



SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

BSM 313

NESNELERİN İNTERNETİ VE UYGULAMALARI

(Internet of Things (IoT) and Applications)

NESNELERİN İNTERNETİ UYGULAMALARINDA
SIKLIKLA KULLANILAN KABLOSUZ TEKNOLOJİLER

Kablosuz Algılayıcı Ağlar (WSN)

Z-Wave

ANT/ANT+

Prof. Dr. Cüneyt BAYILMIŞ



IoT Uygulamalarında Kullanılan Kablosuz Teknolojiler

❑ Kısa Mesafeli Kablosuz Teknolojiler

- Radyo Frekansı İle Tanımlama (Radio-Frequency Identification, RFID),
- Yakın Alan İletişimi (Near Field Communications, NFC),
- Bluetooth Low Energy (BLE),
- Kızılötesi (Infrared, IRdA)

❑ Hücresel Olmayan Uzun Mesafeli Kablosuz Teknolojiler

- Kablosuz Algılayıcı Ağlar (IEEE 802.15.4 - ZigBee),
- Z-Wave
- ANT/ANT+

❑ Hücresel Uzun Mesafeli Kablosuz Teknolojiler

- GSM / GPRS
- 3G / 4G (LTE) / 4.5G (LTE Advanced)
- WiMAX



Kablosuz Algılayıcı Ağlar

(Wireless Sensor Networks, WSN)

❑ Kablosuz Algılayıcı Ağlar, haberleşme kabiliyetine sahip algılayıcı düğümlerin bir araya gelmesi ile oluşan ağıdır.

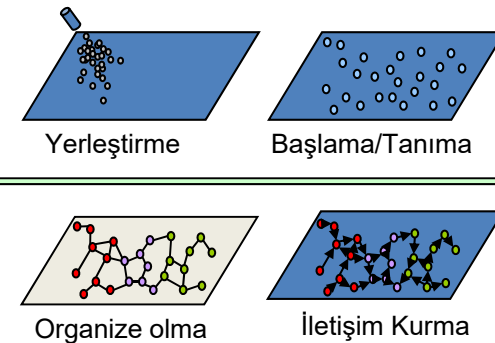
❑ Algılayıcı Düğüm

- Ortamdaki fiziksel büyüklükleri algılayabilen
- Nem
- Sıcaklık
- Işık vb.
- Sınırlı şekilde işlem yapma kabiliyetine sahip olan
- Kısa mesafede kablosuz ortam üzerinden haberleşen
- Küçük boyutlu
- Düşük güçlü
- Düşük maliyetli tüm devredir.



❑ Temel Özellikler

- Rasgele yerleştirilebilme
- Kendi kendine organize olabilme
- Ortak çalışma
- Yerel hesaplama yapma

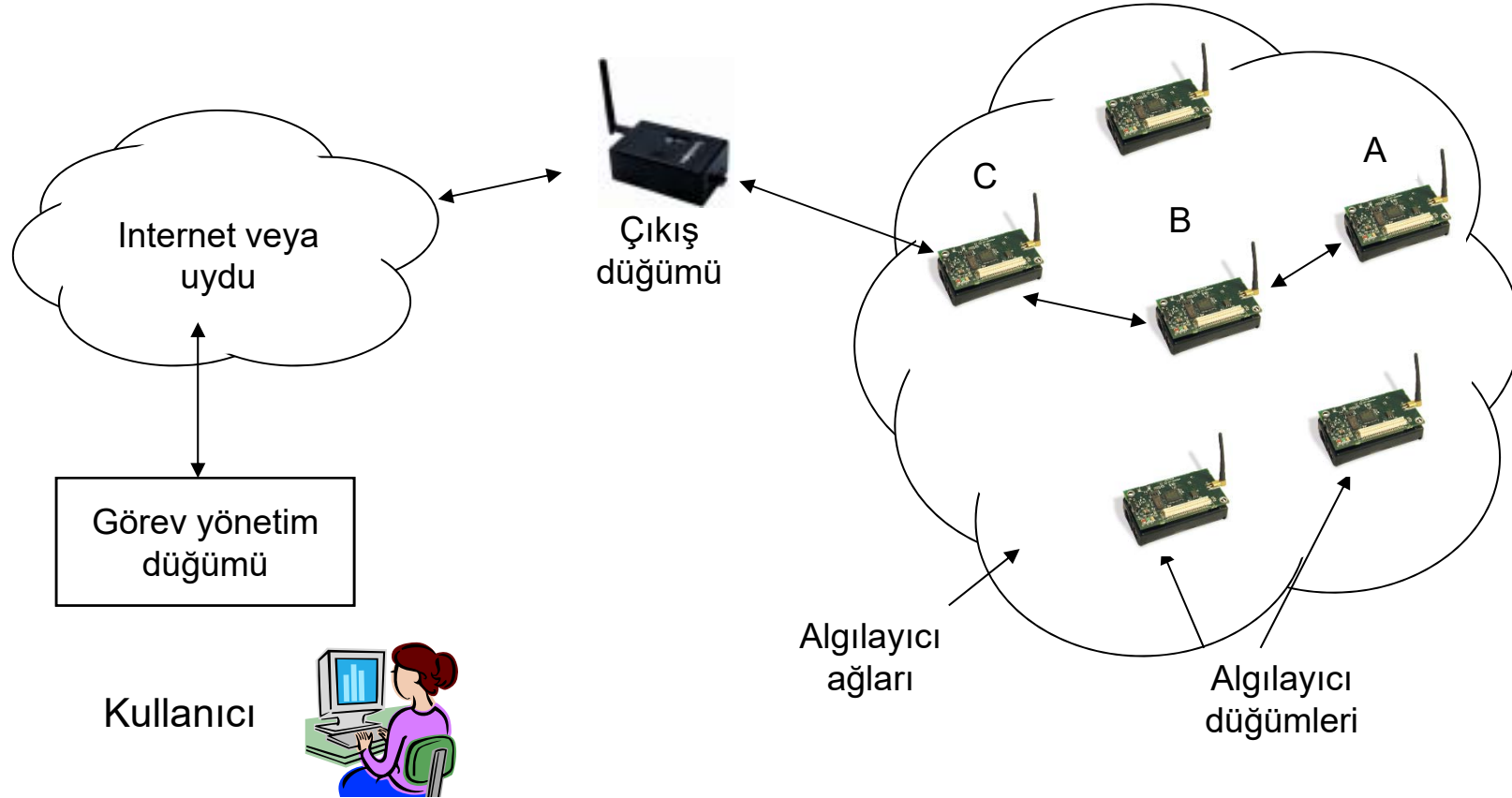


KAA'larda Kullanılan Örnek Algılama Teknolojileri

- ☐ Sıcaklık
- ☐ Nem
- ☐ ivme
- ☐ Basınç
- ☐ Işık
- ☐ Gürültü seviyesi
- ☐ Mekaniksel gerilme
- ☐ Bir nesnenin mevcudiyetinin ya da eksikliğinin tespiti
- ☐ Bir nesnenin hızı, boyutu, yönü.
- ☐ Elektromanyetik alan
- ☐ Resim
- ☐ Ses
- ☐ Toprağın bileşimi



