



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+

Doç. 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),
- Kızılıötesi (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 ağdır.

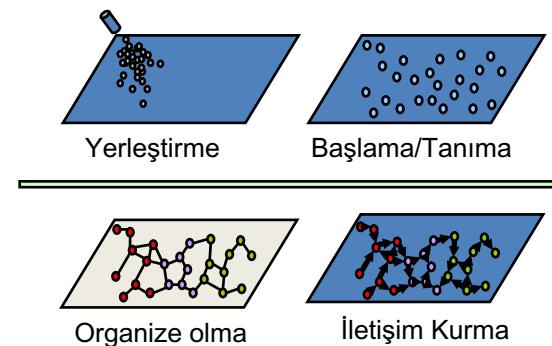
❑ Algılayıcı Düğüm

- Ortamda 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

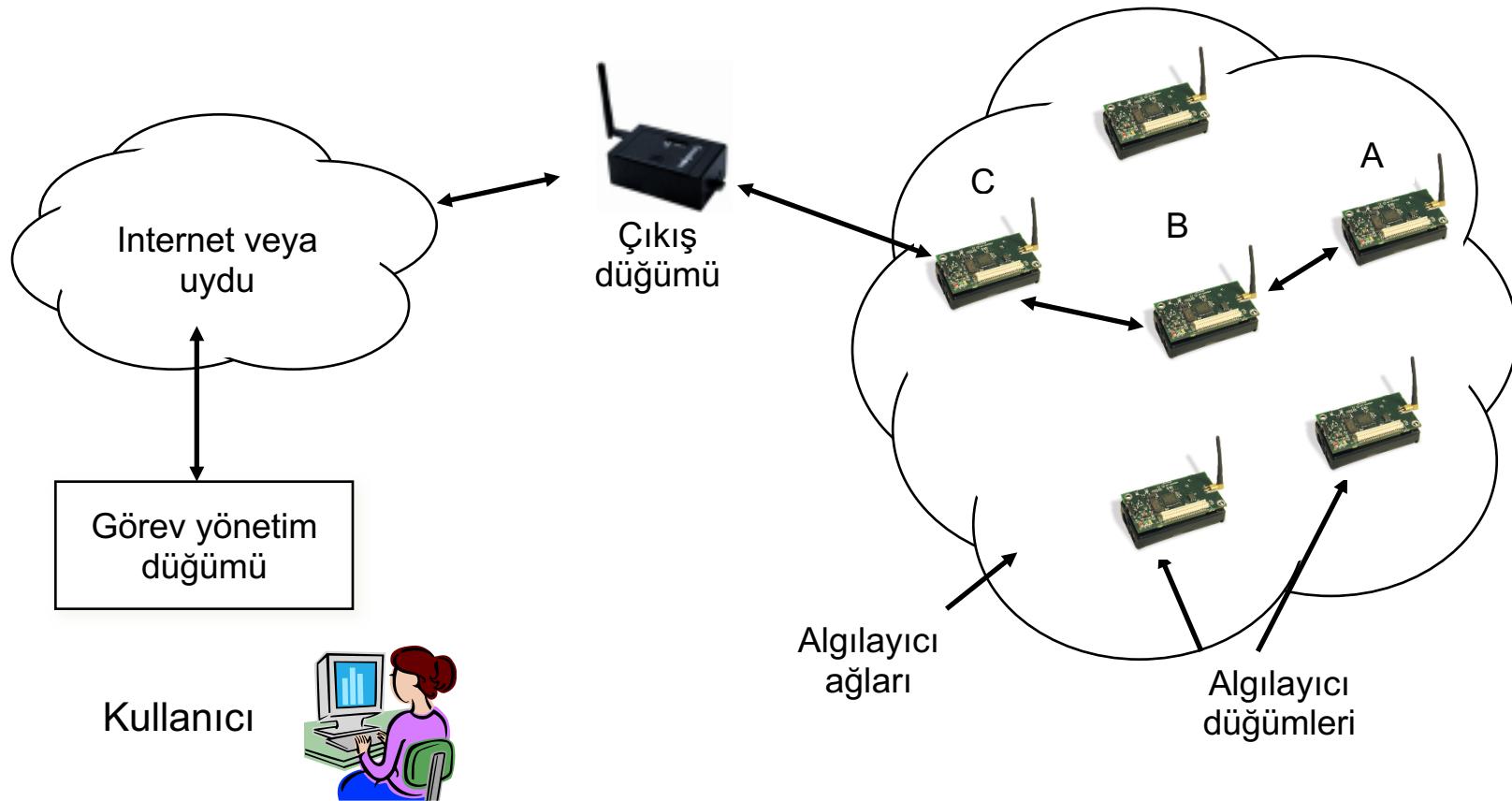


KAA'larda Kullanılan Örnek Algılama Teknolojileri

- 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

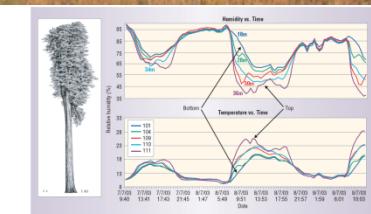
