



SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

BSM 451

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),
- 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.

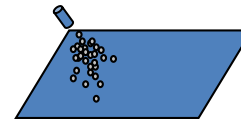
❑ Algılayıcı Düğüm

- 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.

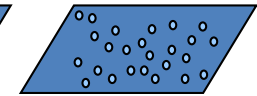


❑ Temel Özellikler

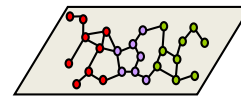
- Rasgele yerleştirilebilme
- Kendi kendine organize olabilme
- Ortak çalışma
- Yerel hesaplama yapma



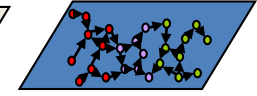
Yerleştirme



Başlama/Tanılma



Organize olma



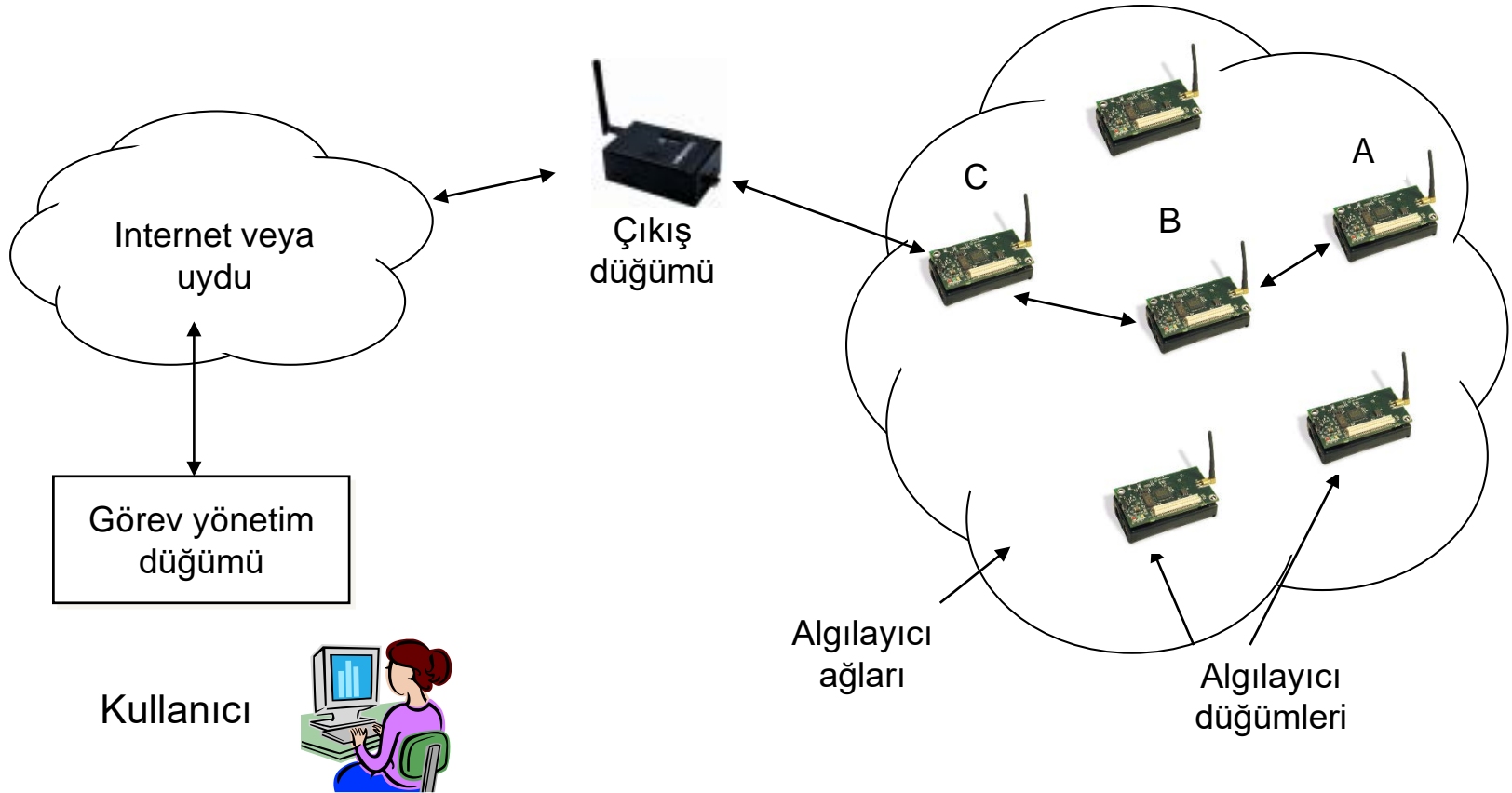
İletişim Kurma

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.