KAA Mimarisi



- ❑ Uygulamaya bağlı olarak yüzlere, binlere ve hatta yüz binlere varan sayıda düğüm içerebilirler.

KAA Uygulama Alanları

❑ Askeri Alanlar

- Hedef tespiti, saldırı tespiti, savaş alanının gözetim altında tutulması,
- Dost-düşman ayrımı vb.

❑ Çevresel Alanlar

- Orman yangını, sel vb. doğal afetlerin tespiti,
- Bir bölgenin ekolojik olarak izlenmesi,

❑ Sağlık ile İlgili Alanlar

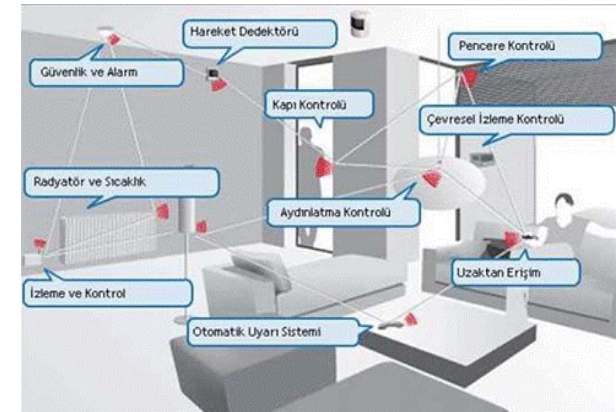
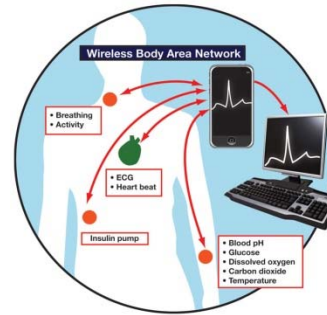
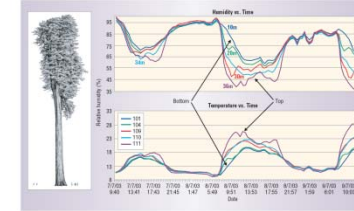
- Hastaların izlenmesi

❑ Ev Otomasyon Uygulamaları

- Akıllı binalar,
- Bina güvenliği,

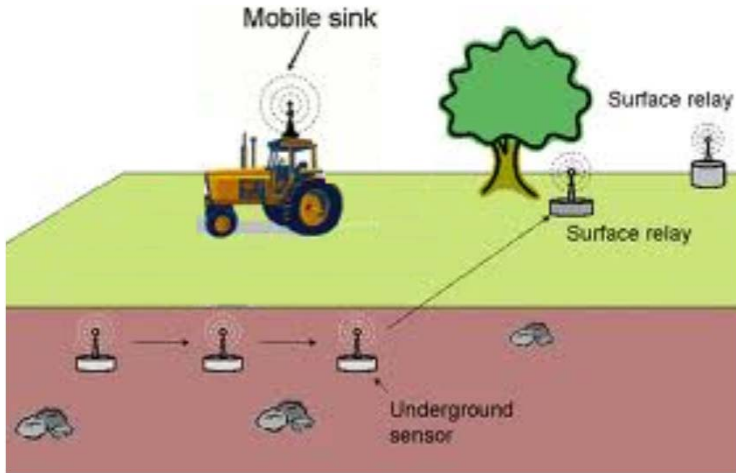
❑ Ticari Uygulamalar

- Endüstriyel otomasyon,
- Trafik sinyalizasyonu (zeki yollar),
- Binaların yapı denetimi,

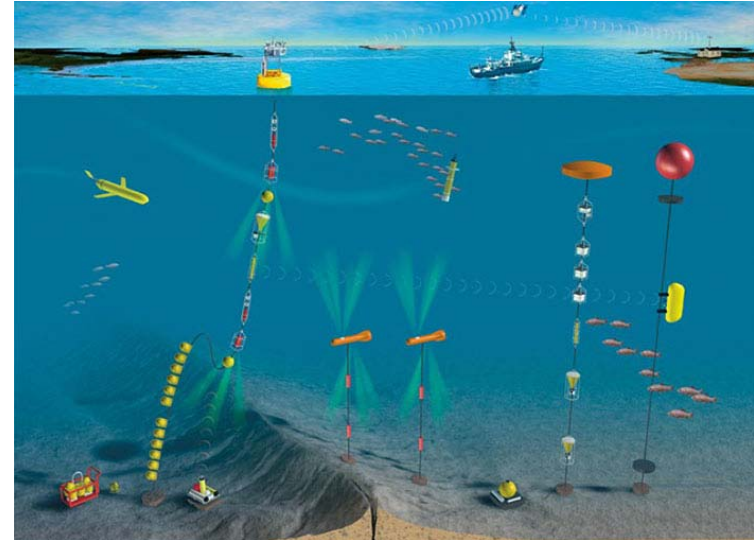


KAA Türleri

❑ Yeraltı Kablosuz Algılayıcı Ağlar (Underground Wireless Sensor Networks)

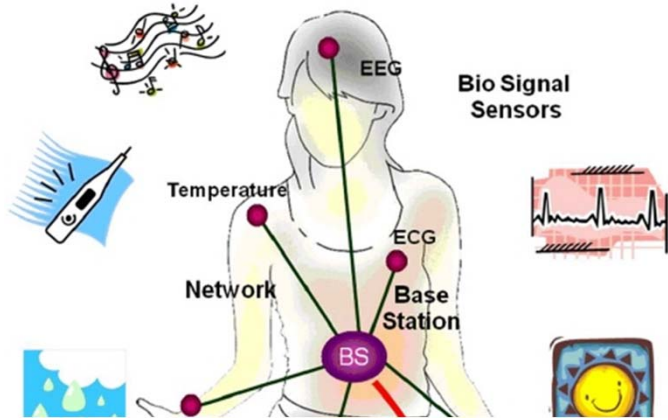


❑ Su altı Kablosuz Algılayıcı Ağlar (Underwater Wireless Sensor Networks)