❑ Askeri Alanlar

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



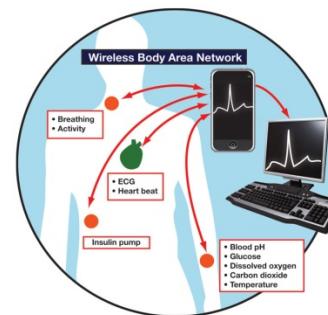
❑ Çevresel Alanlar

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



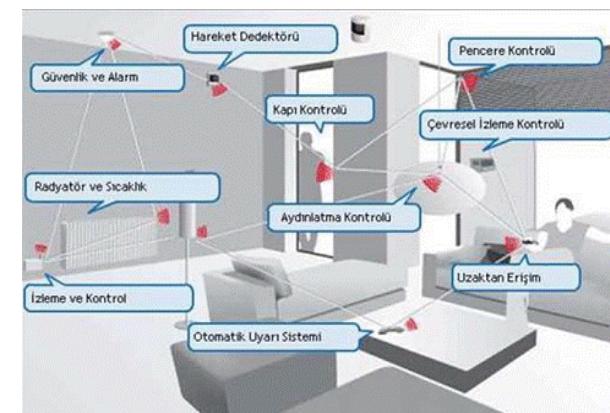
❑ Sağlık ile İlgili Alanlar

- Hastaların izlenmesi



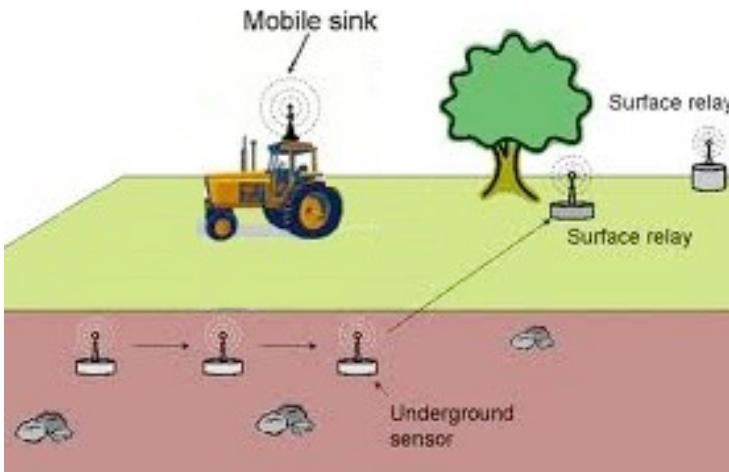
❑ Ev Otomasyon Uygulamaları

- Akıllı binalar,
- Bina güvenliği,

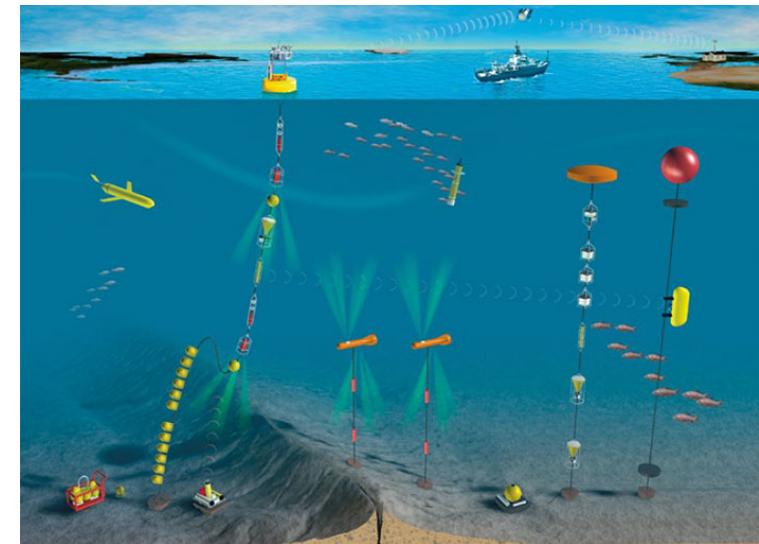


KAA Türleri

Yeraltı Kablosuz Algılayıcı Ağlar (Underground Wireless Sensor Networks)

