

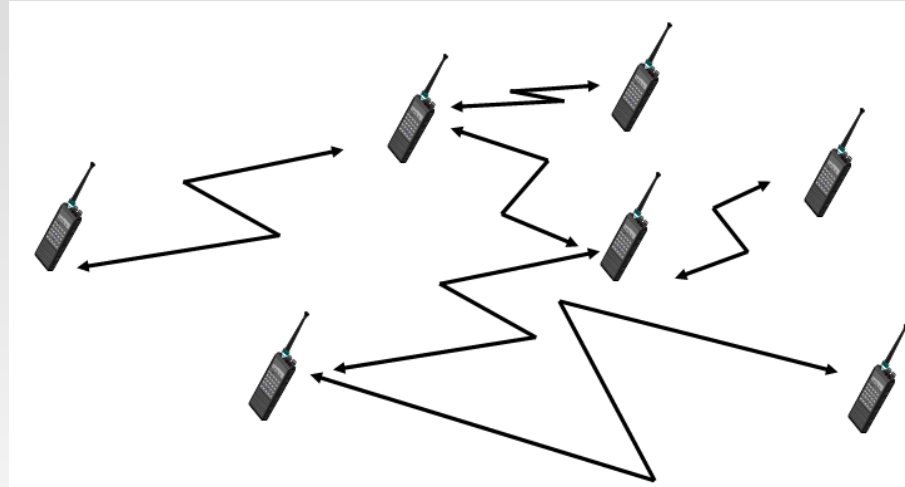
# HF Tasarsız Ağlarda Rotalama

Makbule Gülçin Özsoy  
TUBITAK-BİLGEM/G227

- Tasarsız Ağlar
- Rotalama Algoritmaları
- Proaktif Rotalama Algoritmaları
  - Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)
  - Destination-Sequenced Distance Vector Routing Protocol (DSDV)
- Reaktif Rotalama Algoritmaları
  - Dynamic Source Routing (DSR)
  - Ad-Hoc on Demand Distance Vector Routing (AODV)
- HF Ortamında Rotalama

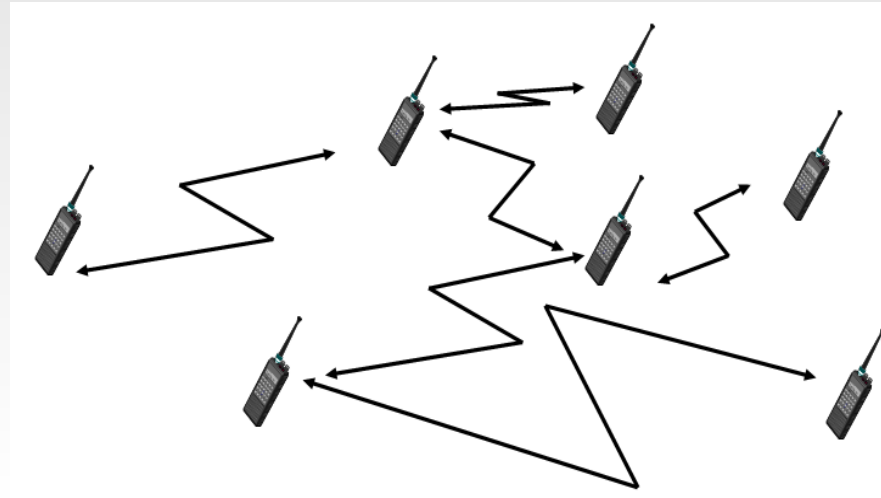
# Tasarsız Ağlar

- Mobil ve dağıtık haberleşme kavramı
- Amaç: Varolan bir altyapıyı kullanmadan; düğümlerin, topolojinin ve bağlantı durumunun sabit olmadığı ağlar yaratmak.



- Tarihi gelişimi
  - 1970’ler:
    - ALOHA, University of Hawaii: Tek atlamalı paket yayılımının mümkün olduğu gösterilmiştir.
  - 1980’ler:
    - PRNET , DARPA: Çok atlamalı Paket Radyo Ağı (Packet Radio Network) sistemi. Sistem bir kısmı mobil olan 50 düğümden oluşmaktadır.
    - SURAN (Survivable Adaptive Networks), ABD Ordusu: Elektronik karşı ataklarda paket radyo ağı operasyonlarının sürekliliğini sağlamak hedeflenmiştir. Gerçeklenen sistem ABD Ordusu tarafından kullanılmıştır.
  - 1990’lar ve sonrası:
    - Askeri ve ticari uygulamalar

- Temel özellikleri:
  - Otonom ve altyapısız ağ kurma
  - Kendi kendine konfigure olabilme
  - Esnek olma
  - Konuşlandırması kolay olma
  - Dinamik ağ topolojisine sahip olma
  - Kısıtlı bant genişliğine sahip olma
  - Değişken kapasiteli bağlantılara sahip olma
  - Heterojen cihaz dağılımının bulunması

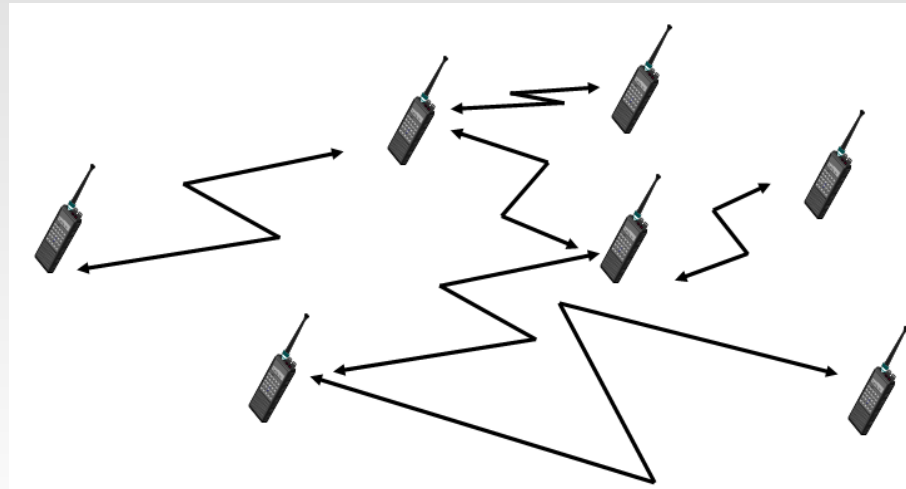


- Kullanım Alanları
  - Askeri uygulamalar:
    - Otonom topolojilerde sağlam(robust) ve IP-tabanlı data servis desteği
  - Acil durum senaryoları:
    - Hızla konuşlandırılabilen, sürdürülebilir, verimli ve dinamik haberleşme ortamları
  - Endüstriyel/Ticari uygulamalar:
    - Mobil veri paylaşımı