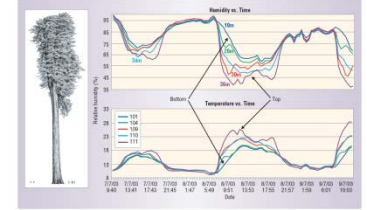
KAA Uygulama Alanları

❑ Askeri Alanlar

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

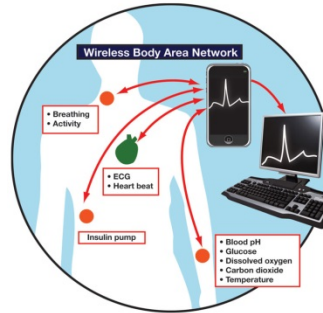
❑ Çevresel Alanlar

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



❑ Sağlık ile İlgili Alanlar

- Hastaların izlenmesi



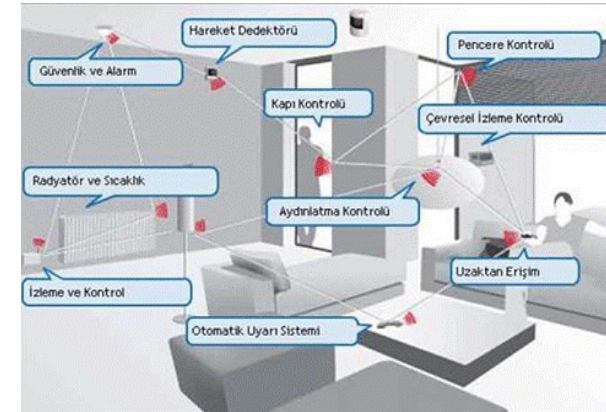
❑ Ev Otomasyon Uygulamaları

- Akıllı binalar,
- Bina güvenliği,



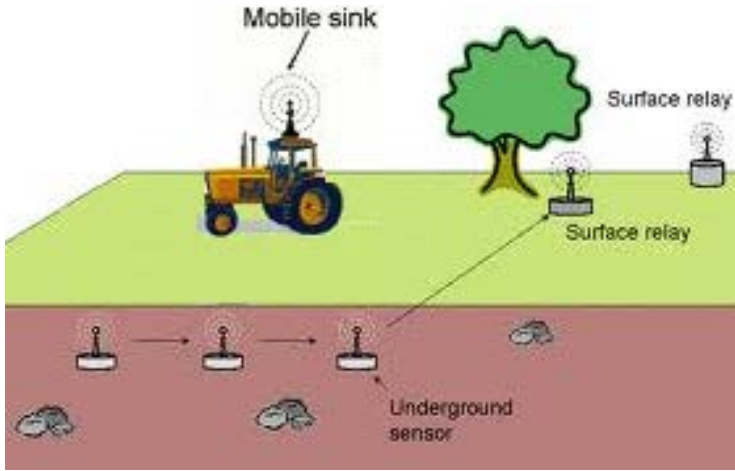
❑ Ticari Uygulamalar

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

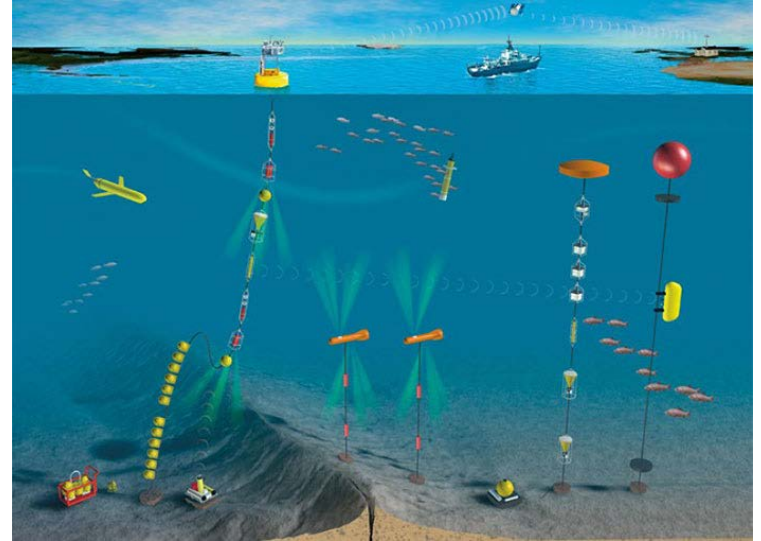


KAA Türleri

❑ Yeraltı Kablosuz Algılayıcı Ağlar (Underground Wireless Sensor Networks)