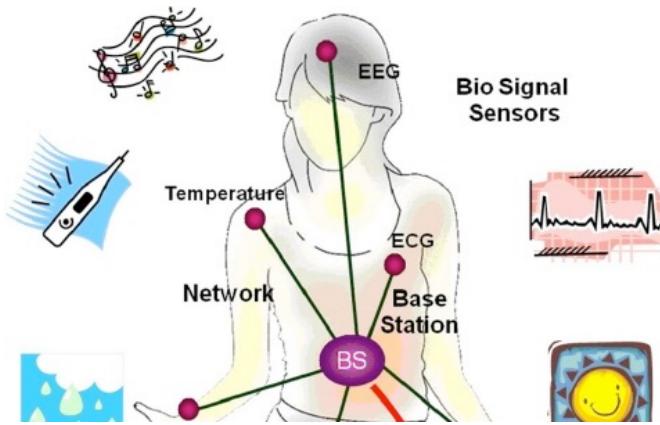


Su altı Kablosuz Algılayıcı Ağlar (Underwater Wireless Sensor Networks)

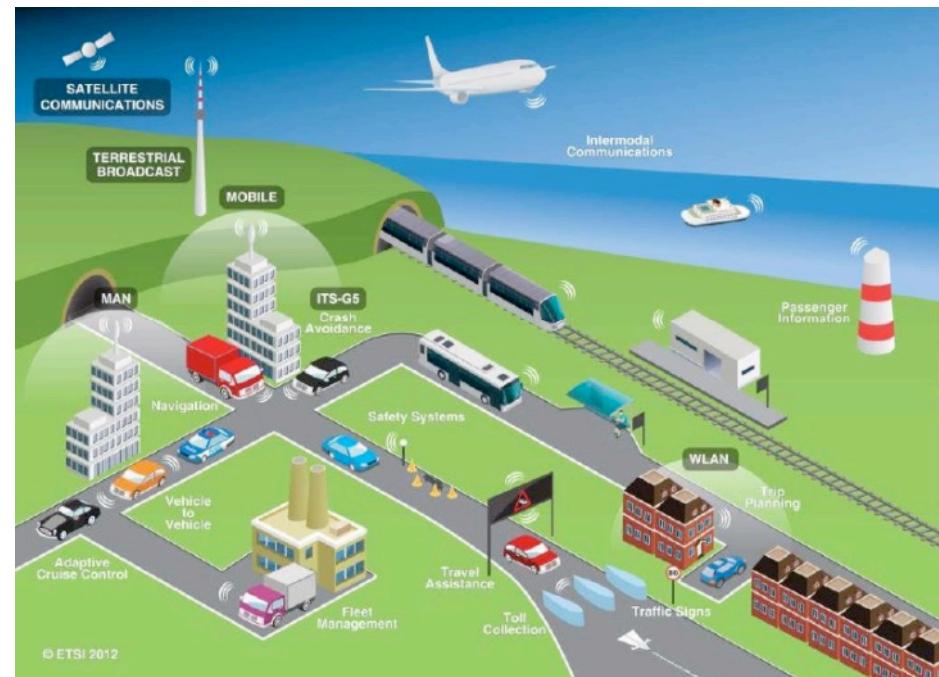


KAA Türleri

❑ Kablosuz Vücut Algılayıcı Ağları (Wireless Body Sensor Networks)