# Tasarsız Ağlar

Application	Possible scenarios/services
Tactical networks	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Military communication and operations</li> <li>• Automated battlefields</li> </ul>
Emergency services	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Search and rescue operations</li> <li>• Disaster recovery</li> <li>• Replacement of fixed infrastructure in case of environmental disasters</li> <li>• Policing and fire fighting</li> <li>• Supporting doctors and nurses in hospitals</li> </ul>
Commercial and civilian environments	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E-commerce: electronic payments anytime and anywhere</li> <li>• Business: dynamic database access, mobile offices</li> <li>• Vehicular services: road or accident guidance, transmission of road and weather conditions, taxi cab network, inter-vehicle networks</li> <li>• Sports stadiums, trade fairs, shopping malls</li> <li>• Networks of visitors at airports</li> </ul>
Home and enterprise networking	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Home/office wireless networking</li> <li>• Conferences, meeting rooms</li> <li>• Personal area networks (PAN), Personal networks (PN)</li> <li>• Networks at construction sites</li> </ul>
Education	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universities and campus settings</li> <li>• Virtual classrooms</li> <li>• Ad hoc communications during meetings or lectures</li> </ul>
Entertainment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multi-user games</li> <li>• Wireless P2P networking</li> <li>• Outdoor Internet access</li> <li>• Robotic pets</li> <li>• Theme parks</li> </ul>
Sensor networks	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Home applications: smart sensors and actuators embedded in consumer electronics</li> <li>• Body area networks (BAN)</li> <li>• Data tracking of environmental conditions, animal movements, chemical/biological detection</li> </ul>
Context aware services	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Follow-on services: call-forwarding, mobile workspace</li> <li>• Information services: location specific services, time dependent services</li> <li>• Infotainment: touristic information</li> </ul>
Coverage extension	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extending cellular network access</li> <li>• Linking up with the Internet, intranets, etc.</li> </ul>

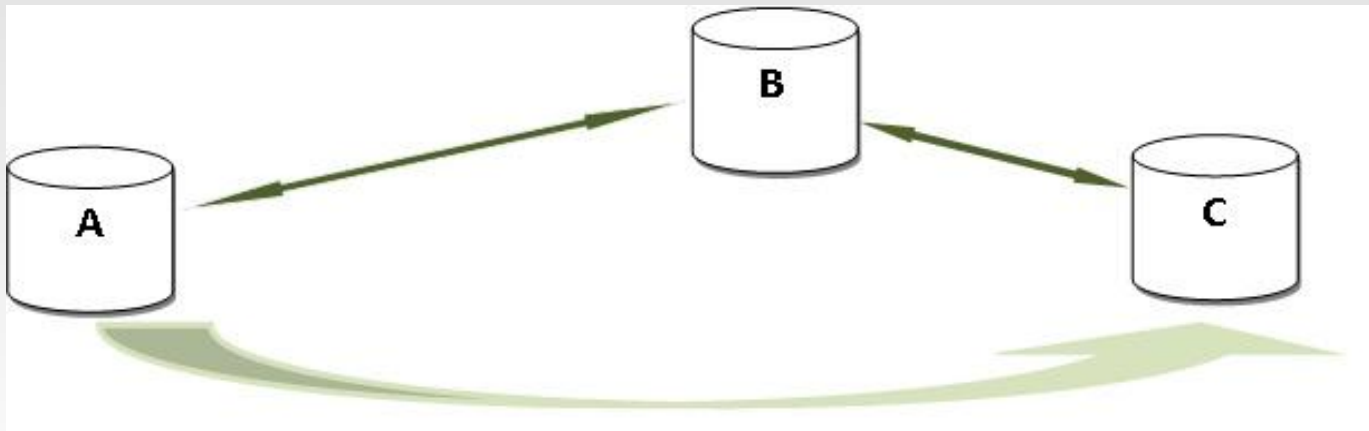
- Temel problemler/zorluklar
  - Rotalama (tek/çok atlamalı)
  - Adresleme
  - Güvenlik
  - Multicast haberleşme
  - QoS desteği





# Rotalama Algoritmaları

- Tasarsız ağlarda:
  - Düğümler hareketlidir.
  - Topoloji değişkendir.
- Amaç: Düğümler arası haberleşme yollarını bularak, haberleşmeyi sürdürebilmek.

