424,400 (38.6%) Koşmak 342,177 (31.2%) Merd. Çıkmak 122,869 (11.2%) Merd. İnmek 100,427 (9.1%) Oturmak 59,939 (5.5%) Ayakta durmak 48,395 (4.4%)
Kullanılan algılayıcı düğüm	Android tabanlı cep telefonu
Algılayıcı düğümün yeri	Pantalonun sol cebi
Kullanılan işaret	3 boyutlu ivme işareti
Örnekleme frekansı	50Hz
Verileri etiketleme şekli	[denekID],[hareket türü],[zaman bilgisi],[x-accel],[y-accel],[z-accel]

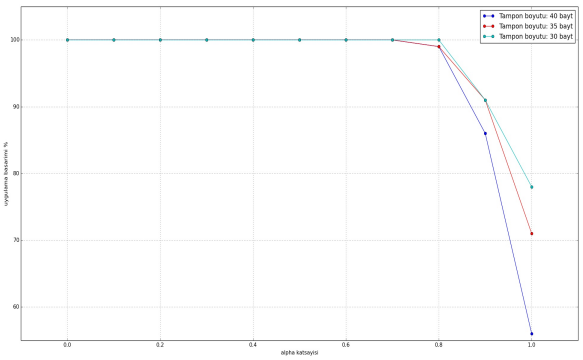
Yukarıda verilen tabloda da görüldüğü üzere veri setinin büyük çoğunluğu 38% ile yürüme işareti oluşturduğu için bu bildiride anlatılan yaklaşımın prototipi yürüme hareketinin ivme işareti üzerinde çalıştırılmıştır.

IV. DENEY SONUÇLARI

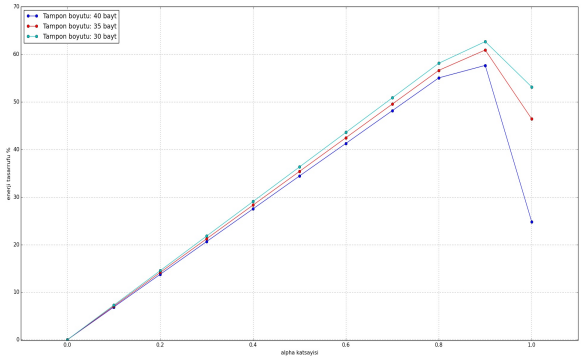
DUÇ değişkenleri kısmında anlatıldığı üzere sunulan yaklaşımın üç önemli değişkeni mevcuttur: tampon boyutu (β), alpha katsayısı (α), tolerans katsayısı (γ). Tampon belleğin boyutu (β) algılanan hareketlerin ne kadarının hafıza tutulabileceğini ifade eder. Tampon belleğin boyutunun kısa oluşu hareket sıklığının sağlıklı hesaplanamamasına, fazla uzun oluşu ise uyku mekanizmasının geç devreye girmesine

sebep olmaktadır. Yapılan testlerde *30-35-40 baytlık* tampon bellek boyutları denenmiştir.

Şekil 2'de verilen grafik, tolerans katsayısının (γ) *0.2* (*20% lik tolerans değeri*) olduğu deney ortamında tampon bellek boyutu (β) *30,35* ve *40 bayt* iken uyku süresini belirleyen *alpha* katsayısının (α) uygulama performansına olan etkisi incelenmiştir. Anlaşılacağı üzere *alpha* katsayısının sıfır değeri uyku süresinin de sıfır olması anlamına gelir ki bu durumda uygulama performansı *100%*'dür. *Alpha* katsayısının *0.7*'ye kadar çıkması performans açısından herhangi bir kayba sepep olmamaktadır. Bu durum uyku süresinin artmasına rağmen bir sonraki hareketi kaçırmadan çalışmasını sürdürdüğünü gösterir. α = *0.8* olduğunda ise hareket kaçırma yaşanmaktadır. *Alpha* değerinin *0.9* ve *1.0* olduğu durumlarda ise hareketi algılamakta sıkıntı yaşandığını açıkça göstermektedir.