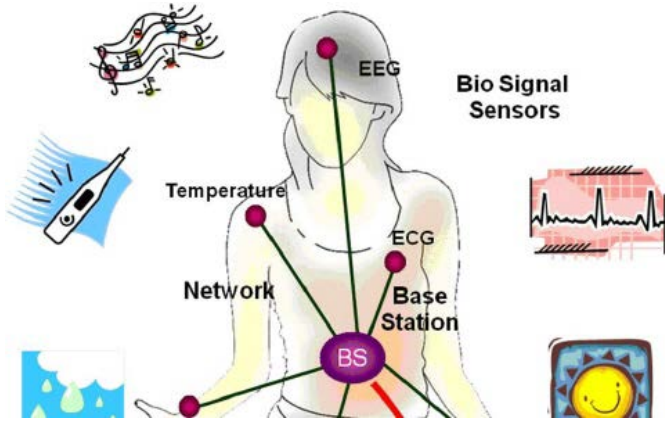


❑ Su altı Kablosuz Algılayıcı Ağlar (Underwater Wireless Sensor Networks)

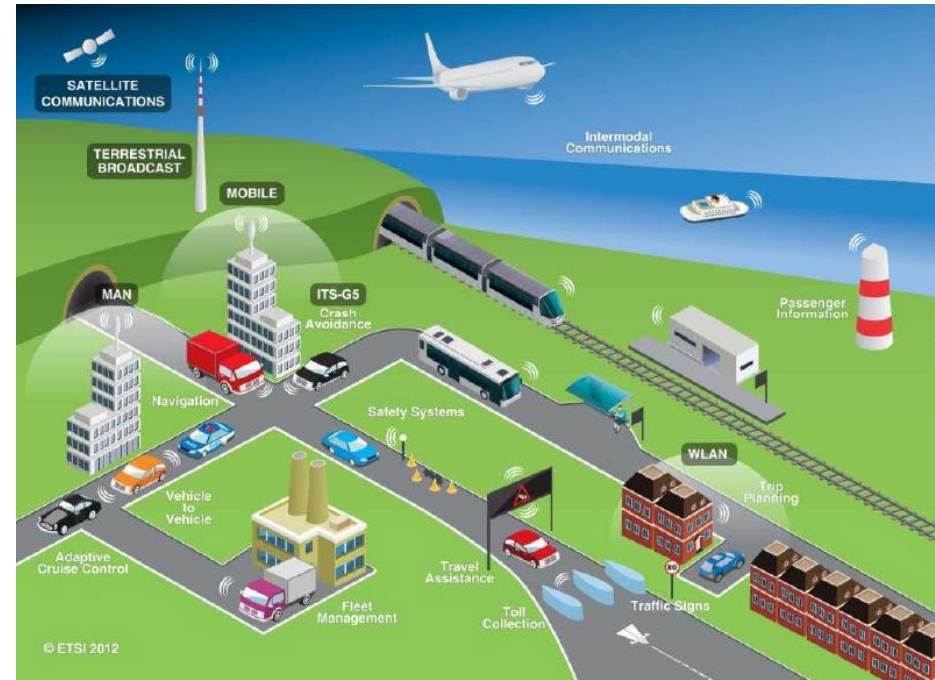


KAA Türleri

❑ Kablosuz Vücut Algılayıcı Ağlar (Wireless Body Sensor Networks)



❑ Araç Alan Ağları (Vehicular Area Networks)