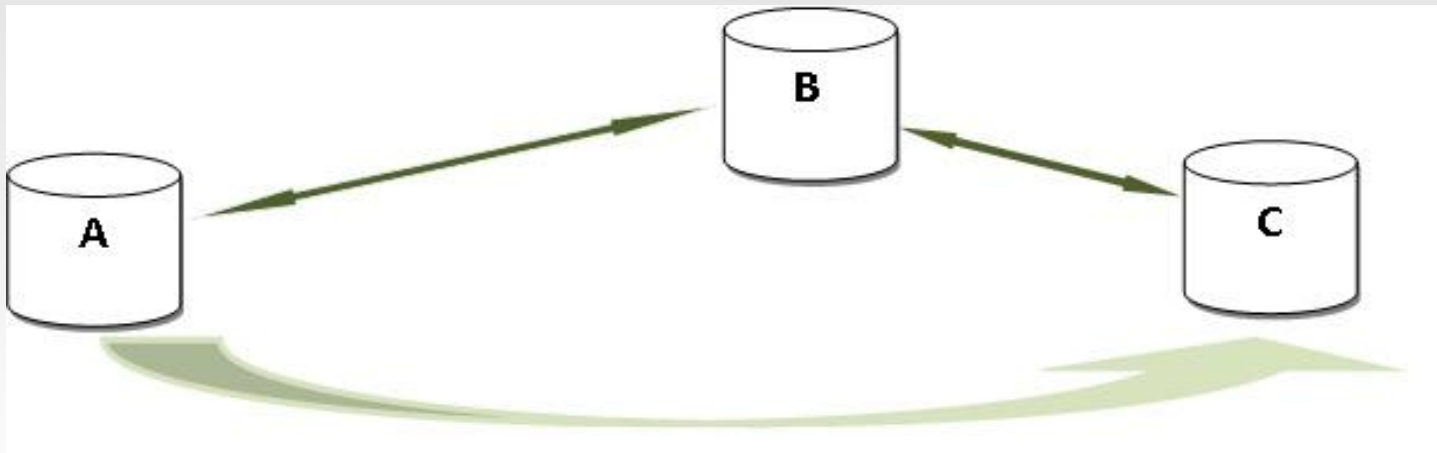


# Rotalama Algoritmaları

- Performans kriterleri
- Niteliksel özellikler:
  - Dağıtık operasyonlar
  - Döngü oluşturmama (Loop-free)
  - Gecikme (Latency)
  - Güvenlik
  - Enerji tasarrufu
  - Tek/Çift yönlü bağlantı
- Niceliksel özellikler:
  - Veri aktarımı ve gecikme (Delay)
  - Rota bulma süresi
  - Data olmayan veri gönderme oranı
  - Verimlilik

# Rotalama Algoritmaları

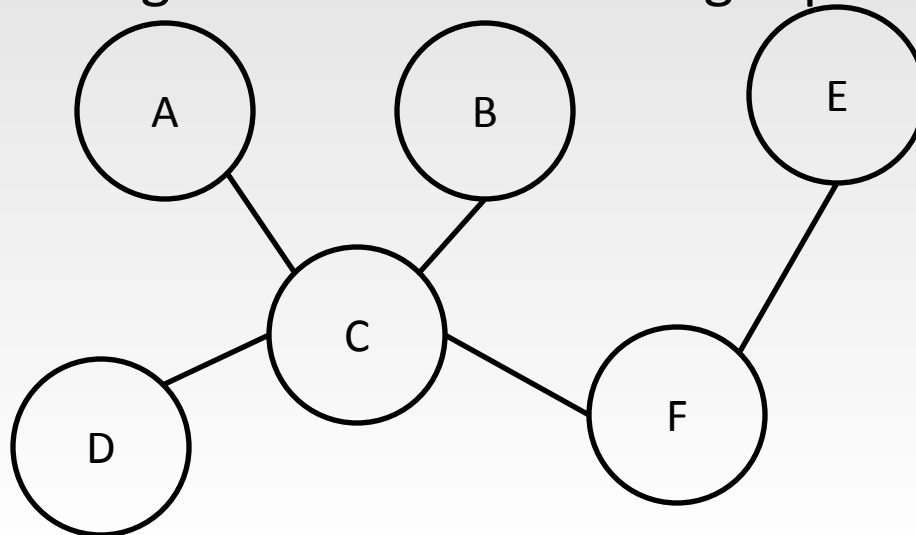
- Rota bulma yöntemlerine göre algoritmalar:
  - Proaktif rotalama algoritmaları: Rota bilgisi sürekli olarak tutulur.
  - Reaktif rotalama algoritmaları: Rota bilgisi ihtiyaç halinde bulunur ve saklanır.



- Rota kontrol bilgisi periyodik olarak ve topoloji değiştiğinde değiş-tokuş edilir.
- Literatürdeki proaktif algoritmalar:
  - Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)
  - Destination-Sequenced Distance Vector Routing Protocol (DSDV)
  - Wireless Routing Protocol (WRP)

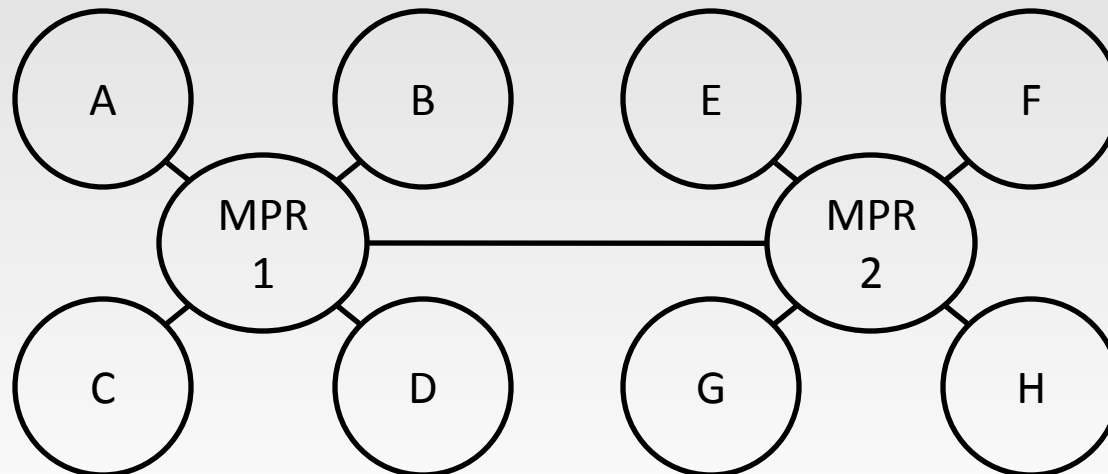
# Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)

- Proaktif rotalama algoritması
- Link State Routing (LSR) algoritmasının iyileştirilmiş şekli
- LSR:
  - Bağlantı durumunu bildiren paketler periyodik olarak yayınlanır.
  - Herbir düğüm tarafından tüm ağ topolojisi tutulur.



