

# Askeri Personel İçin Akıllı Kıyafet Tasarımı

## Smart Suit Design For Military

Burak SAKACI<sup>1</sup>, Tülay YILDIRIM<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Elektronik Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye  
buraksakaci@gmail.com

<sup>2</sup>Elektronik Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye  
tulay@yildiz.edu.tr

### Özet

*Bu çalışmada, 9 askeri personel arasında vücutlarına yerleştirilen donanımlar sayesinde interaktif iletişim sağlayan bir sistem gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu iletişim belirli bir merkez üs tarafından görüntülenip, gerektiğinde müdahil olunabilecek şekilde sağlanmaktadır. Oluşturulan bu fiziksel sistem iletişim becerilerine ek olarak çevresel koşulların kontrolü ve görüntülü iletişimde sağlamaktadır. Gerçekleştirilen siber- fiziksel sistem verilerinin yorumlanması ile hali hazırda olan problemlerin önüne geçilmesi amaçlanmıştır.*

**Anahtar kelimeler-** askeri personel, MIL-810G, yapay zeka, tms570, raspberry pi, akıllı sistem, kıyafet, siber-fiziksel

### Abstract

*In this study, a system was established to provide interactive communication among the 9 military personnel through the equipment installed in their bodies. This communication is also provided so that it can be viewed by a specific central base and intervened if necessary. Interpretation of the realized cyber-physical system data is aimed at preventing the existing problems.*

**Keywords-** military personnel, MIL-810G, artificial intelligence, tms570, raspberry pi, intelligent system, outfit, cyber-physical

### 1. Giriş

21.yy'ın başından bu yana hızla gelişen teknoloji ile akıllı sistemler her sektörde yerini almıştır. Özellikle son 10 sene içerisinde akıllı telefonlar sayesinde kişisel kullanımda çok büyük bir pay edinmektedir. Kişisel kullanım dışında da neredeyse hemen hemen her sektörde akıllı sistemler mevcuttur. Örneğin tarım sektöründe akıllı damlama sistemleri ile su tasarrufu yapılarak maksimum sulama verimi alınmaktadır. Ülkemizin jeopolitik durumundan dolayı savunma sanayi hızla gelişmektedir. Bu koşullar göz önüne alındığı zaman akıllı sistemlerin direkt olarak askeri personelin kullanılabileceği şekilde tasarlanması kaçınılmazdır.

Bu projede oluşturulan sistem bir siber-fiziksel sistemdir. Özellikle günümüzde hızla gelişmekte olan bu sistem; sağlık, enerji, taşımacılık, havacılık – hava trafik kontrolü, otomasyon sistemleri ve robotik alanlarında kullanılmaktadır. [1]

Siber-fiziksel sistem akıllı sistemlerin, işlemciler ve sensörlerin insan etkileşimli olarak geri besleme alması anlamına gelir. Gerçek zamanlı bir sistemdir ve güvenliğin kritik olduğu uygulamalarda kullanılabilir. [1]

Bu sistemleri şu an hali hazırda kullanan şirketler; Boeing, General Motors, Rockwell Collins, MIT gibi firmalardır. [1]

Bu çalışmada oluşturulan sistem; 9 askeri personelin vücuduna yerleştirilen donanımlar ile aralarında interaktif bir iletişim sağlamaktadır. Aynı zamanda belirli bir merkez üs tarafından bu iletişim görüntülenip, gerektiğinde müdahil olunabilmektedir. Oluşturulan siber-fiziksel sistem ile verilerin yorumlanarak hali hazırda olan problemlerin önüne geçilmesi planlanmıştır. Kullanılacak olan işletim sisteminin güvenlik kritik olması ise sistemi önemli kılan bir diğer etmendir.

### 1.1. Çalışma Çıktıları

Gerçekleştirilen siber-fiziksel sistemin çıktıları aşağıda sıralanmıştır:

- Bir yönetici ve sekiz sınırlı sayıda erişime sahip olacak personeli kapsamı,
- Her personelin kalp atış hızının izlenimi,
- Her personelin konum bilgisi,
- Her personel için internet erişimi,
- Personellerin birbiri arasında sesli ve yazılı iletişimi,
- İlgili personellerin insansız araçları kontrolü,
- Yönetici personelin diğer personellere görev atayabilmesi,
- Sistemin enerji ihtiyacını güneş enerjisi ile karşılayabilmesi,
- Tüm verilerin kaydedilmesi,
- Sistem belleğinde ilkyardım, bakım vb. verilerin hazır olarak bulunması,
- Çevresel sensörler ile alınan bilgilerin görüntülenmesi,
- Merkez üssün tüm bilgileri görüntüleyebilmesi ve görev atayabilmesi,
- Tüm bilgilerin bilek üzerine konumlandırılmış ekran üzerinde gözlemlenebilmesi,
- Sistemin kontrol kutusunun MIL-810 standartlarını sağlaması,
- Önceden toplanan veriler ile ileriye dönük kestirim yapılabilmesi.