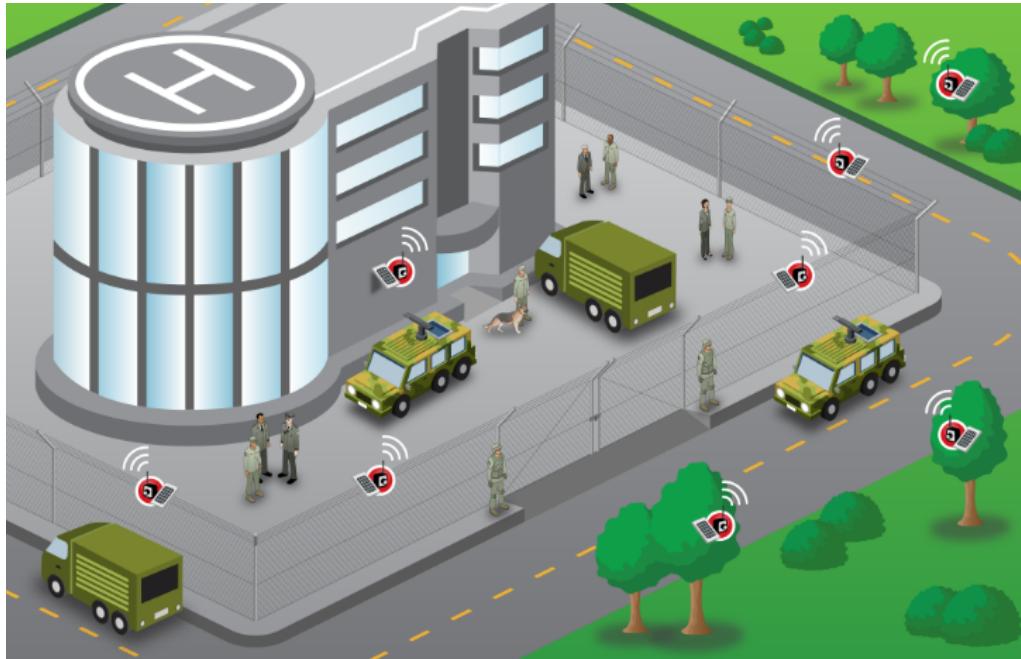


❑ Araç Alan Ağları (Vehicular Area Networks)

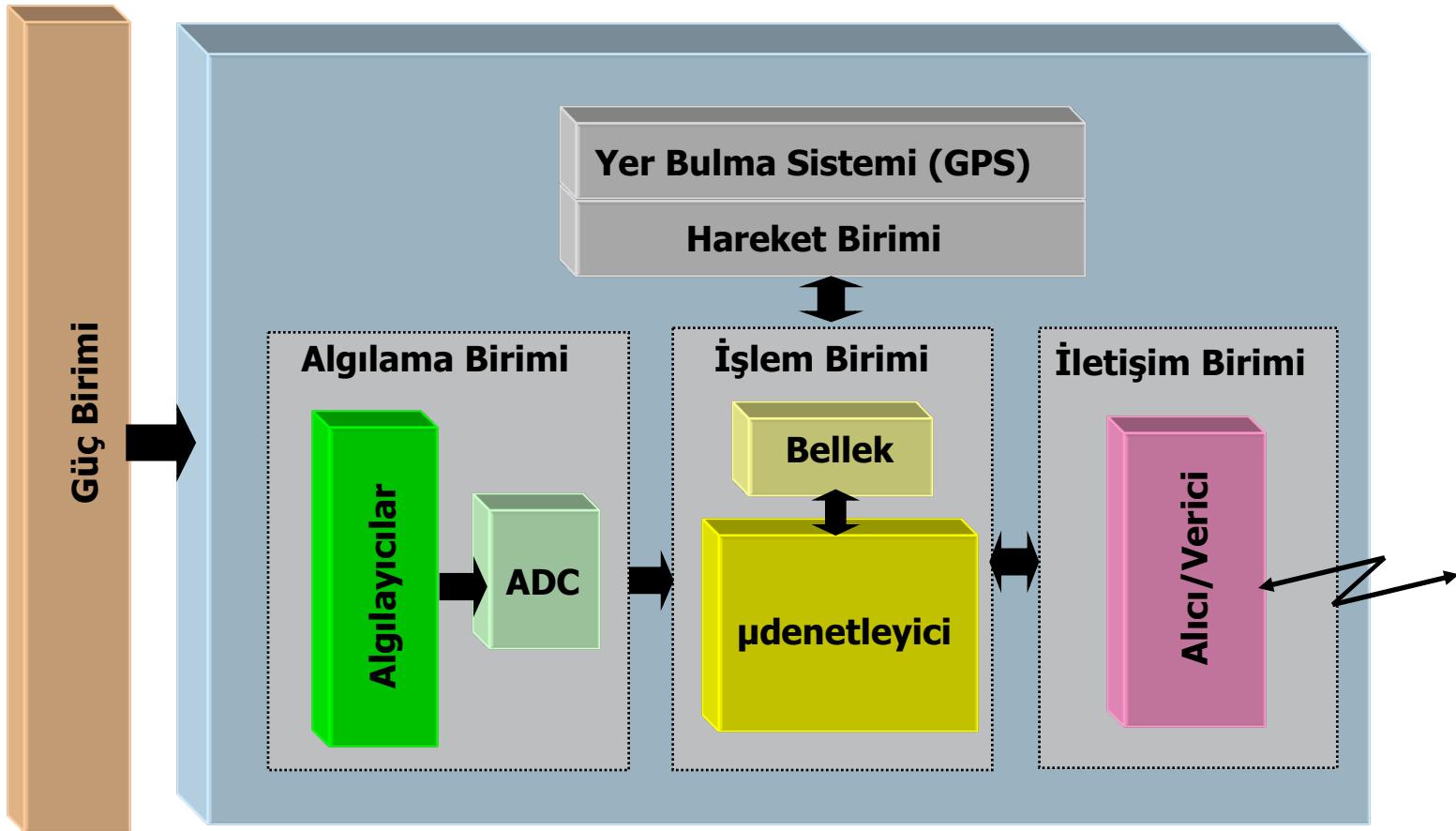


KAA Türleri

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



KAA Düğüm Yapısı



KAA Düğüm Çeşitleri

WeC 99
“Smart Rock”