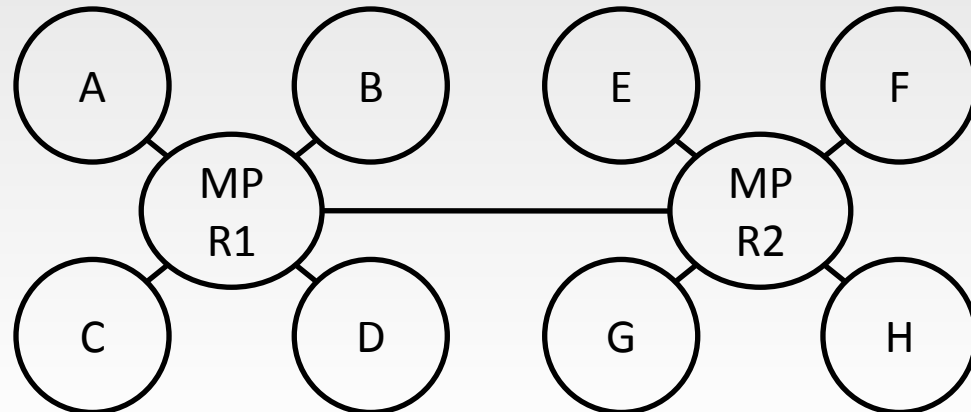
# Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)

- Periyodik güncellemelerin gönderim biçimi iyileştirilmiştir:
  - Düğümler gruplara ayrılır.
  - Gruplar özelleşmiş düğümler tarafından birbirlerine bağlıdır.



# Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)

- Periyodik güncellemelerin gönderim biçimi iyileştirilmiştir:
  - Özelleşmiş düğümler: Düğümler arası veri ve bağlantı durumu bilgisinin aktarılmasından sorumludur.
  - Yeni düğümlerin keşfi: Özelleşmiş düğümler aynı grup içinde periyodik “hello” mesajları gönderir.
- LSR’da olduğu gibi rota bulma işlemi topoloji haritaları kullanılarak gerçekleştirilir.



# Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)

- Döngü oluşturmaz.
- Periyodik güncellemeler bant genişliği kullanımında problem yaratabilir.
- İhtiyaç olmayan rotalar da tutulmaktadır.
- Gecikmenin az olmasının, verimlilikten daha önemli olduğu ortamlar için uygundur.

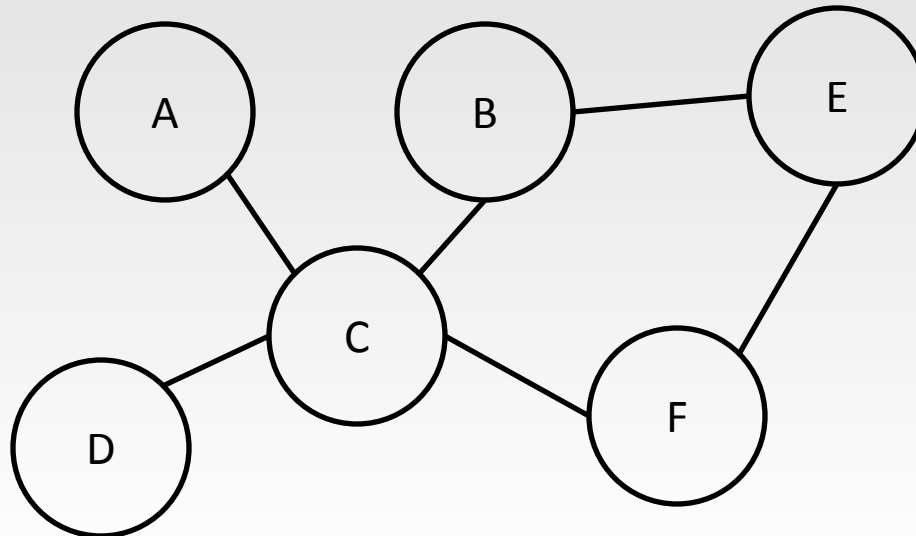


# Destination-Sequenced Distance Vector Routing Protocol (DSDV)

- Proaktif rotalama algoritması
- Bellman-Ford algoritmasını temel alır
- Rotalama için rotalama tabloları kullanılır.  
(next hop, hop count ve sequence number)

# Destination-Sequenced Distance Vector Routing Protocol (DSDV)

- Herbir düğüm komşu düğüme periyodik olarak ve değişiklik olduğunda rota bilgilerini gönderir.
- Rota güncelleme mesajını alan düğüm elindeki bilgilerle yeni gelen bilgiyi karşılaştırarak rotalama tablosunu günceller.
- Rotalama tablosunu güncelleyen herbir düğüm komşu düğümlere yeni bilgileri yayınlar.



# Destination-Sequenced Distance Vector Routing Protocol (DSDV)

- Döngü oluşturmaz.
- Hem periyodik hem de olaya dayalı güncellemeler yapılması nedeniyle, iletişim yükü oluşturabilir.
- Rotalama bilgilerinin sürekli değişmesi olasıdır.
- Gereksiz güncellemeler oluşabilir, bant genişliğinin kullanımında probleme neden olur.
- Bir hedef düğümle ilgili birden fazla rota bilgisi tutamaz.

- Sadece iletişim kurulan düğümlerle ilgili rota bilgisi bulunarak, ihtiyaç süresince saklı tutulur.
- Literatürdeki reaktif algoritmalar:
  - Dynamic Source Routing (DSR)
  - Ad-Hoc on Demand Distance Vector Routing (AODV)
  - Temporally Ordered Routing (TORA)
  - Associativity Based Routing (ABR)
  - Signal Stability Based Adaptive Routing (SSAR)
  - Location Aided Routing (LAR)

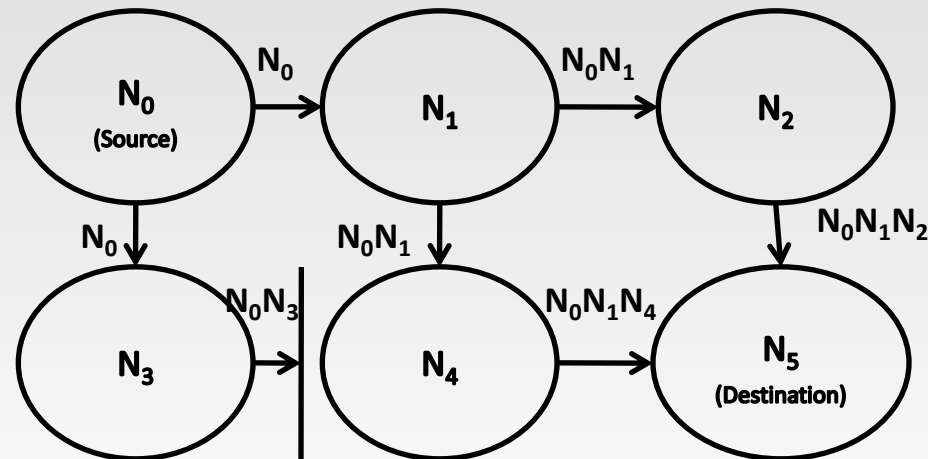
# Dynamic Source Routing (DSR)