KAA Türleri

❑ Kablosuz Vücut Algılayıcı Ağlar (Wireless Body Sensor Networks)

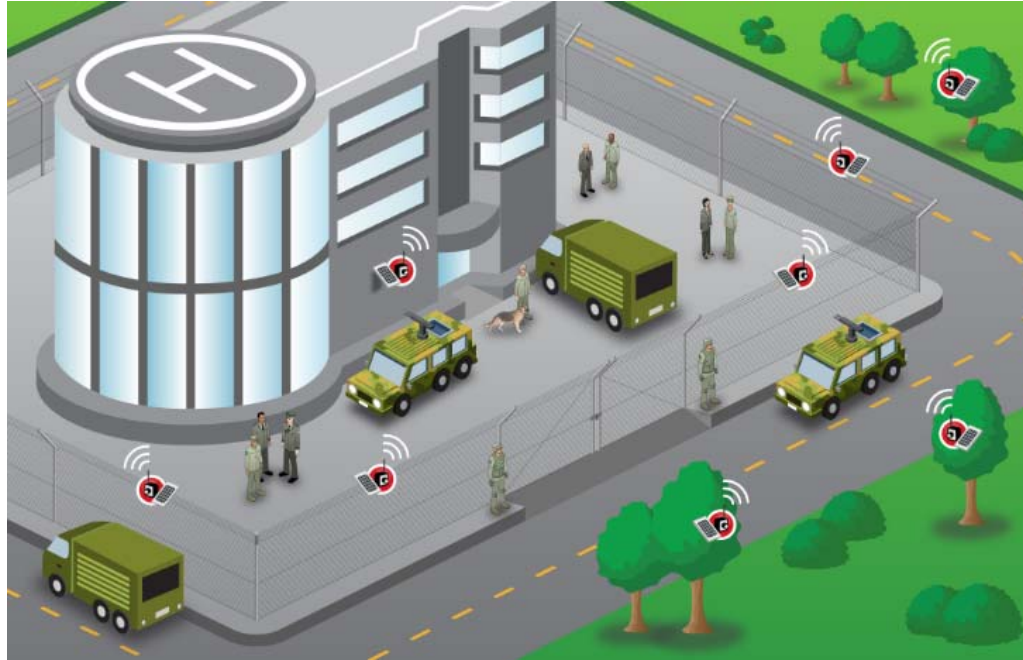


❑ Araç Alan Ağları (Vehicular Area Networks)

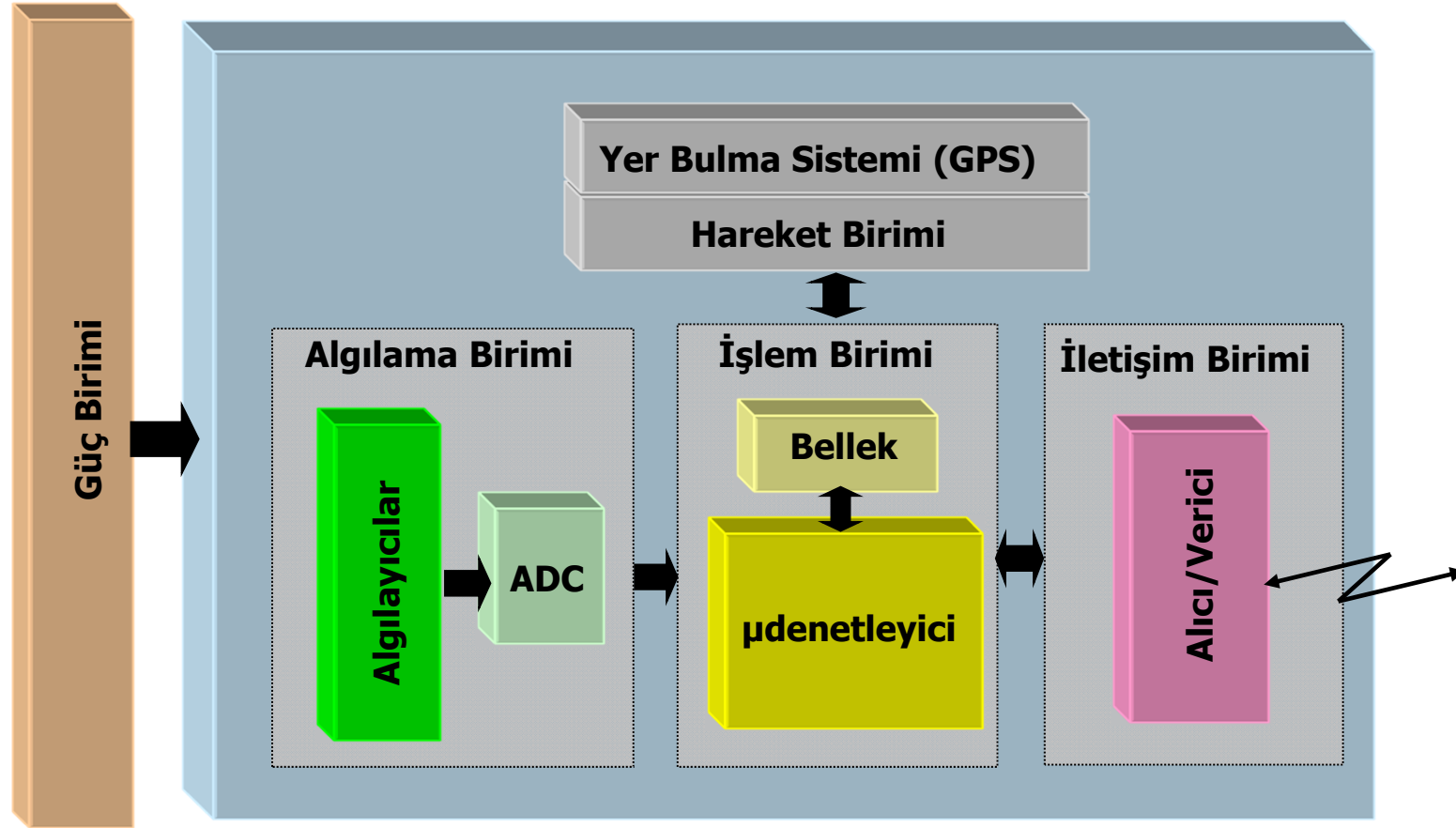


KAA Türleri

- ❑ Kablosuz Çoklu Ortam Algılayıcı Ağlar
(Wireless Multimedia Sensor Networks)