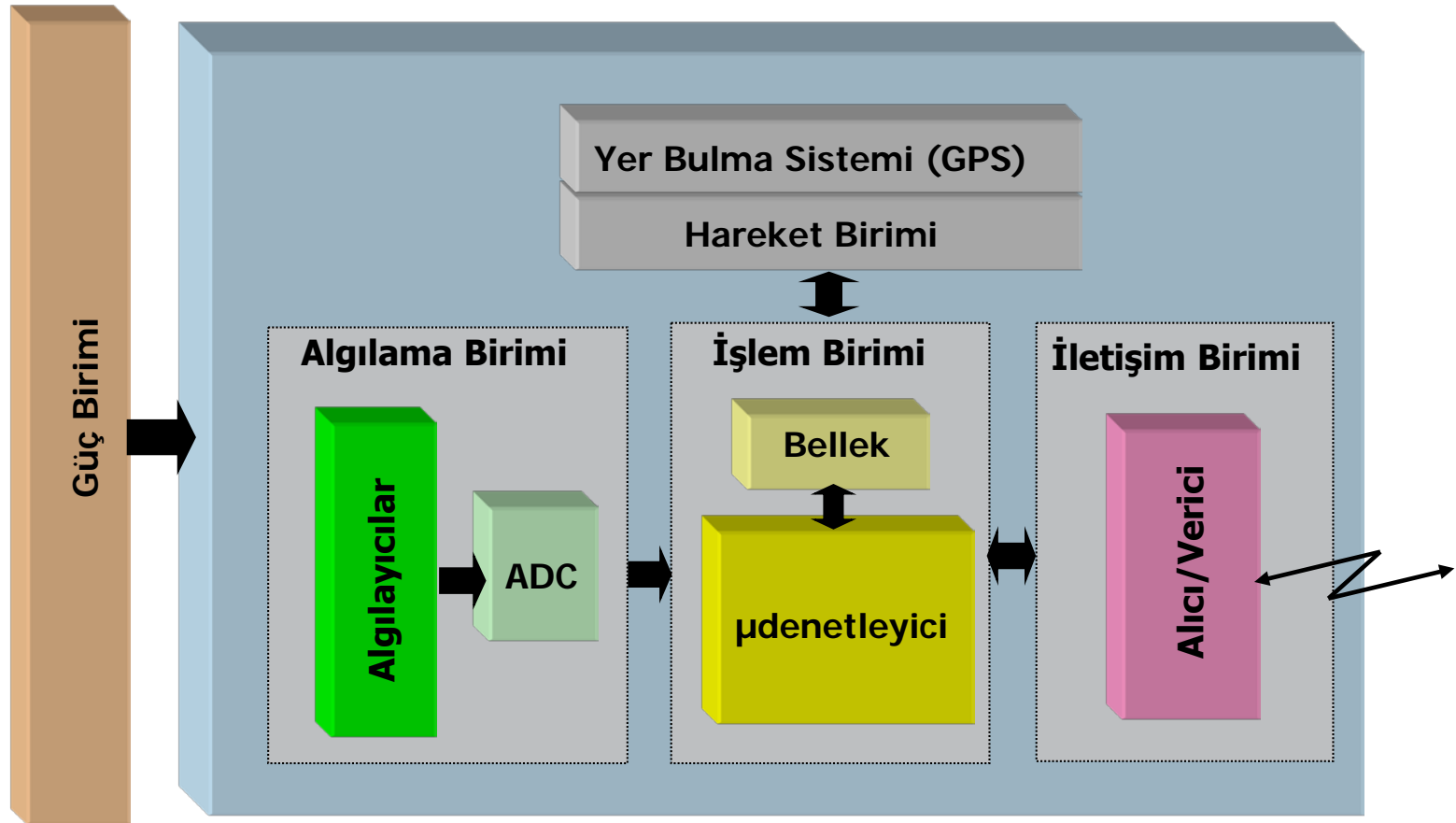


KAA Türleri

- ❑ 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



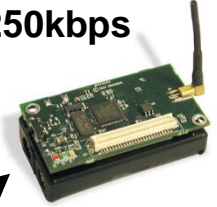
Boyutların
gösterimi için

Mica 1/02



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

Micaz 04
250kbps

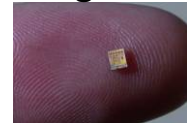


Telos 4/04
Sağlam, 250kbps
Kolay kullanım



Mica2 12/02
38.4kbps radyo

Spec 6/03
“çip şeklinde
düğüm”