- Reaktif rotalama algoritması
- Temel iş paketleri:
  - Rota bulma
  - Rota bakımı ve sürdürülebilirliği

# Dynamic Source Routing (DSR)

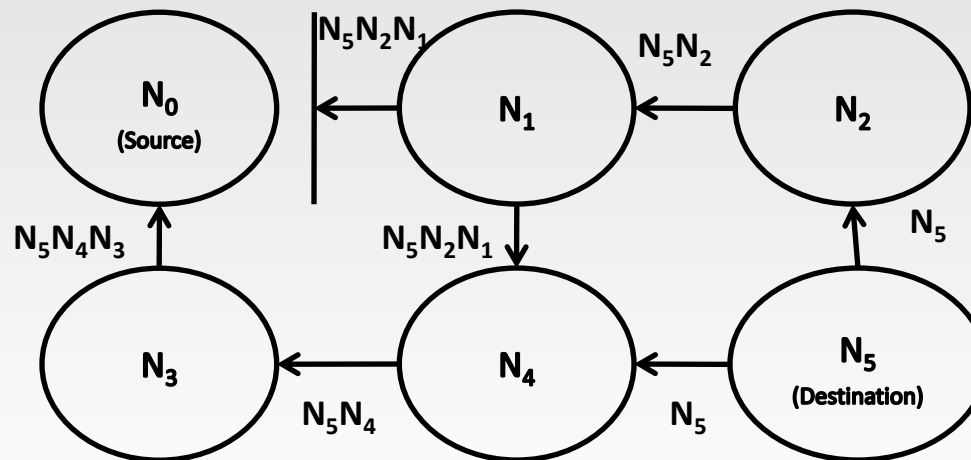
- Rota bulma

- Kaynak düğüm hedef düğüme ait rota bilgisine sahipse, ilgili rota bilgisini kullanır.
- Kaynak düğüm hedef düğüme ait rota bilgisine sahip değilse, rota isteğini yayınlar.



# Dynamic Source Routing (DSR)

- Rota bulma
  - Rota isteğini alan düğümler, hedefe ait rota bilgisine sahipse veya hedef düğüm kendisi ise rota cevabını yayınlar.
  - Rota isteğini/cevabını alan düğümler kendi rota bilgilerini de güncellerler.



- Rota bakımı ve sürdürülebilirliği
  - Hedefe verinin gönderilip gönderilemediği, “link level protocols (ACKs) ” veya zamanaşımı bilgisi tutularak tespit edilir.
  - Veri gönderiminde bir aksama oluştuğunda, düğüm kendinden önceki diğer tüm düğümlere hata paketi gönderir.
  - Hata paketini alan düğümler kendi rota bilgilerinden ilgili rotayı çıkarırlar.



# Dynamic Source Routing (DSR)

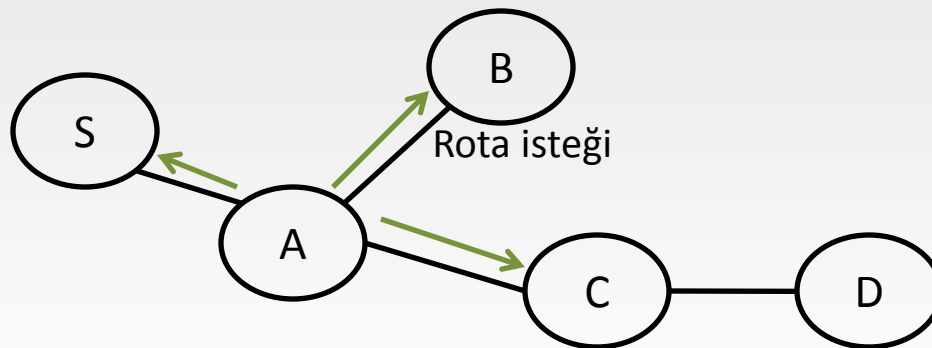
- Rota bakımı ve sürdürülebilirliği
  - İlgili rotaya hala ihtiyaç varsa, kaynak düğüm rota bulma prosedürünü yeniden başlatır.
  - Süreci kısaltmak için literatürde önerilen başka bir yöntem de mevcuttur. (packet salvaging)
    - Ara düğüm ilgili hedef düğüme başka bir rota biliyorsa, eldeki rotalama bilgisini silmek yerine hedef düğüme olan rotayı güncelleyerek veriyi iletir.
    - Güncelleme yapan ara düğüm güncellenen rota bilgisini kaynak düğüme bildirir.

# Dynamic Source Routing (DSR)

- Döngü oluşturmaz.
- Sadece ihtiyaç halinde düşük sayıdaki düğüm haberleşir.
- Herhangi bir hedef düğümle ilgili birden fazla rota bilgisi tutulabilir.
- Her zaman optimal rota kullanıldığı söylenemez.
- Rota bulmak için paketler tüm düğümlere yayınlanması iletişim yükü getirir.
- Rota isteği/cevabı paketlerinde tüm rota taşınır. Çok sayıda düğüme sahip ağlarda sınırlı bant genişliği problemlere neden olabilir.

- Reaktif rotalama algoritması
- Dynamic Source Routing (DSR) ve Destination-Sequenced Distance Vector Routing Protocol (DSDV) algoritmalarını temel alır.
  - DSDV: Periyodik uyarı mesajları
  - DSR: Rota bulma yaklaşımı

- Rota bulma:
  - Herbir hedef düğüm için aktif rota bilgisi rotalama tablosunda tutulur.
  - Hedef düğüme ait rota bilgisi mevcut değilse rota isteği yayınlanır.
  - Rota isteği paketinde tüm rota bilgisi tutulmaz.
  - Düğümler rotalama tablolarında hedefe varmak için ihtiyaç duyulan sonraki düğüm bilgisini tutar.