### 1.2. Özgün Değer Ve Katkıları

Oluşturulan sistemin özgün değer ve özgün katkı sağlayan özellikleri aşağıdaki şekildedir:

- Askeri personelin kendi arasında haberleşmesine olanak sağlayan yeni bir yapı olması,
- Askeri personelin saha içerisindeki davranışlarının ve biyolojik durumlarının merkez üs tarafından gözlemlenip, kaydedilmesi ile ileriye dönük kestirim yapılabilmesi,
- İnsansız araçların personel tarafından portatif bir sistem ile saha alanında kontrolü,
- Eklenip-çıkarılacak birkaç donanım değişikliği ile farklı uygulamalar için de kullanılacak çok amaçlı bir platform oluşturulabilmesi.

## 2. Amaç Ve Hedefler

Saha içerisinde görevli askeri personelin birbiriyle interaktif bir iletişim içerisinde olması ve bu iletişim içerisinde bir merkez üssünün aktif olarak entegre edilebilmesi için;

- 1) MIL standartlarına uygun hızlı giyilebilir modüler siber-fiziksel bir sistem oluşturulmuş,
- 2) Saha üzerinde görev alan askeri personelin fikirleri alınmış,
- 3) Donanım ve yazılım yapısı kurulmuştur.

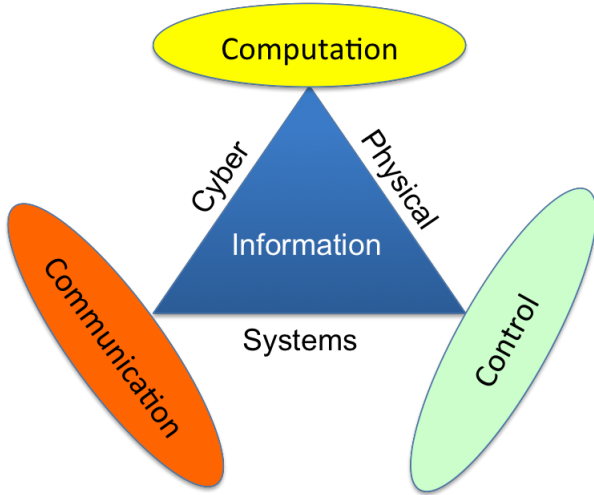
Amaç ve hedeflerin gerçekleştirilmesi için yapılması gereken bazı seçimler bulunmaktadır. Sistemin tasarım aşamasında seçimi yapılan donanım ve alınan kararlar aşağıda sıralanmıştır;

- a) Sistem kontrol kutusunda kullanılacak olan CPU ve MCU seçimi yapılmıştır,
- b) Bilek üzerine konumlandırılacak olan ekran seçimi yapılmıştır,
- c) Bilek üzerine konumlandırılacak ekranın bileğe bağlantısı için mekanik parça tasarlanmıştır,
- d) CPU üzerinde koşacak olan görsel yazılım dili seçilmiştir,
- e) Ara yüz tasarımı için gerekli görseller oluşturulmuştur,
- f) Kullanılacak olan EKG, GPS, batarya, güneş paneli vb. modüllerin seçimi yapılmıştır,
- g) MIL-810 standartlarına uygun olacak şekilde bir kontrol kutusu tasarlanmıştır,
- h) MCU üzerinde koşacak safety-RTOS'a karar verilmiştir,
- i) Endüstriyel olan kablo ve modüllerin askeri standartlara uygun olması için çalışmalar yapılmıştır,
- j) İleriye dönük kestirim yapabilecek algoritmalar araştırılıp, uygulanabilirliklerine bakılmıştır,
- k) Saha üzerinde görev yapan kişiler ve savunma sanayi üzerine çalışan firmalar ile fikir alışverişi yapılmıştır.

Saha içerisinde görev yapan veya yapmış kişilerin geri dönüşleri ve uygun yazılımlar ile seçilen donanım, siber-fiziksel sisteme dönüştürülmüştür.