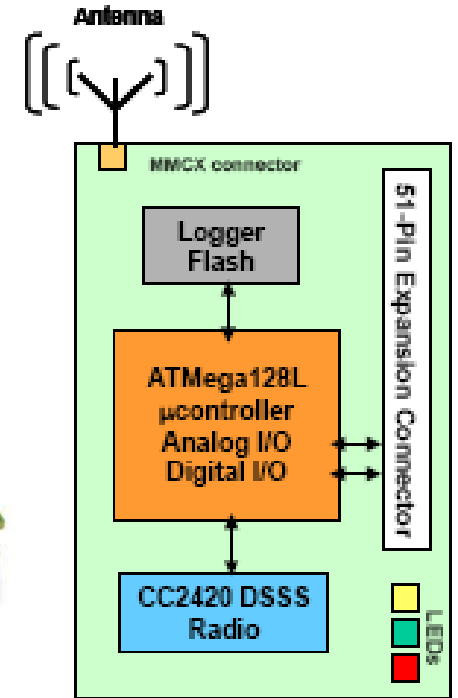


Waspote



MICAz

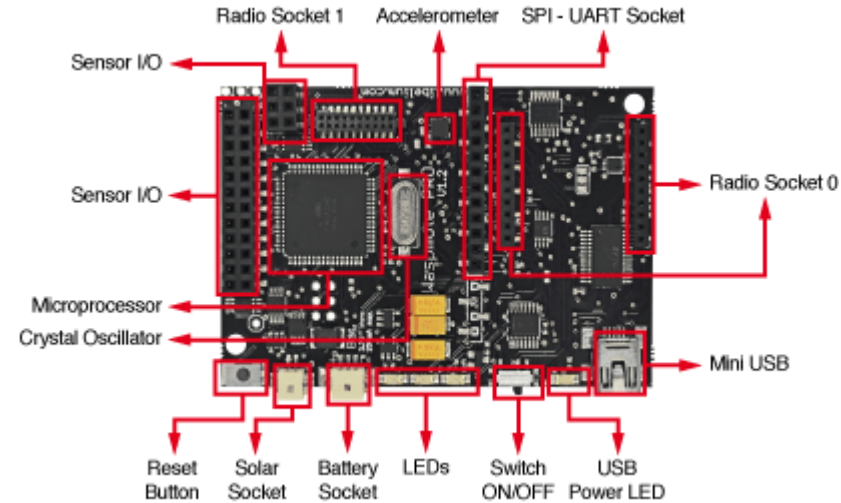
- ❑ CPU:
 - ❑ 8-bit, 16 MHz, 16 MIPS ATmega128L μ C
- ❑ Radyo:
 - ❑ Frekans: 2400-2483.5MHz (ISM)
 - ❑ İletim Hızı: 250Kbps
 - ❑ Mesafe: 75-100m
- ❑ Bellek:
 - ❑ 128 KB kod bellek (Flash)
 - ❑ 4 KB SRAM
 - ❑ 4 KB EEPROM
- ❑ Sensörler ve ADC
 - ❑ 8-kanal, 10-bit ADC
 - ❑ Işık, ses, sıcaklık, basınç, nem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