C Düğümü, rota isteğini alır:

1) S için kayıt oluşturur

Dest: S,

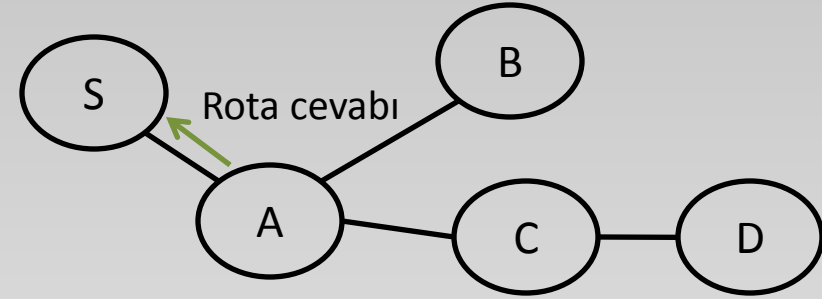
Next hop: A,

HopCount: 2

2) Rota isteğini yayınlar

# Ad-Hoc on Demand Distance Vector Routing (AODV)

- Rota bulma:
  - Rota istek bilgisini alan düğümler, hedefe giden rotayı biliyorlarsa veya hedef düğüme ulaşıldıysa, rota cevabı gönderilir.
  - Rota cevabı rota isteğinin takip ettiği yol tersinden takip edilerek kaynak düğüme ulaştırılır.
  - Rota cevabını alan ara düğümler kendi rotalama tablolarını uygun biçimde günceller.



S Düğümü, rota cevabını alır:

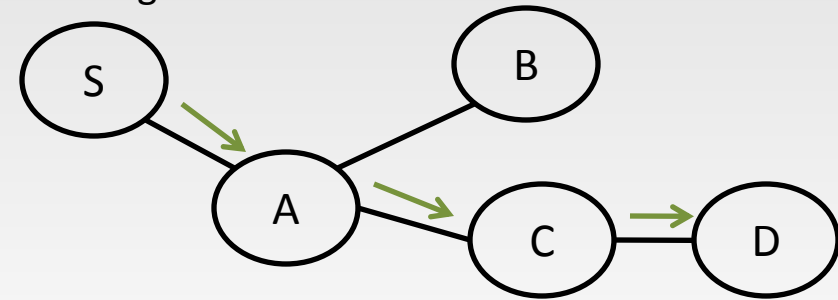
1) D için kayıt oluşturur

Dest: D,

Next hop: A,

HopCount: 3

2) D Düğümüne veri paketini gönderir



- Rota bakımı ve sürdürülebilirliği
  - Bağlantıların kırılıp kırılmadığı periyodik “hello” mesajlarıyla kontrol edilir.
  - Bağlantı kopması durumunda ilgili komşular uyarılır.
  - Rota bilgisine hala ihtiyaç varsa, rota bulma prosedürü yeniden başlatılır.

- Döngü oluşturmaz.
- Rota isteği/cevabı paketlerinde tüm rota taşınmaz, sadece sonraki düğüm bilgisi tutulur.
- Her zaman optimal rota kullanıldığı söylenemez.
- Herhangi bir hedef düğümle ilgili birden fazla rota bilgisi tutulmaz.
- Rota bulmak için paketler tüm düğümlere yayınlanması iletişim yükü getirir.

# HF Ortamında Rotalama

- HF ortamında düğümler genellikle birbirleriyle direk bağlantı kurabilirler.
- Yüksek paket kaybı ve çevresel etkiler sonucu oluşacak olan bağlantı/ağ kopuklukları oluşabilir.
- Bağlantı/ağ kopuklukları nedeniyle rotalamaya ihtiyaç duyulabilir.



- HF ortamının özellikleri
  - Düşük bant genişliği
  - Yüksek hata oranları
  - Bağlantı kopmaları
  - Erişilemeyen düğümler
  - Hareketli düğümler
  - Tek/Çift yönlü bağlantılar
  - Girişim (Interference)
  - Gecikmeler (Channel acquisition delay)
  - Uzun bağlantı dolaşımı zamanı (Long link turnaround time)

- Zorluklar:
  - Girişim (Interference)
  - Gecikmeler (Channel acquisition delay)
  - Düşük bant genişliği (Low bandwidth)

nedeniyle çok atlamalı rota takibini başarılı bir biçimde gerçekleştirmek zordur.

- Problemler ve ihtiyaçlar:
  - Ek yük (overhead)
  - Yayın ve gruplarla iletişim (broadcast, multicast)
  - QoS desteği
  - Diğer katmanlardan bilgi toplama

# HF Ortamında Rotalama

	OLSR	DSDV	DSR	AODV
<b>Route computation</b>	Proactive	Proactive	Reactive	Reactive
<b>Periodic broadcast</b>	Yes	Yes	No	Yes
<b>Loop-free</b>	Yes	Yes	Yes	Yes
<b>Multicast capability</b>	No	No	No	Yes
<b>QoS support</b>	No	No	No	No
<b>Security</b>	No	No	No	No
<b>Power conservation</b>	No	No	No	No
<b>Unidirectional link support</b>	No	No	Yes	No
<b>Multipath possibility</b>	No	No	Yes	No