### 3. Sistem Tasarımı

Aşağıdaki şekilde siber-fiziksel sistemlerin genel bir yapısı görülmektedir;

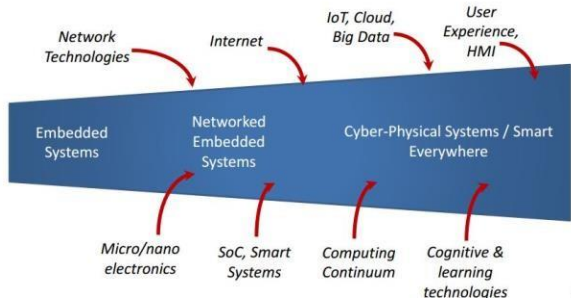


Şekil 1: Siber - Fiziksel Sistem [2]

Siber fiziksel sistemler gömülü yazılımlar ile; taşımacılığın, rota oluşturma, üretim sistemlerinin, koordinasyon sistemlerinin ve yönetim sistemlerinin birer parçası olabilirler. Bunları sağlayan özelliklerden bazıları aşağıda sıralanmıştır[3];

- Fiziksel veriler sensörler aracılığıyla kaydedilir ve eyleyicilerin kullanılması ile fiziksel sistem bundan direkt olarak etkilenir,
- Kayıtlı veriler veya kaydedilen veriler yorumlanarak fiziksel veya dijital dünyaya geri dönütler verir,
- Başka bir siber fiziksel sisteme kablolu veya kablosuz iletişim yolu ile bağlanabilir,
- Global olarak erişilebilen verileri ve hizmetleri kullanır,
- Kendine özel çoklu insan makine ara yüzüne sahiptir.

Yukarıdaki maddelerden de anlaşılabileceği gibi siber fiziksel sistemler; bilgi işleme ve fiziksel prosesin entegre edilmesiyle oluşmaktadır;



Şekil 2: Bilgi İşleme Ve Fiziksel Sistemlerin Entegrasyonu [4]

Siber – fiziksel sistemlerin önünde duran zorluklar ise;

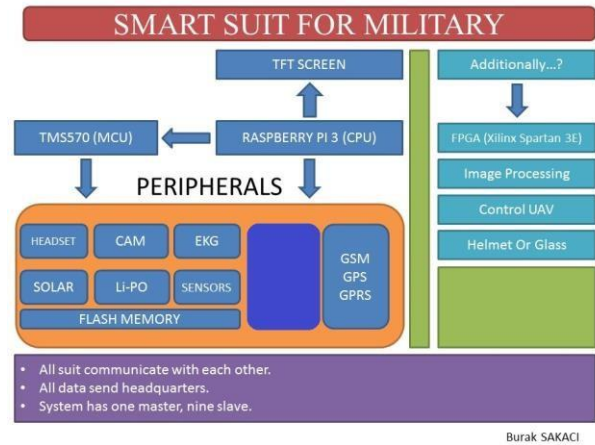
- Bilimsel,
- Teknolojik,
- Ekonomik,
- Eğitim,
- Yasal,
- Toplumsal,

olmak üzere belirtilmektedir. [5]

Siber fiziksel sistemlerdeki bir diğer zorluk ise düşünme şeklinin yukarıdan aşağıya doğru olmasıdır. [6]

Sistemimizde seçilen tüm donanımın sağlıklı bir şekilde birleştirilmesi gerektiğinden bazı materyaller personel üzerine direkt, bazıları ise kontrol kutusu vasıtasıyla personel üzerine yerleştirilmiştir.

Sistem yapısı aşağıda paylaşılmıştır;



Şekil 3: Sistem Blok Diyagramı

Çalışmamız temel olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım CPU ile ara yüz hazırlanması ve bazı modüllerin kullanılması iken ikinci kısım MCU ile çevresel sensörlerin kullanılmasıdır.

Çalışmamızın önemli noktalarından biri ise tasarlanan ara yüzün kullanıcı dostu olmasıdır. Diğer önemli nokta ise sahada kullanılacak olan sistemin belirli çevre koşullarını sağlayabilecek olmasıdır. Geçmiş dönem bilgilerinin sisteme kayıt edilmesi ve ileriye kestirim algoritmaları kullanılarak akıllı bir sistem oluşturulması ve personele saha görevlerinde daha yüksek başarı sağlanması amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında merkez üs tarafından gözlemlenmesi ile herhangi bir sağlık problemi oluştuğu anda personele yapılacak olan müdahale önceden kestirilebilir hale gelmektedir.