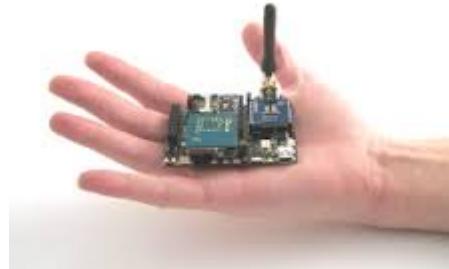
Küçük uC
8 kB Kod Bellek
512 B Veri Bellek

Basit Radyo
10 kbps ASK

EEPROM (32 KB)

Basit Sensörler

Wasp mote



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



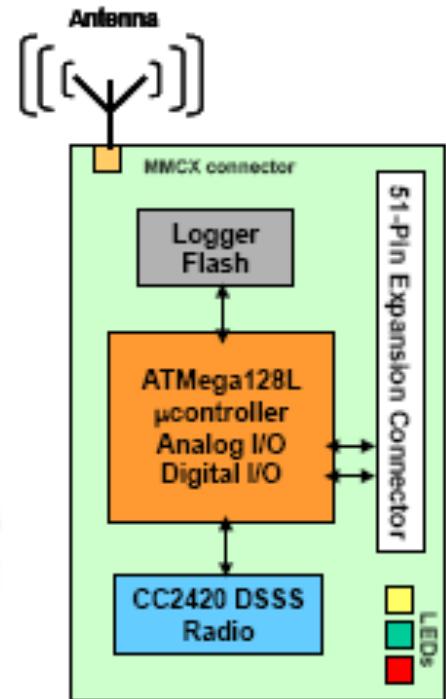
Mica2 12/02
38.4kbps radyo

Spec 6/03
“çip şeklinde
düğüm”



MICAz

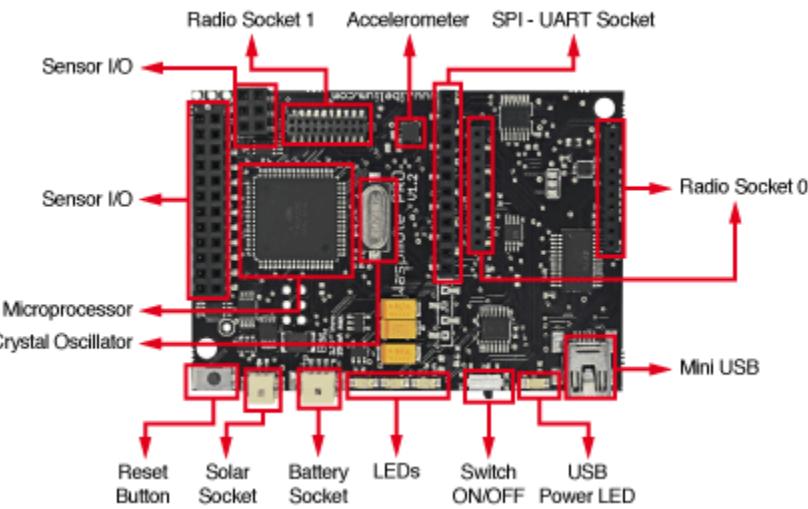
- ❑ CPU:
 - ❑ 8-bit, 16 MHz, 16 MIPS ATMega128L µC
- ❑ Radyo:
 - ❑ Frekans: 2400-2483.5MHz (ISM)
 - ❑ İletim Hızı: 250Kbps
 - ❑ Mesafe: 75-100m
- ❑ Bellek:
 - ❑ 128 KB kod bellek (Flash)
 - ❑ 4 KB SRAM
 - ❑ 4 KB EEPROM
- ❑ Sensörler ve ADC
 - ❑ 8-kanal, 10-bit ADC
 - ❑ ışık, ses, sıcaklık, basınç,nem
- ❑ Kullanıcı tarafından ayarlanabilen 3 adet LED
- ❑ 2xAA Pil