# HF Ortamında Rotalama

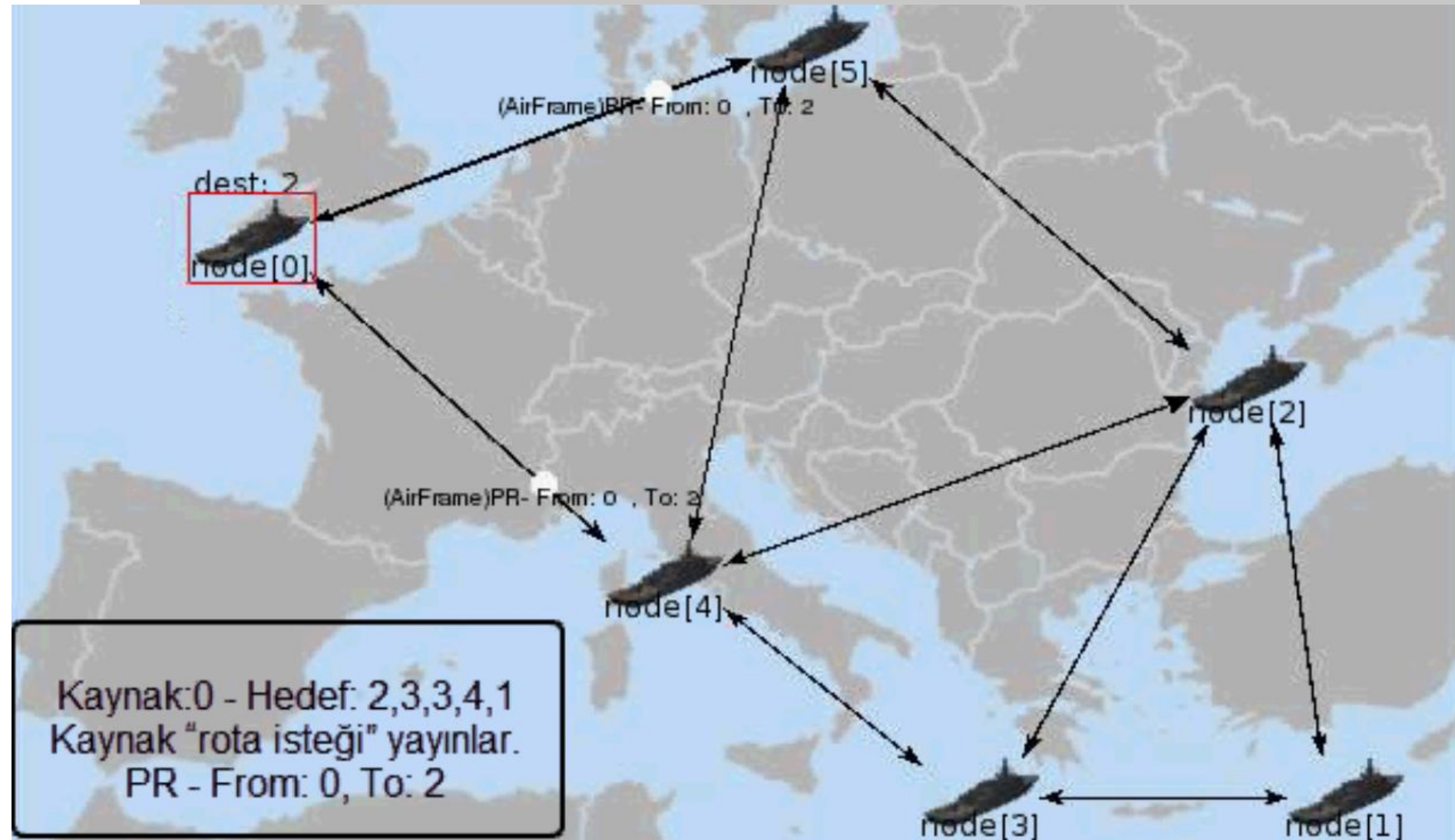
- OLSR:
  - HF olmayan ortamlarda ağ trafiği daha çok gruplar arası bağlantıyı sağlayan özelleşmiş düğümlerin kendi arasındaki mesajlaşmalarından oluşur.
  - HF ortamında özelleşmiş düğüm sayısının az olması beklenir. Ağ trafiği grup içindeki “hello” mesajlarından etkilenir.
  - HF ortamında, ağdaki düğüm sayısı arttıkça trafik yükü artacaktır.
- DSDV:
  - Hem periyodik hem de olaya dayalı güncelleme yapılması nedeniyle iletişim yükü oluşur.
  - Aynı nedenle, gereksiz güncellemeler yapılabilir. Bu da bant genişliğinin boşa harcanmasına neden olur.

# HF Ortamında Rotalama

- DSR:
  - Sadece ihtiyaç halinde düşük sayıdaki düğüm haberleşir.
  - Rota bulmak için paketlerin tüm düğümlere yayınlanması iletişim yükü getirir.
  - Tek/Çift yönlü bağlantı kullanabilir.
  - Rota bakımı için periyodik mesaj kullanmaz.
- AODV:
  - Sadece ihtiyaç halinde düşük sayıdaki düğüm haberleşir.
  - Rota bulmak için paketlerin tüm düğümlere yayınlanması iletişim yükü getirir.
  - Çift yönlü bağlantı kullanabilir.
  - Rota bakımı için kullanılan periyodik mesajlar ağ trafiğine yük getirir.