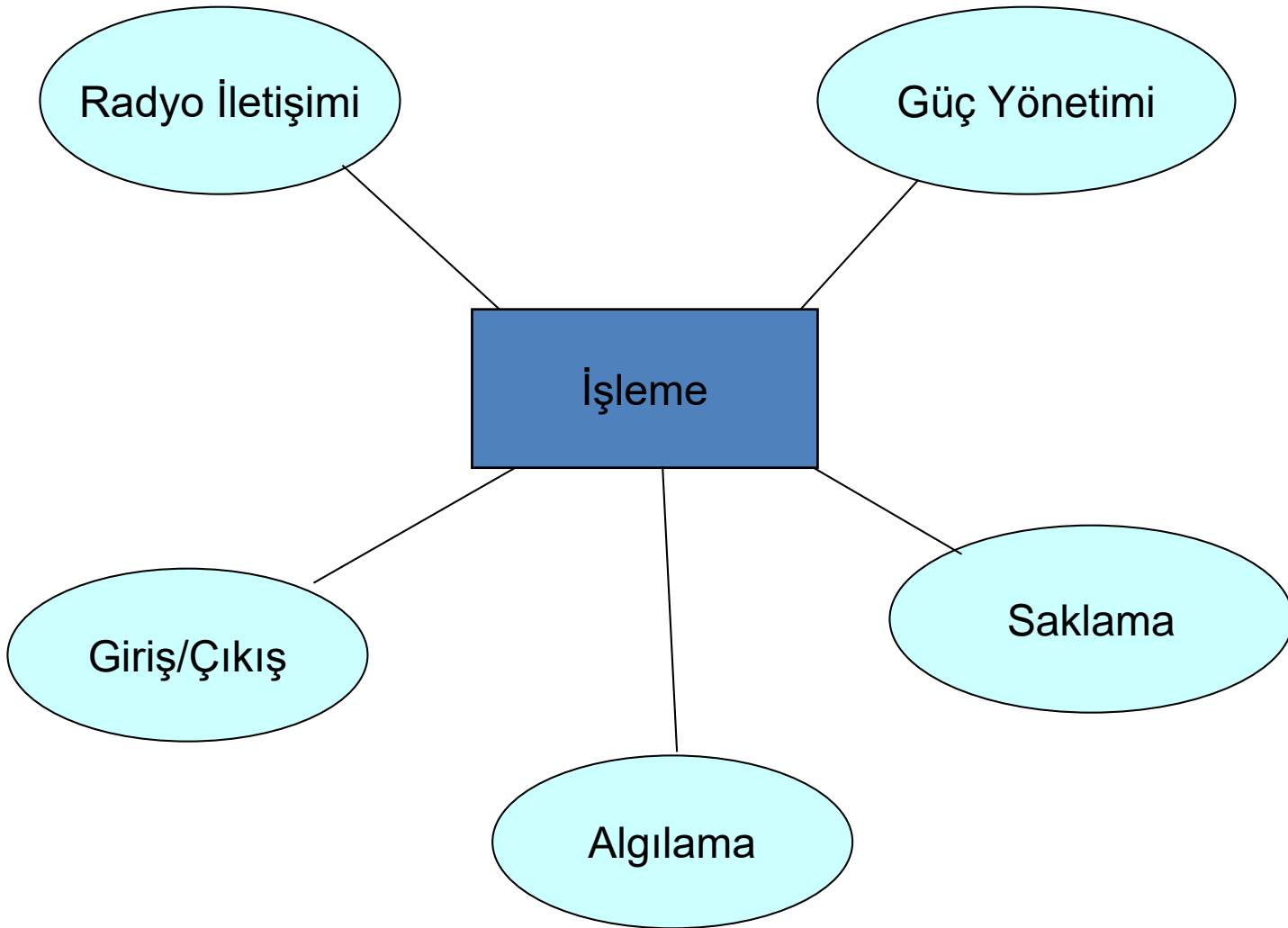
MicaZ

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

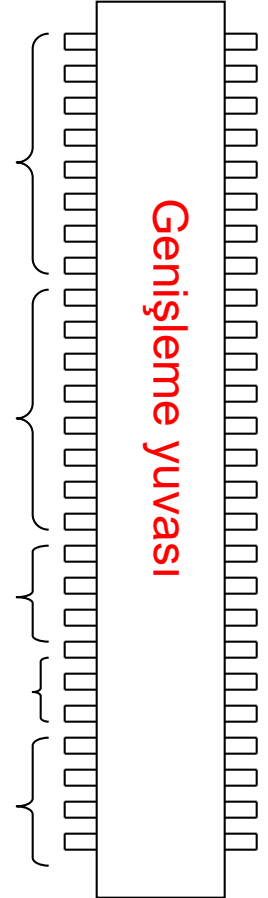
KAA Mantıksal Mimari: Giriş/Çıkış Birimleri (MICAz)

❑ 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



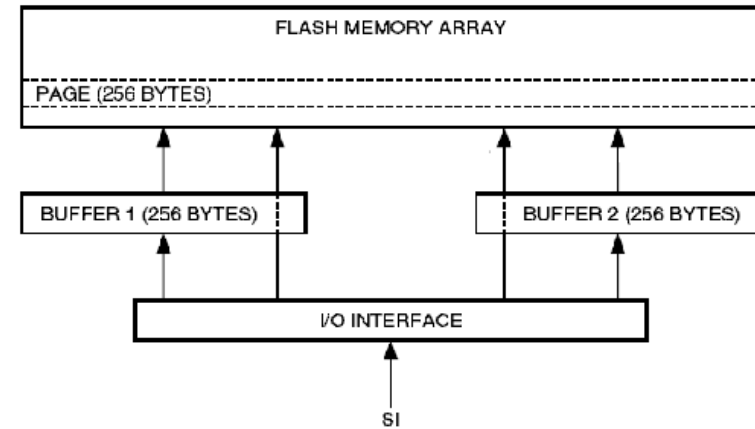
KAA Mantıksal Mimari: Saklama (MICAz)