KAA Düğüm Yapısı



KAA Düğüm Çeşitleri

WeC 99
“Smart Rock”



Küçük uC
8 kB Kod Bellek
512 B Veri Bellek

Basit Radyo
10 kbps ASK

EEPROM (32 KB)

Basit Sensörler

Rene 11/00



Deney amaçlı
geliştirildi

-Sensör boardları

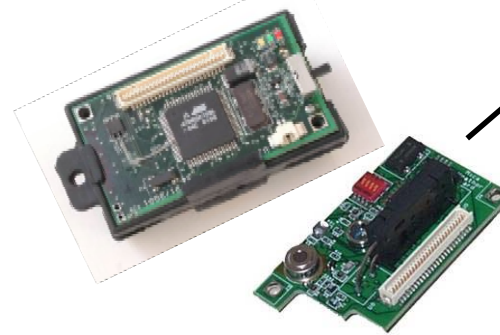
-Güç boardları

Dot 9/01



Boyutların
gösterimi için

Mica 1/02



128 kB Kod, 4 kB veri
40kbps OOK/ASK radyo
512 kB Flash

Micaz 04
250kbps

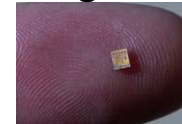


Telos 4/04
Sağlam, 250kbps
Kolay kullanım



Mica2 12/02
38.4kbps radyo

Spec 6/03
“çip şeklinde
düğüm”

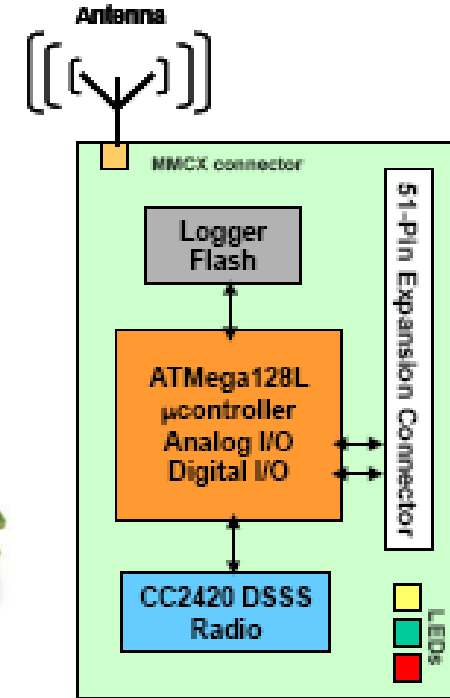


Waspote



MICAz

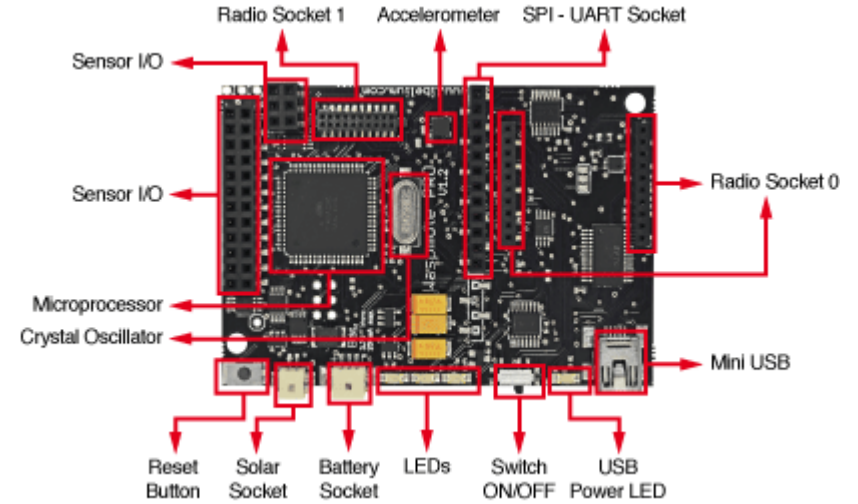
- ❑ CPU:
 - ❑ 8-bit, 16 MHz, 16 MIPS ATmega128L μ C
- ❑ Radyo:
 - ❑ Frekans: 2400-2483.5MHz (ISM)
 - ❑ İletim Hızı: 250Kbps
 - ❑ Mesafe: 75-100m
- ❑ Bellek:
 - ❑ 128 KB kod bellek (Flash)
 - ❑ 4 KB SRAM
 - ❑ 4 KB EEPROM
- ❑ Sensörler ve ADC
 - ❑ 8-kanal, 10-bit ADC
 - ❑ Işık, ses, sıcaklık, basınç, nem
- ❑ Kullanıcı tarafından ayarlanabilen 3 adet LED
- ❑ 2xAA Pil