Sistem şu an ayrı ayrı kullanılan birçok sistemin her personel için portatif bir şekilde sağlanmasını amaçlamaktadır. Eski metotların yerine siber-fiziksel bir sistem kullanılması amaçlanmaktadır.

Sistemin hata kabul etmez bir sistem olması projeyi zor kılan etmenlerden biridir, bundan dolayı yazılımsal olarak alınacak olan önlem safety-RTOS kullanılmasıdır. [7]

Bunun yanında sistemin gündüz kullanımı personele saha üzerinde avantaj oluşturabileceği gibi gece kullanımı ise dezavantaj olarak geri dönebilir ve bunun giderilmesi için

çalışmalar yapılmıştır. Ekranın bileğe konumlandırılması personelin hareketli anlarda ara yüze erişimini ve kullanımını zorlaştırmaktadır ve bu sistemin dezavantajlarındandır. Ayrıca sistemin internete bağlı olması sistemin siber saldırılara maruz kalma riskini oluşturmaktadır.

Günümüzde ülkemizdeki savunma sanayi alanında projenin benzeri bir uygulama ASELSAN tarafından geliştirilen “CENKER PROJESİDİR”. [8]

Savunma sanayinin gizlilik ilkesinden dolayı şu an buna benzer projelerin olup olmadığı ya da kullanılıp kullanılmadığı hakkında çok sağlıklı bilgiler edinilememektedir.

Sistem üzerinde ufak donanım değişiklikleri ile portatif olan sistem farklı sektörlerde kullanılabilir. Örneğin bir şeker ölçüm sensörü yerleştirilerek hastanın bilgilerinin belirli aralıklarla doktoruna gönderilmesi sağlanabilir.

## 4. Yöntem

Siber-fiziksel sistemin gerçekleştirilmesi için seçilen donanımların ve yapılacak olan çalışmaların detaylandırılması aşağıda yapılmıştır;

### 4.1. CPU Kullanımı

CPU olarak BroadComm işlemcisine sahip olan Raspberry Pi3 işlemci kartı kullanılmıştır. Bu işlemcinin seçilmesindeki başlıca sebepler ise aşağıdaki gibidir [9];

- 64-bit quad-core ARMV8 işlemci,
- 1.2GHz
- 1GB RAM,
- Dahili WiFi - BCM43143,
- Bluetooth 4.1 (Bluetooth Low Energy - BLE)
- 40 Adet GPIO,
- 4 Adet USB 2,
- 4 uçlu Stereo çıkışı ve Composite video çıkışı.

Yukarıdaki özellikler ile sisteme takılacak olan bir çok modül için ek bir elektronik devre tasarımına duyulan ihtiyaç ortadan kalkmıştır. CPU üzerinde Linux işletim sistemi koşturulacaktır. İşlemcinin desteklenen birçok “Pyhton” kütüphanesi olması ise tercih sebebi olmasında bir diğer etmendir. [11]

İşlemcinin üretim devamlılığının yaklaşık 10 sene firma tarafından destekleneceğinin garanti edilmesi ise çalışmanın uzun vadede herhangi bir değişiklik getirmeden kullanılabileceğinin garantisidir.

CPU bu proje kapsamında öncelikle ara yüzün koşturulması ve ekran üzerinde gösterilmesi aşamasında kullanılmaktadır.

### 4.2. MCU Kullanımı

MCU olarak sistem üzerinde Texas Instruments firmasının TMS570 işlemcisi kullanılmaktadır. İşlemcinin emniyet kritik bir işlemci olması ve güvenilir olan FlexRay iletişim protokolünü desteklemesi tercih sebeplerindendir. [12]

İşlemcinin çevre şartlarına uyumlu olması ve üretici firmanın doküman konusunda geniş destek sağlaması ise tercih sebeplerinden bir diğeridir.

### 4.3. GSM/GPRS Modülü

İnternet bağlantısını sağlaması açısından kullanılacak modüller incelendiğinde kullanılabilecek olan en pratik ve akılcı çözüm yolu olarak herhangi bir telefon operatörünün “VINN” cihazının kullanılması olmuştur. Direkt olarak USB üzerinde CPU’ya bağlanacak olan modül askeri personele internet erişimini sağlayacak ve bu sayede merkez üs ile iletişim sağlanacaktır.