Şekil 2: Uygulama Performansı



Şekil 3: Enerji Kazancı

Şekil 3'de ise, tolerans katsayısının (γ) *0.2* olduğu durumda tampon belleğin (β) boyutu sırasıyla *30,35* ve *40 bayt* iken *alpha* katsayısının enerji kazancına olan etkisi gösterilmiştir. *Alpha* katsayısının sıfır oluşu uyku süresinin sıfır olması anlamına gelir ve enerji kazancı gözlemlenmemektedir. Bir önceki şekli referans aldığımızda α = *0.7* değerine kadar sorun yaşanmadığı görülmüştür. Aynı şekilde enerji kazancındaki artış da öenrilen yaklaşımın düzgün çalıştığını, amacını yerine getirdiğini göstermektedir. *Alpha* katsayısının *0.8* ve *0.9* olduğu durumlar ise daha ilgi çekici alanı oluşturmaktadır. Uygulama performansı açısından düşüş yaşanan bu değerlerde enerji verimi aksina artmıştır. Bunun sebebi ise hareketi kaçırıp uyku mekanizmasını bir süreliğine devre dışı bırakılmasına rağmen uyku süresinin yüksek tutulması sayesinde enerji kazancı elde edilmiştir (hareket kaçırana kadarki dönemde). Nitekim bu çalışmadaki esas amaç da başta belirtildiği üzere uygulama performansından azami düzeyde ödün vererek daha fazla enerji kazancı elde edilebilen alanları belirlemektir. *Alpha* katsayısının *0.8* olduğu durumda uygulama performansı *99%*, enerji verimi ise *56%* olarak elde edilmiştir. *Alpha* değerinin *0.7* olduğu durum arasında uygulama performansı açısından *1%* lik bir düşüşe karşılık olarak *8%* lik bir enerji tasarrufu elde edilmiştir.

V. TARTIŞMA

Bu çalışmada yürüme verisinin 3 boyutlu ivme işareti kullanılarak hareket takibi uygulaması geliştirilmiştir. Sistemin uzun işlevli çalışabilmesi için dinamik olarak işleyen uyku çizelgelemesi eklenmiş ve bu çizelgelemenin değişkenlerinin uygulama performansına ve de enerji verimine olan etkileri detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Yapılan deneyler sonucunda uygulama başarımında tolere edilebilir bir düşüş karşılığında somut enerji tasarrufu elde edilebilen çalışma alanları tespit edilmiştir. İleriki çalışmalarda, mikroişlemci üzerinde yaratılan tampon belleğin yanı sıra ivme işaretini ölçen bileşenin kendi belleği kullanılarak daha uzun uyku süresi elde edilmesi üzerine yoğunlaşılacaktır.

KAYNAKÇA

[1] M. Chen, S. Gonzalez, A. Vasilakos, H. Cao, and V. C. Leung, "Body area networks: A survey," *Mobile networks and applications*, vol. 16, no. 2, pp. 171–193, 2011.

[2] F.-T. Sun, C. Kuo, H.-T. Cheng, S. Buthpitiya, P. Collins, and M. Griss, "Activity-aware mental stress detection using physiological sensors," in *Mobile computing, applications, and services*. Springer, 2012, pp. 211–230.

[3] G. Acampora, D. J. Cook, P. Rashidi, and A. V. Vasilakos, "A survey on ambient intelligence in healthcare," *Proceedings of the IEEE*, vol. 101, no. 12, pp. 2470–2494, 2013.

[4] E. Monton, J. F. Hernandez, J. M. Blasco, T. Hervé, J. Micallef, I. Grech, A. Brincat, and V. Traver, "Body area network for wireless patient monitoring," *IET communications*, vol. 2, no. 2, pp. 215–222, 2008.

[5] K. Langendoen, "Medium access control in wireless sensor networks," *Medium access control in wireless networks*, vol. 2, pp. 535–560, 2008.

[6] A. Warrier, S. Park, J. Min, and I. Rhee, "How much energy saving does topology control offer for wireless sensor networks?–a practical study," *Computer Communications*, vol. 30, no. 14, pp. 2867–2879, 2007.

[7] P. Naik and K. M. Sivalingam, "A survey of mac protocols for sensor networks," in *Wireless sensor networks*. Springer, 2004, pp. 93–107.

[8] D. Tulone and S. Madden, "Paq: Time series forecasting for approximate query answering in sensor networks," in *Wireless Sensor Networks*. Springer, 2006, pp. 21–37.

[9] B. Kanagal and A. Deshpande, "Online filtering, smoothing and probabilistic modeling of streaming data," in *Data Engineering, 2008. ICDE 2008. IEEE 24th International Conference on*. IEEE, 2008, pp. 1160–1169.

[10] D. Tulone and S. Madden, "An energy-efficient querying framework in sensor networks for detecting node similarities," in *Proceedings of the 9th ACM international symposium on Modeling analysis and simulation of wireless and mobile systems*. ACM, 2006, pp. 191–300.

[11] J. R. Kwapisz, G. M. Weiss, and S. A. Moore, "Activity recognition using cell phone accelerometers," *ACM SigKDD Explorations Newsletter*, vol. 12, no. 2, pp. 74–82, 2011.