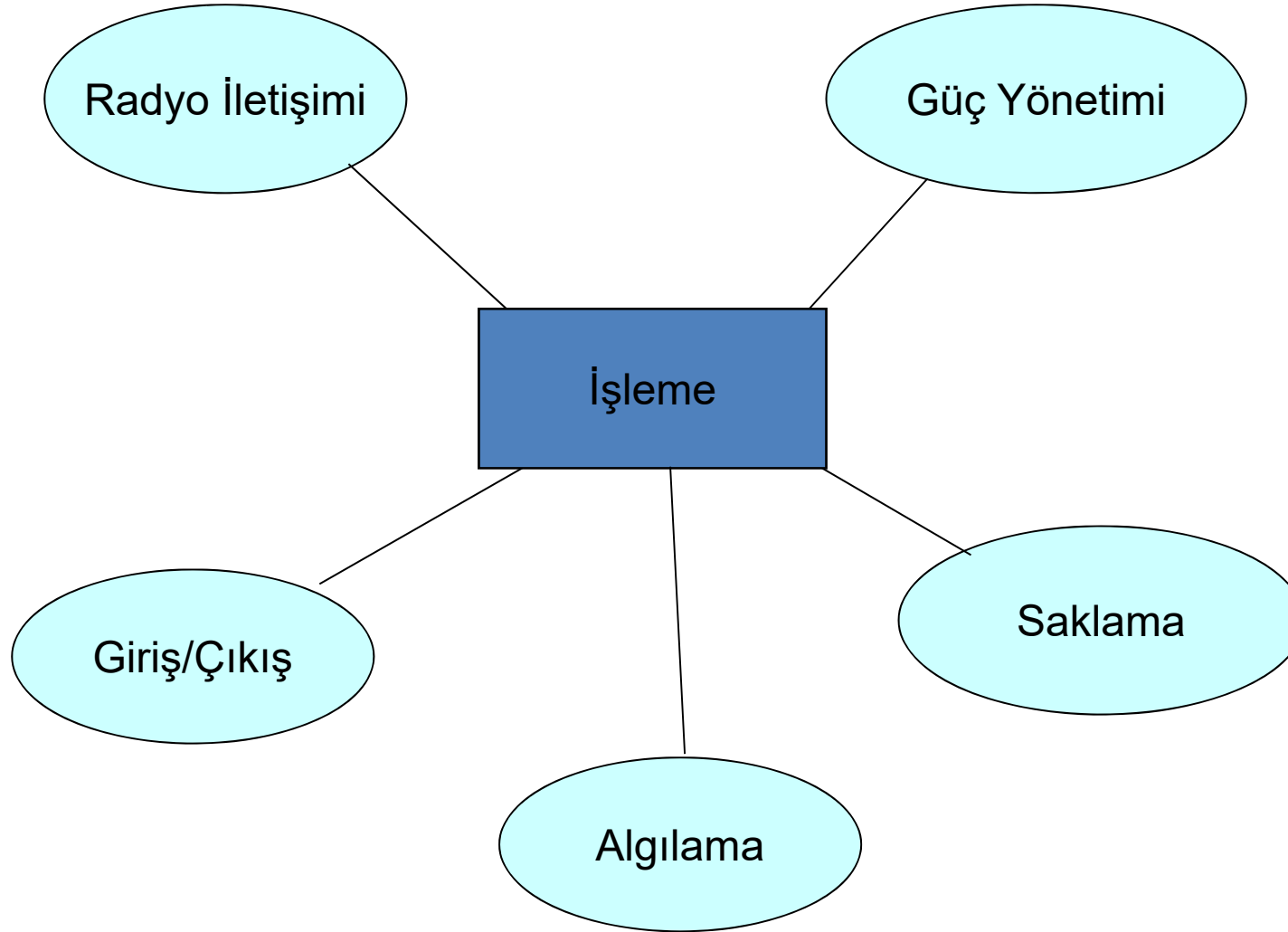
MicaZ

Wasp mote

- ❑ CPU:
 - ❑ 8-bit, 14 MHz, ATmega1281 μ C
- ❑ Kablosuz Arayüzler:
 - ❑ 802.15.4 / ZigBee
 - ❑ BLE (Bluetooth 4.0)
 - ❑ WiFi
 - ❑ 6LoWPAN / IPv6 Radyo
 - ❑ GSM /GPRS
 - ❑ RFID/NFC
- ❑ Bellek:
 - ❑ 128 KB kod bellek (Flash)
 - ❑ 8 KB SRAM
 - ❑ 4 KB EEPROM
 - ❑ 2 GB SD Kart
- ❑ Giriş/Çıkış
 - ❑ 7 Analog I/O, 8 Dijital I/O, 1 I2C, 1 USB, 1 SPI
 - ❑ Temel Sensörler: ışık, ses, sıcaklık, basınç, nem
- ❑ 3.3v- 4.2v



KAA Mantıksal Mimari



KAA Mantıksal Mimari: İşleme (MICAz)

❑ Görevler:

- ❑ Uygulamaların çalıştırılması
- ❑ Kaynakların Yönetimi
- ❑ Çevre Birimlerin Kontrolü

❑ Atmel AVR ATMEGA128L

- ❑ 16 Mhz'de 16 MIPS Çalışabilme
- ❑ RISC Mimari
- ❑ 133 Komut – Çoğu tek sayıklık
- ❑ 8 bit ALU/veri yolu
- ❑ 128 Kb Kod Bellek
- ❑ 4 Kb SRAM – Veri Bellek
- ❑ 4 Kb EEPROM
- ❑ 53 Programlanabilir G/Ç hattı
- ❑ 3 zamanlayıcı, 2 UART, 1 SPI port
- ❑ JTAG hata ayıklama desteği



ATMEGA128

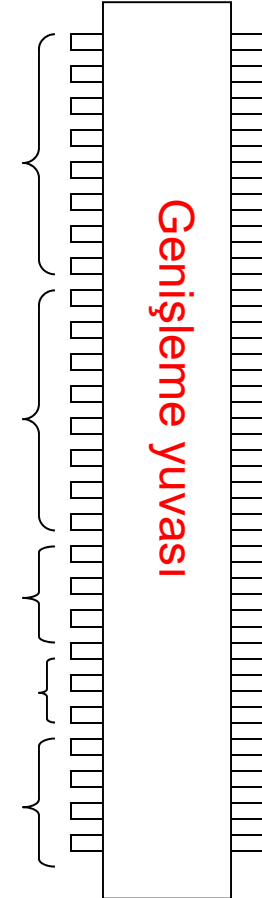
KAA Mantıksal Mimari: Giriş/Çıkış Birimleri (MICAz)

❑ Görevler:

- ❑ Algılama boardları arasında arabirim
- ❑ Programlama boardları ile arabirim
- ❑ Diğer cihazlarla iletişim

❑ G/Ç birimi 51-pin'lik bir genişleme yuvasından oluşur

- ❑ 8 analog hat
- ❑ 8 güç yönetim hattı
- ❑ 3 PWM hattı
- ❑ 2 analog karşılaştırma hattı
- ❑ 4 harici kesme hattı
- ❑ Bir adet I2C-hattı
- ❑ bir SPI hattı
- ❑ Bir seri port
- ❑ Mikrodenetleyici programlama hatları