Bu modülün kullanılmasıdaki dezavantaj ise operatörün çekim alanının dışında kalan yerlerde internet bağlantısının sağlanamamasıdır. Bu problemin çözümü için ise direkt olarak uydu bağlantısı kullanılabilir ama bu çözüm maliyet ve taşınabilirlik yönünden sisteme ciddi problem oluşturmaktadır.

### 4.4. GPS Modülü

Personelin konum ve yön bilgisini almak için kullanılacak olan bu modüllerden GPS modülü USART bağlantısı ile hem CPU hem MCU’dan okunabilir.

### 4.5. Batarya Ve Güneş Paneli Modülü

Sistemin enerjisinin sağlanması için öncelikli olarak Li-Po pil düşünülmüştür. Lakin daha kompakt olması ve gerekli voltajı herhangi bir ek elektronik devreye ihtiyaç duymadan verecek olması sebebiyle, Powerbank kullanımı tercih edilmiştir. Powerbank kullanımı ile hem sürekli enerji sağlanmış hem de kompakt bir yapı sağlanmıştır.

### 4.6. Headset Modülü

Personelin birbiri ile konuşup duyabilmelerini sağlamak için gerekli olan bu modülde “gırtlak” tipi mikrofon kullanılmıştır. Bu modül sayesinde sessiz iletişime olanak sağlanacaktır. Modülün bağlanması içinde hazır olarak ses girişi bulunduğu için CPU modülü düşünülmektedir.

### 4.7. Ekran Seçimi

Personelin bileğine konumlandırılmış olan ekran Raspberry Pi3 ile uyumlu 7” dokunmatik TFT ekran seçilmiştir. Bunun yanında istenilen herhangi bir ekran sisteme çok rahat entegre edilebilir. [13]

Saha personeli üzerinden alınacak olan geri dönüşlere göre istenilen boyutlarda bir ekran bilek üzerine yerleştirilebilir.

### 4.8. EKG Modülü

Personelin kalp atış hızını ölçüp ara yüz üzerinde gösterecek olan bu modül bilek üzerine konumlandırılmıştır.

### 4.9. Hafıza Birimi

Personelin verilerinin kaydedileceği veya kayıtlı bilgilerin depolanması için kullanılacak olan hafıza birimi CPU modülünün USB bağlantısına bağlanan 16Gb’lık bir flash bellektir. Bu sayede modüler yapı sağlanmıştır. Herhangi bir gizlilik şüphesi duyuluyor ise kriptolu flash bellekler kullanılarak bu sorun ortadan kaldırılabilir.

#### 4.10. Mekanik Yapı

Sistemimiz içerisinde 2 adet mekanik kutu yapısı tasarlanmıştır;

##### a. Ekran Bağlantı Aparatı

Ekran bağlantı aparatı ile ekranın elektronik kısmının koruma altına alınmış ve MIL-810 standartlarına göre tasarlanmıştır.

##### b. Kontrol Kutusu

Sistemin en önemli parçası olan bu mekanik kutu içerisinde MCU, CPU ve diğer tüm modüller olacaktır. Bu kutunun en büyük problemlerinden biri sıcaklık olacağı için soğutma sistemi ile alakalı çalışmalar yapılmıştır.

Kutu üzerinde ilgili konnektörler dışarıya verilerek ek modüllerin takılmasına olanak sağlanmıştır. Kutunun rijit bir yapıda olması ve MIL-810 standartlarını sağlamasına yönelik bir tasarım yapılmıştır.

#### 4.11. Yazılım Dilleri

Projede kapsamında 3 farklı yazılım dili kullanılmaktadır.

##### a. MCU Yazılımı

MCU yazılımı için C programlama dili, derleyici olarak ise Code Composer ve HalCogen kullanılmıştır. İçerisinde ise safety-RTOS bir sistem koşturulmuştur.

##### b. CPU Yazılımı

CPU yazılımında kütüphane desteği ve Linux ile uyumlu olması dolayısıyla Python programlama dili kullanılmıştır.

##### c. Arayüz Yazılımı

Ara yüz yazılımının oluşturulmasında ilk aşama olarak kullanılacak olan görsellerin hazırlanması ve her bir sayfanın içeriğinin belirlenmesi aşaması gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada fotoğraf düzenleme programları kullanılmıştır. (Örn: Photoshop) Daha sonra belirlenen görsellerin hepsi JavaFx yardımıyla fonksiyonel hale getirilmiştir.