❑ 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

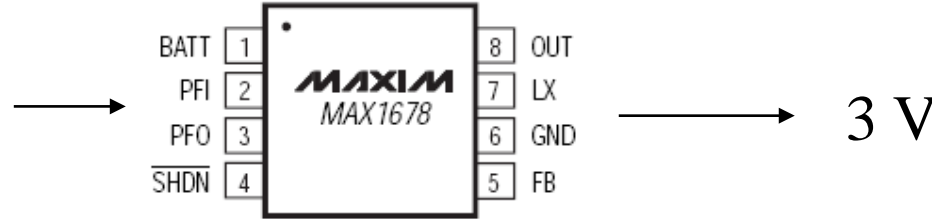


KAA Mantıksal Mimari: Güç Yönetimi (MICAz)

❑ Görevler:

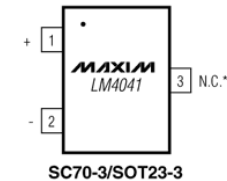
- ❑ Sistem besleme gerilimini düzenler

❑ 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

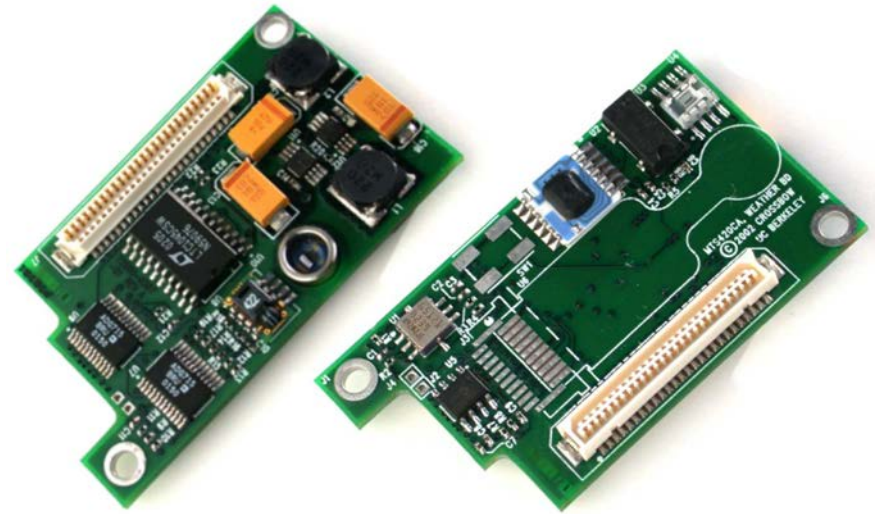
- ❑ Sıcaklık, nem, basınç
- ❑ Ses, ışık

❑ 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