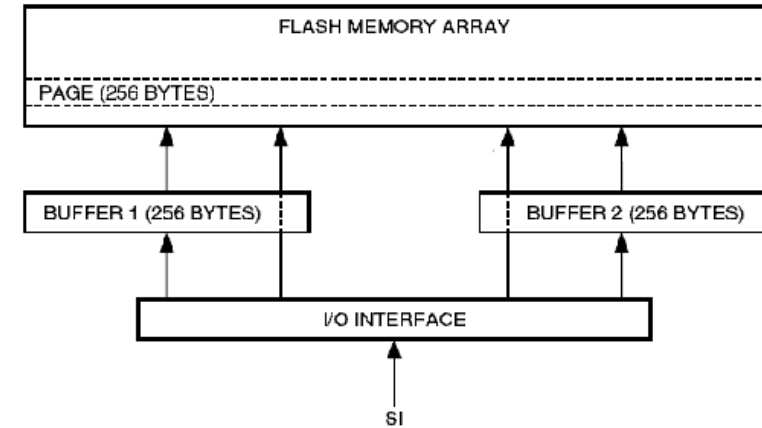
KAA Mantıksal Mimari: Saklama (MICAz)

❑ Görevler:

- ❑ Algılama değerlerini saklar
- ❑ Ağdan gelen bilgileri yedeklerini geçici olarak saklar

❑ Atmel AVR ATMEGA128L

- ❑ 4 Mb (512 kB) bellek
- ❑ 2.5V - 3.6V veya 2.7V - 3.6V Besleme
- ❑ Serial Peripheral Interface (SPI) Uyumlu
- ❑ 20 MHz Maksimum Saat sinyali
- ❑ Two 264-byte SRAM Veri tamponu
 - ❑ Programlama sırasında veri alımını izin verir
- ❑ Düşük güç tüketimi
 - ❑ Okuma sırasında 4 mA
 - ❑ Askıda iken 2 μ A

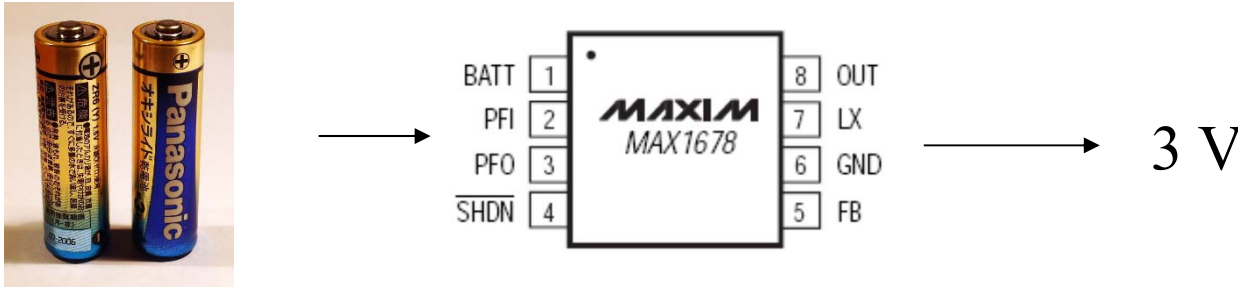


KAA Mantıksal Mimari: Güç Yönetimi (MICAz)

❑ Görevler:

❑ Sistem besleme gerilimini düzenler

❑ Maxim1678 DC-DC çevirici sabit 3.0V besleme sağlar



❑ Piller 3.2V ile 2.0V arasında gerilim üretir

❑ Alkaline pillerin %50' sinden fazlasında gerilim 1.2 V'un altına düşmektedir.

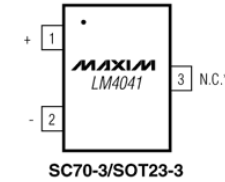
❑ Çevirici 0.8V'a kadar olan giriş gerilimini alır ve 3.0V'a yükseltir.

❑ Radyo iletişimi için sabit 3V besleme gerekmektedir.

❑ LM 4041 (voltage referans)

❑ Pil voltajını ayarlar

TOP VIEW



*PIN 3 MUST BE LEFT FLOATING OR CONNECTED TO PIN 2.

KAA Mantıksal Mimari: Algılama (MICAz)

❑ Görevler:

- ❑ Ortamdaki fiziksel büyüklükleri algılamak
- ❑ Algılanan büyüklükleri mikro denetleyicinin anlayacağı forma çevirme

❑ Sensör Türleri

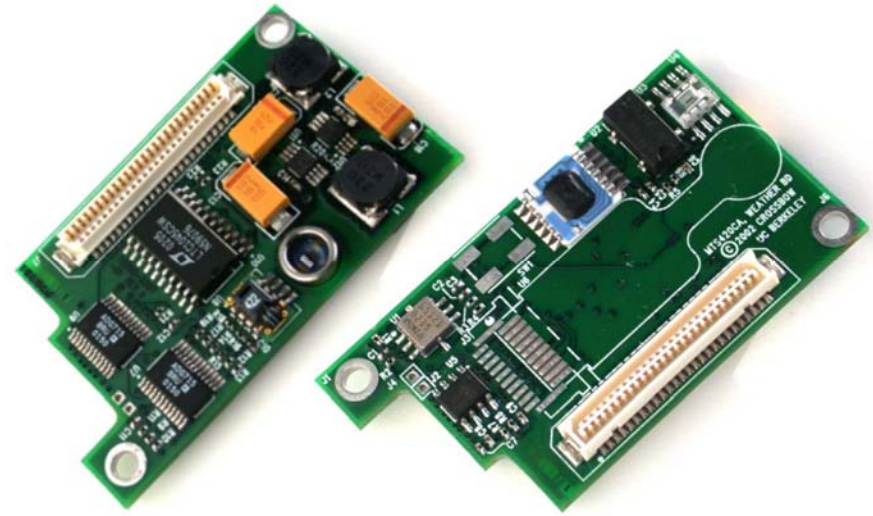
- ❑ Sıcaklık, nem, basınç
- ❑ Ses, ışık

❑ Sensör-uC arabirimi

- ❑ 51 Pin Konnektör

❑ ADC

- ❑ 8-kanal, 10-bit ADC



KAA Mantıksal Mimari: RF İletişimi (MICAz)

❑ Görevler:

- ❑ Kablosuz olarak veri gönderme ve alma
- ❑ Diğer düğümlerle bağlantı
- ❑ Düğümün Fiziksel katmanıdır.