#### 4.12. Kablo Ve Konnektör Yapısı

Sistem üzerinde kullanılacak olan kabloların (örn: Ekran kablosu 22 pin FFC) MIL-810 standartlarına getirilmesi için farklı kablo tipleri denenmiş ve uygun konnektörlere montajları yapılmıştır.

### 5. Özgün Değer

Siber-fiziksel sistemin gerekliliklerinin belirli standartlar ışığında tasarlanması ile savunma sanayinde kullanılabilecek bir çalışma oluşmuştur. Sistemin oluşturulmasında saha personelinin geri dönüşleri çok önemlidir. Çalışmamız kapsamında kullanıcı ara yüzünün basit ve anlaşılır olması hedeflenmiş ve gerçekleştirilmiştir.

Fikrin temelini oluşturmasında ise akıllı teknolojilerin artık günlük hayatın vazgeçilmezleri arasına girmesi ve hemen her sektörde uygulanması olmaktadır. Sistemin modüler şekilde tasarlanmış olması ileri de ihtiyaç duyulan modüllerin eklenmesini kolaylaştıracaktır.

Yapılan çalışma saha personeli ve merkez üs için birçok kolaylık ve yeniliğe yol açacaktır. Bunlar;

- Personelin sağlık bilgilerinin görüntülenmesi,
- Personelin gerçek zamanlı olarak insansız araç kontrolü yapabilmesi,
- Personelin direkt olarak internet erişiminin sağlanabilmesi,

Çalışmanın yeniliklerinin gerçek hayatta uygulanabilmesi için aşamasında hiçbir problem yaşanmamıştır lakin nihai sonuçların alınması için saha kullanımı sonrası da verilecek olan geri dönüşler etkili olacaktır.

### 6. Sonuç

Siber-fiziksel sistemlerin dünya üzerinde kullanılmaya başlaması ve tüm kullanan firmaların bu konuda çok yoğun bir bilgi birikimi olmaması literatüre katkı açısından bu fikri kıymetli kılmaktadır.

Oluşturulan siber-fiziksel sistem ile akıllı sistemler ve savunma sanayi entegrasyonu amaçlanmıştır. Oluşturulan sistemin aktif olarak kullanılmasıyla oluşacak olan geri dönüşler sistemde tekrar tasarım değişikliğine gidilmesine sebebiyet verebilir.

Yapılan bu çalışmada bir çok modülün askeri standartlara uygun olarak birleştirilmesi ile yeni bir sistem oluşturulmuştur.

Çalışmanın bir diğer amacı ise bu konuda literatüre farklı bir kaynak sağlamaktır.

Ürünün nihai ağırlığı yaklaşık olarak 2.5kg civarındadır. Bu ağırlık çalışmaları yapılarak azaltılabilir.

Ürünlerin ana kısmını oluşturan kısımlar ise aşağıda görülmektedir.



Şekil 4: Sistem Elemanları

## 7. KAYNAKÇA

- [1] Janos Sztipanovits – Institute For Software Integrated System  
Vanderbilt University – ACATEC Workshop On Berlin,  
Germany- 12 April 2012
- [2] <http://www.higashi.ist.osaka-u.ac.jp/~higashino/eng/research/cps-E.html>
- [3] Cyber-Physical Systems: Characteristics, Trends, Opportunities  
and Challenges - Martin Törnngren Professor in Embedded  
Control Systems, ICES director Division of Mechatronics, KTH  
– Royal Institute of Technology
- [4] Cyber-Physical Systems Design: Foundations, Methods, and  
Integrated Tool Chains - Carl Gamble, Peter Gorm Larsen, Ken  
Pierce, Jim Woodcock
- [5] CyPhERS Cyber-Physical European Roadmap & Strategy -  
D6.1+2 - Integrated CPS Research Agenda and  
Recommendations for Action
- [6] Edward A. Lee- Department of EECS, UC Berkeley- Position  
Paper for NSF Workshop On Cyber-Physical Systems
- [7] [http://www.freertos.org/Free\\_RTOS\\_for\\_TI\\_RM48\\_and\\_TMS570.html](http://www.freertos.org/Free_RTOS_for_TI_RM48_and_TMS570.html)
- [8] <http://www.savunmasanayihaberleri.com/aselsandan-yeni-teknoloji-cenker-projesi-471/>
- [9] <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/#buy-now-modal>
- [10] <https://www.raspberrypi.org/documentation/linux/>
- [11] <http://www.ti.com/tool/launchxl2-570lc43#descriptionArea>
- [12] <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>
- [13] <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-touch-display/>