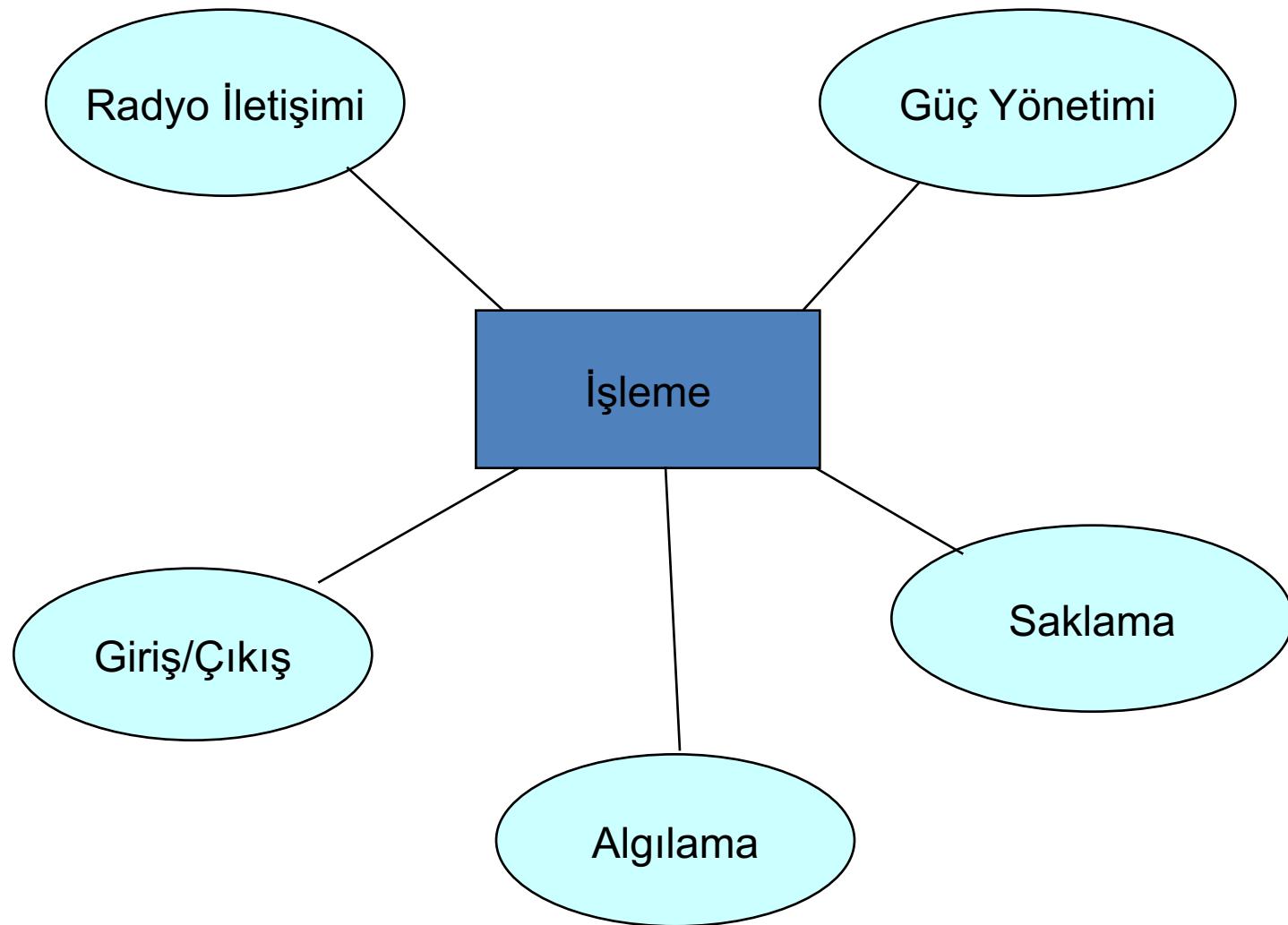
MicaZ

Waspmote

- ❑ CPU:
 - ❑ 8-bit, 14 MHz, ATMega1281 µC
- ❑ 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 saykılılık
- ❑ 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

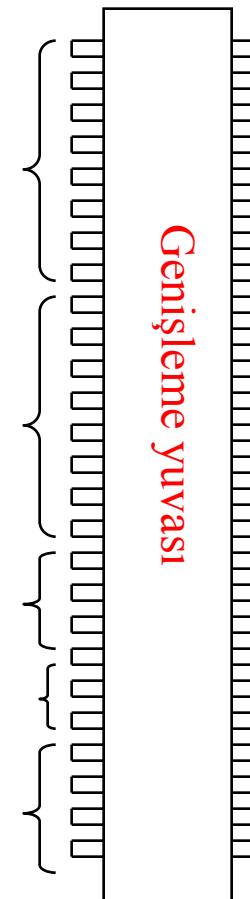
KAA Mantıksal Mimari: Giriş/Çıkış Birimleri (MICAz)