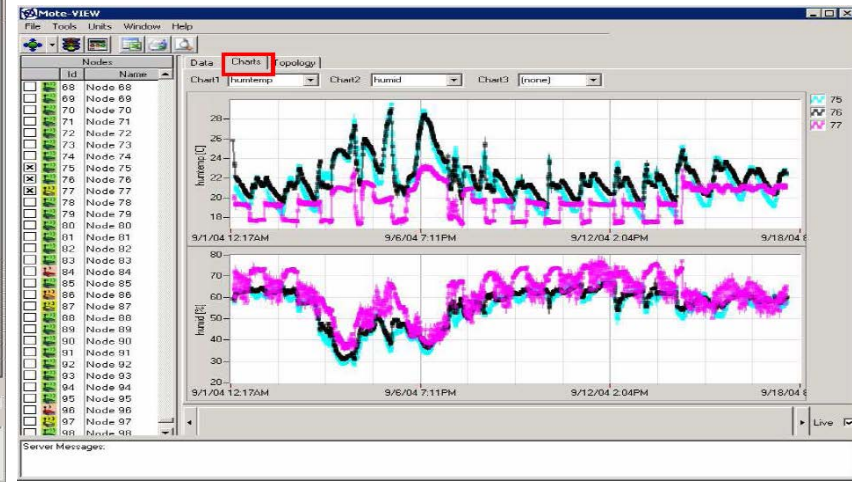
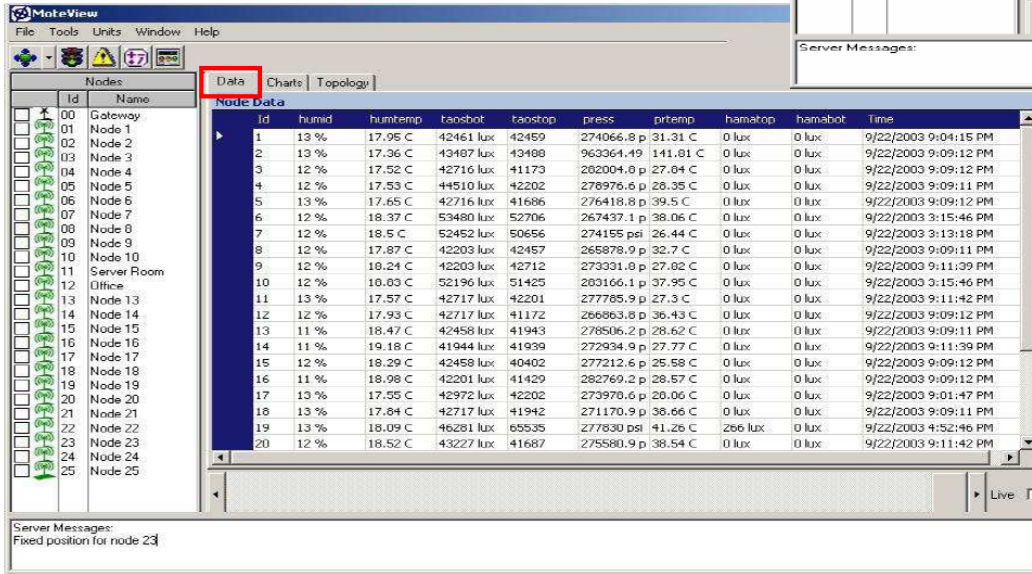
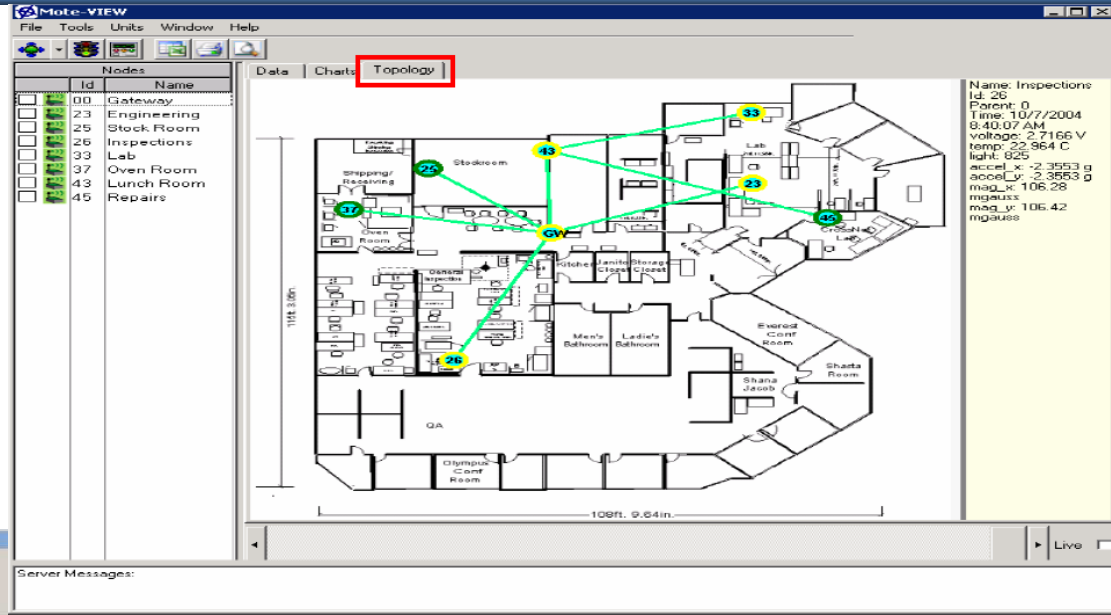
	MICA z CC2420
Radyo Frekansı [MHz]	2400 - 2483.5
Max Veri Hızı (kbps)	250
RX Gücü (mA)	19,7
TX Gücü (mA)	17,4
Düşük güç modu (µA)	1
Modülasyon	DSSS-O-QPSK
Alıcı hassasiyeti	-94 dBm
Kapsama alanı	75 m - 100 m
Çoklu kanal desteği	Var

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, düşük 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/>