❑ Radyo CC2420 (802.15.4 ZigBee)

- ❑ İşlemciye verileri paket paket gönderir
- ❑ Modülasyon, demodülasyon
- ❑ Protokol işleme
- ❑ Senkronizasyon
- ❑ Kodlama, kod çözme
- ❑ Hata tespiti ve düzeltme
- ❑ Otomatik ACK
- ❑ 128-bit AES şifreleme

	MICA z CC2420
Radyo Frekansı [MHz]	2400 - 2483.5
Max Veri Hızı (kbps)	250
RX Gücü (mA)	19,7
TX Gücü (mA)	17,4
Düşük güç modu (µA)	1
Modülasyon	DSSS-O-QPSK
Alıcı hassasiyeti	-94 dBm
Kapsama alanı	75 m - 100 m
Çoklu kanal desteği	Var

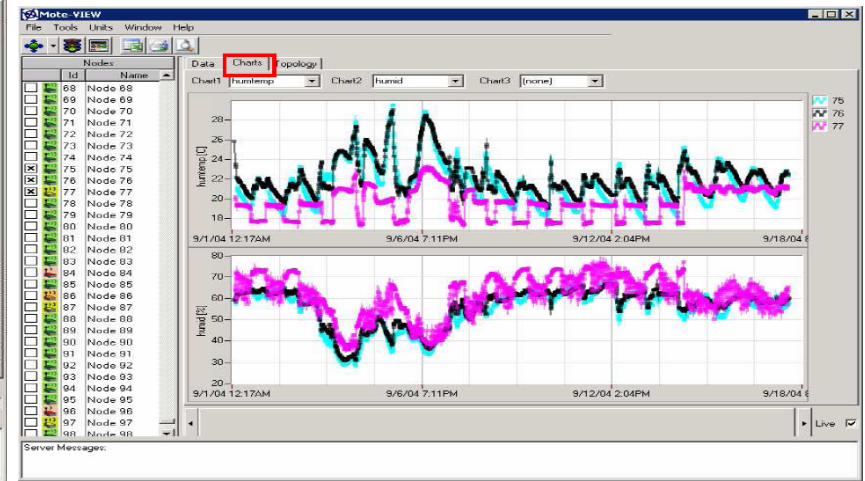
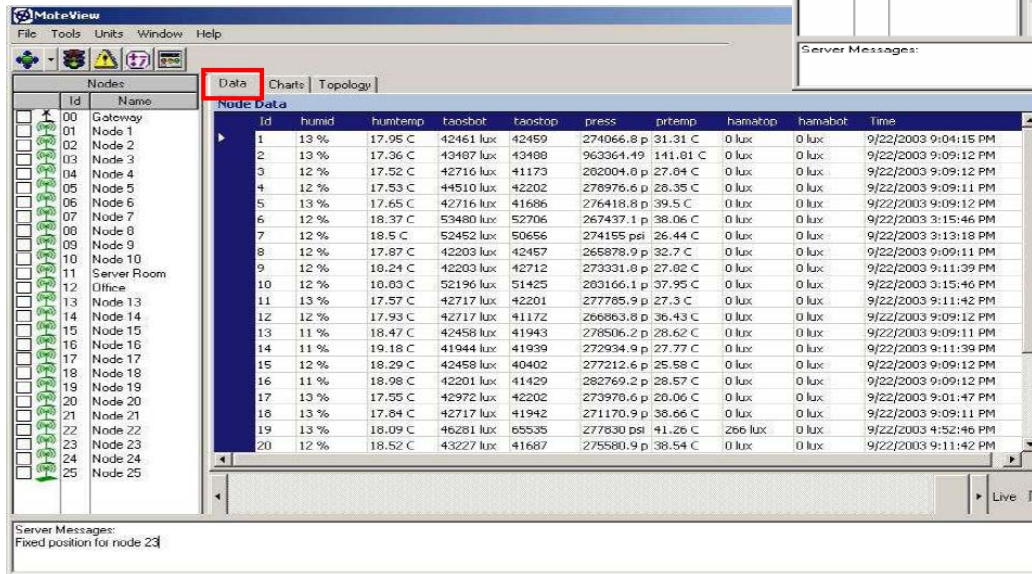
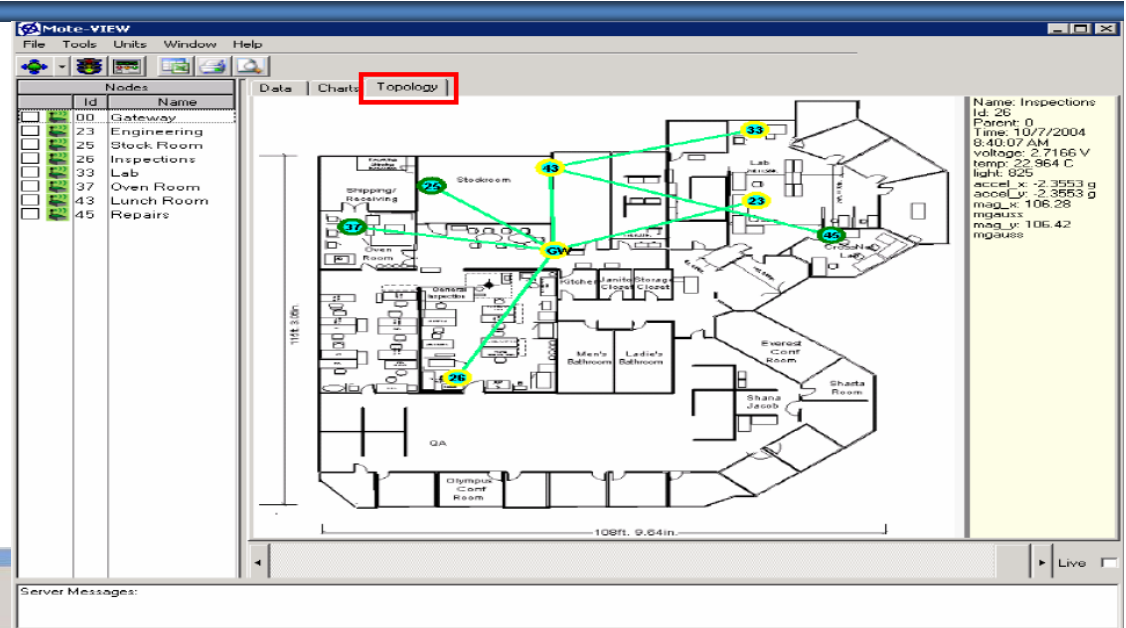
KAA Yönetim/Uygulama Yazılımları