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



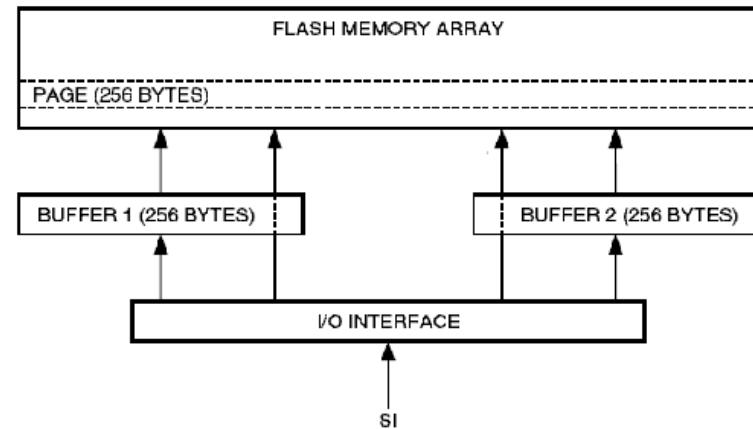
KAA Mantıksal Mimari: Saklama (MICAz)

❑ Görevler:

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

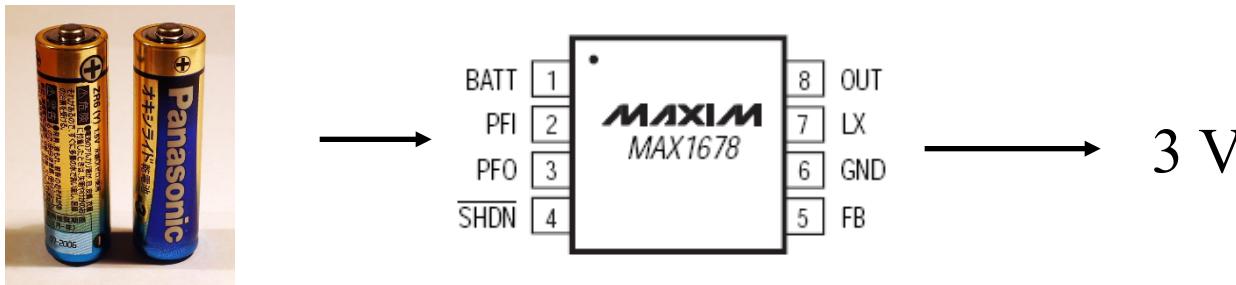
❑ Atmel AVR ATMEGA128L

- ❑ 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 µA



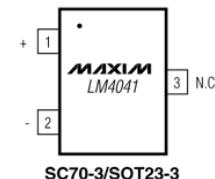
KAA Mantıksal Mimari: Güç Yönetimi (MICAz)

- 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'inden fazlasında gerilim 1.2 V'un altına düşmektedir.
- Çevirici 0.8V'a kadar olan giriş gerilimini alır ve 3.0V'a yükseltir.
- Radyo iletişim 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

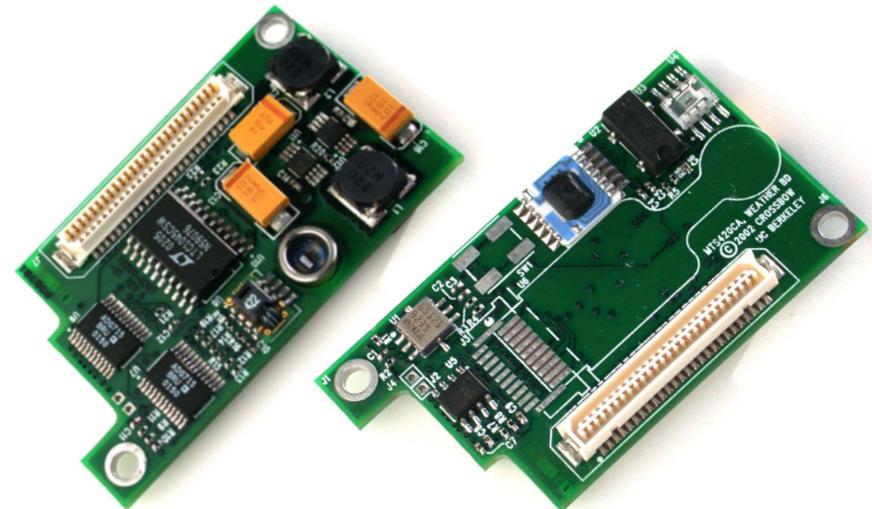
- Sıcaklık, nem, basınç
- Ses,ışık

Sensör-uC arabirimleri

- 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
- Modulasyon, demodülasyon
- Protokol işleme
- Senkronizasyon
- Kodlama, kod çözme
- Hata tespiti ve düzeltme
- Otomatik ACK
- 128-bit AES şifreleme