- ❑ Gerçek uygulamalarda yönetimsel araçlara ihtiyaç duyulmaktadır.
 - Düğümlerin durumlarının gözlemlenmesi
 - Çevresel etkiler neticesiyle düğümler bozulabilir.
 - Ağın topolojisi değişebilir
- ❑ Bilgilerin görselleştirilmesi
 - Düğümlerin algıladığı değerlerin anlaşılabilir forma çevrilmesi
- ❑ Ağın yeniden programlanması
- ❑ Bir sensör yönetim protokolünün görevleri
 - Belirli düğümlerin açılıp- kapanması
 - Düğümlerinin hareketlerinin yönetilmesi
 - Ağın ayarları ve durumu hakkında sorgulamanın yapılması, ağın yeniden yapılandırılması
 - Kimlik denetiminin gerçekleştirilmesi, anahtar paylaşımı
 - Düğümler arasında zaman senkronizasyonunun gerçekleştirilmesi
 - Verilen kurallara göre verilerin toplanması düğümlerin kümelenmesi



KAA Yönetim/Uygulama Yazılımları

❑ Örnek: Crossbow MoteVIEW



Kablosuz Algılayıcı Ağların Kısıtlamaları

❑ Üretim maliyeti:

- Binlerce düğüm kullanılabileceğinden ucuz olmalı.

❑ Donanımsal sınırlamalar:

- Ucuzluk, sınırlı kaynaklara sebep olmakta; 8 bit, 16 Mhz uC, kısa mesafe iletişim

❑ Güç tüketimi:

- Çoğunlukla değiştirilemeyen 2XAA pil

❑ Çevresel koşullar:

- Zor doğa koşullarında çalışabilme; yüksek sıcaklık, basınç v.b.

❑ Hata toleransı:

- KAA'lar yapısı gereği hatalara yatkındır; kaybolma, bozulma v.b

❑ İletim ortamı:

- Kısıtlı radyo ve zor doğa şartları

❑ Ölçeklenebilirlik:

- Sık yerleşim ve geniş ölçeği destekleme

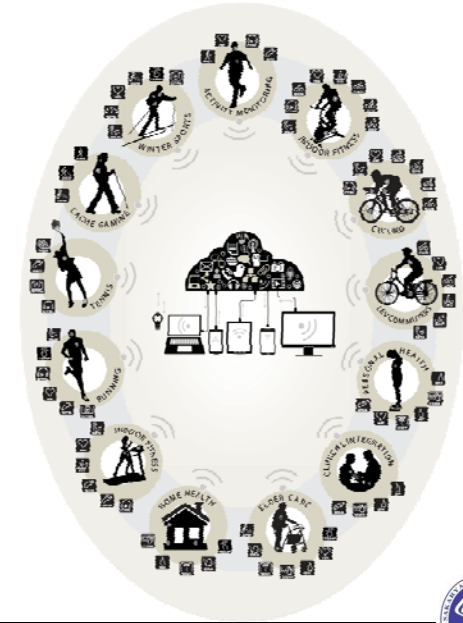
- ❑ ITU-T tarafından G.9959 tavsiye dökümanı ile onaylanmış bir protokoldür.
- ❑ Ev ve ofis ortamlarında elektrik/elektronik cihazlar ile haberleşmek için geliştirilmiş akıllı bina sistemlerinde yaygın olarak tercih edilen kablosuz haberleşme teknolojisidir.
- ❑ Z-Wave teknolojisinin en önemli özelliği, ağdaki tüm düğümlerin yönlendirme (**routing**) yeteneğine sahip olmasıdır. Böylelikle kapsama alanı ya da kablosuz iletişim problemi ortadan kaldırılmış olmaktadır.
- ❑ Mesh topoloji ve tüm düğümlerin yönlendirme yeteneği sayesinde tüm Z-Wave cihazlar birbirleri ile iletişim kurabilmekte ve bir cihazda yaşanan problem ağın tümünü etkilememektedir.
- ❑ 35 milyon üzerinde Z-Wave ürünü kullanılmaktadır. Z-Wave teknolojisine dayalı cihaz üreten firmalar arasında LG, Bosch, Zyxel, Honeywell vb. firmalar örnek olarak verilebilir.

- ❑ Z-Wave Teknolojisinin Teknik Özellikleri
 - 868 / 908 / 2400 MHz frekans bandı,
 - CSMA/CA ortam erişim yöntemi,
 - 40 Kbit/s veri iletim hızı,
 - 232 düğüm ile ölçeklenebilirlik,
 - 128 bit AES şifreleme,
 - 30m kapalı, 100m açık kapsama alanı,
 - Mesh topoloji,
 - Fullduplex (çift yönlü) veri iletişimi,
 - Z-Wave cihazların bağımsız ya da grup olarak çalışma desteği



ANT/ANT+

- ❑ ANT, sensör ağlar, sağlık, spor gibi benzer uygulamalar için geliştirilmiş, ultra düşük güç tüketimine sahip, düşü veri iletim hızlı, kısa mesafeli bir kablosuz teknolojidir.
- ❑ ANT, Dynastream firması tarafından geliştirilmiş, bisiklet ve spor ekipmanları üreticisi olan Garmin firması tarafından satın alınmıştır.
- ❑ Tescilli bir teknoloji olmasından dolayı çok yaygınlaşmamıştır.
- ❑ ANT+ teknolojisinin yakın gelecekte akıllı telefonlarda yaygınlaşması beklenmektedir. Örnek: Samsung S7, S6, S5, Sony Xperia XZ, Z5
- ❑ ANT düğümleri/cihazları master ve slave olarak çalışabilir.
- ❑ Teknik Özellikleri
 - 2.4 GHz ISM band,
 - TDMA ortam erişim yöntemi,
 - 232 düğüm ile ölçeklenebilirlik,
 - 1-30 m kapsama alanı,
 - 40 Kbit/s
- Düşük enerji tüketimi



Kaynaklar

- ❑ Doç.Dr. Murat ÇAKIROĞLU Ders Slaytları
- ❑ <http://www.z-wave.com/>
- ❑ https://www.youtube.com/watch?v=e_Nmj9KtM34
- ❑ <https://www.thisisant.com/consumer/ant-101/what-is-ant/>