	MICAz 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
Alici 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
 - Düğümlerin 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

MoteVIEW

Topology

Name: Inspections
Id: 26
Parent: 0
Time: 10/7/2004
8:40:00 AM
voltage: 2.7166 V
temp: 22.964 C
light: 825
accel_x: -2.3553 g
accel_y: 2.3553 g
mag_x: 106.28
magyax
mag_y: 106.42
magz

MoteView

Data

Node Data

Id	humid	humtemp	taostbot	taostop	press	prtemp	hamabot	hamabot	Time
1	13 %	17.95 C	42461 lux	42459	274066.8 p	31.31 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:04:15 PM
2	13 %	17.36 C	43467 lux	43468	963364.49	141.81 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:09:12 PM
3	12 %	17.52 C	42716 lux	41173	282004.6 p	27.64 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:09:12 PM
4	12 %	17.53 C	44510 lux	42202	278976.6 p	26.35 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:09:11 PM
5	13 %	17.65 C	42716 lux	41686	276418.8 p	39.95 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:09:12 PM
6	12 %	18.37 C	53480 lux	52706	267437.1 p	38.06 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 3:15:46 PM
7	12 %	18.5 C	52452 lux	50656	274155 p	26.44 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 3:18:18 PM
8	12 %	17.87 C	42203 lux	42457	265879.9 p	32.7 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:09:11 PM
9	12 %	18.24 C	42203 lux	42712	273331.0 p	27.62 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:11:39 PM
10	12 %	18.03 C	52196 lux	51425	280166.1 p	37.95 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 3:15:46 PM
11	13 %	17.57 C	42717 lux	42201	277785.9 p	27.3 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:11:42 PM
12	12 %	17.93 C	42717 lux	41172	266863.8 p	36.43 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:09:12 PM
13	11 %	18.47 C	42458 lux	41943	278506.2 p	28.62 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:09:11 PM
14	11 %	19.18 C	41944 lux	41939	272934.9 p	27.77 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:11:39 PM
15	12 %	18.29 C	42458 lux	40402	277212.6 p	25.58 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:09:12 PM
16	11 %	18.98 C	42201 lux	41429	282769.2 p	28.57 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:09:12 PM
17	13 %	17.55 C	42972 lux	42202	273970.6 p	26.06 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:01:47 PM
18	13 %	17.84 C	42717 lux	41942	271170.9 p	36.66 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:09:11 PM
19	13 %	18.09 C	46281 lux	65535	277830.0 p	41.26 C	266 lux	0 lux	9/22/2003 4:52:46 PM
20	12 %	18.52 C	43227 lux	41687	275580.9 p	38.54 C	0 lux	0 lux	9/22/2003 9:11:42 PM

MoteVIEW

Topology

File Tools Units Window Help

Nodes Data Charts Topology

Server Messages:

Fixed position for node 23

MoteVIEW

Charts

File Tools Units Window Help

Nodes Data Charts Topology

Chart1: humtemp Chart2: humid Chart3: (none)

Server Messages:

Kablosuz Algılayıcı Ağlarının 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 ölçüği 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, ağıdaki 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 ağını 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.

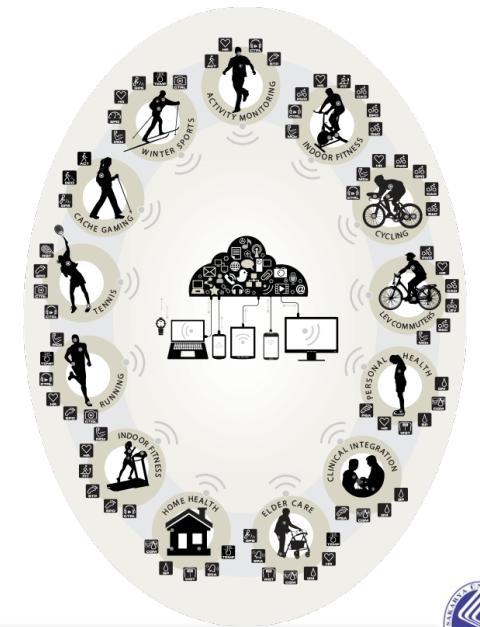
❑ Z-Wave Teknolojisinin Teknik Özellikleri

- 868 / 908 / 2400 MHz frekans bandı,
- CSMA/CA ortam erişim yöntemi,
- 40 Kbit/s veri iletim hızı,
- 232 düğüm ile ölçülebilirlik,
- 128 bit AES şifreleme,
- 30m kapalı, 100m açık kapsama alanı,
- Mesh topoloji,
- Fullduplex (çift yönlü) veri iletişimimi,
- 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 ölçülebilirlik,
 - 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/>