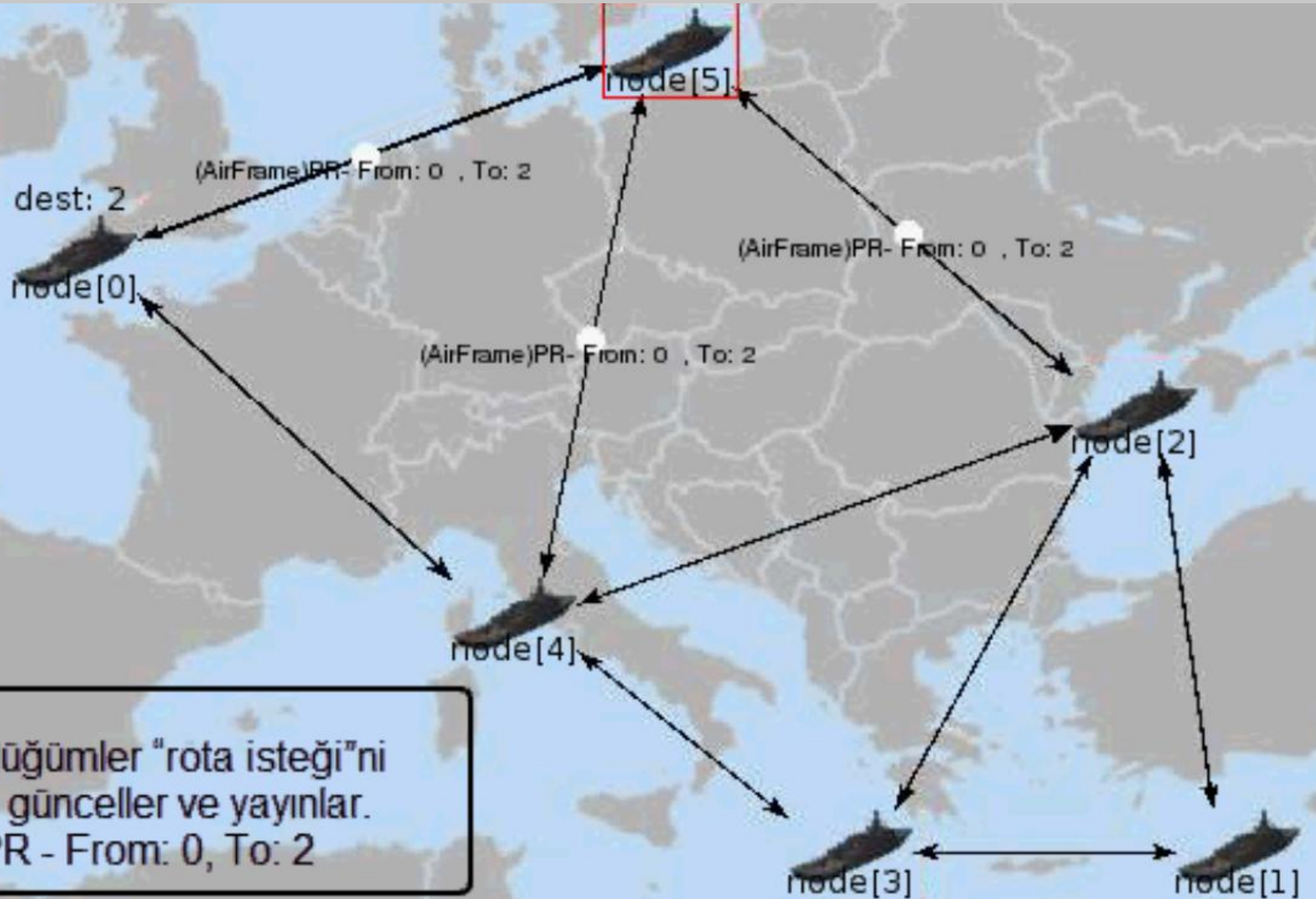
Teşekkürler

# Simülasyon

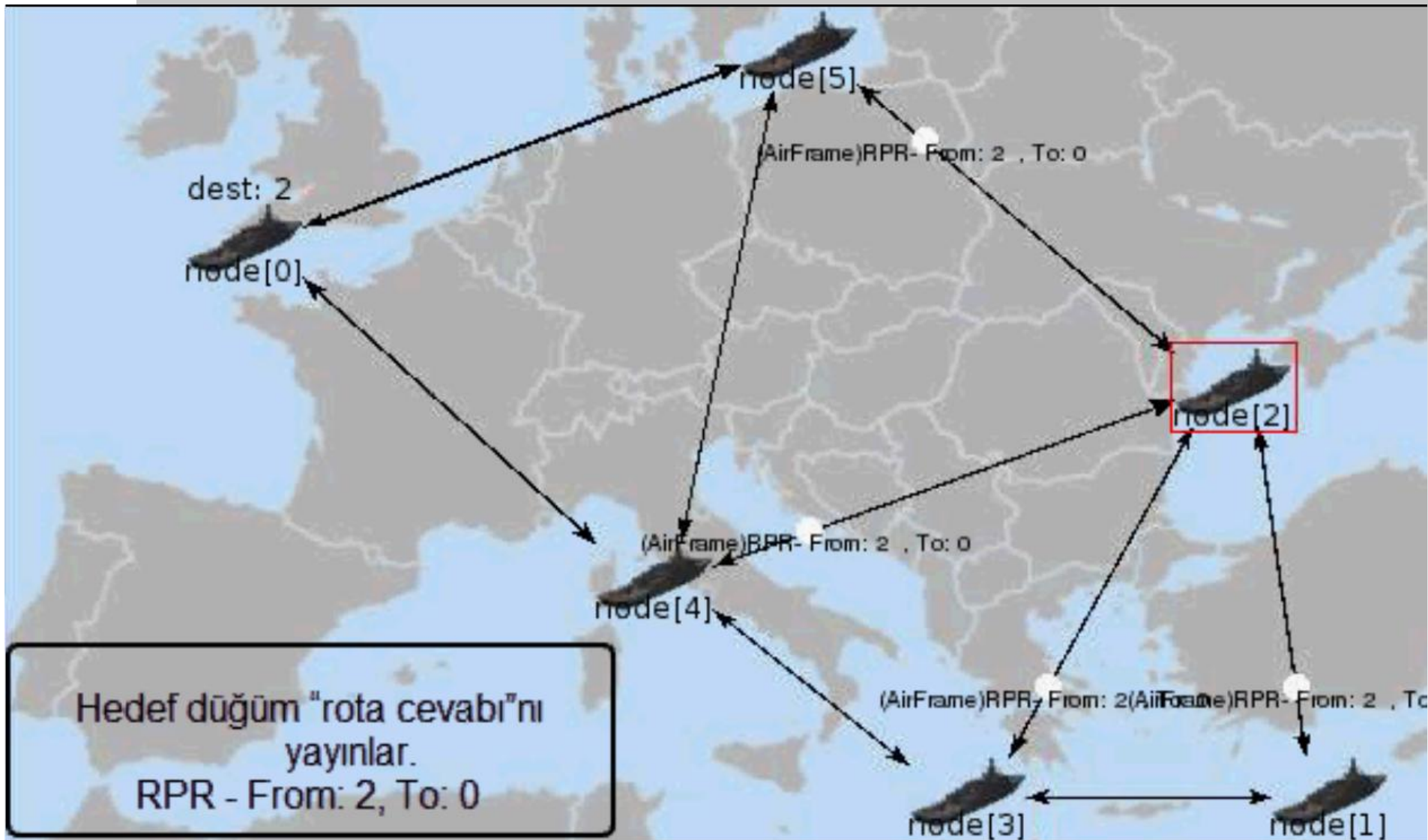




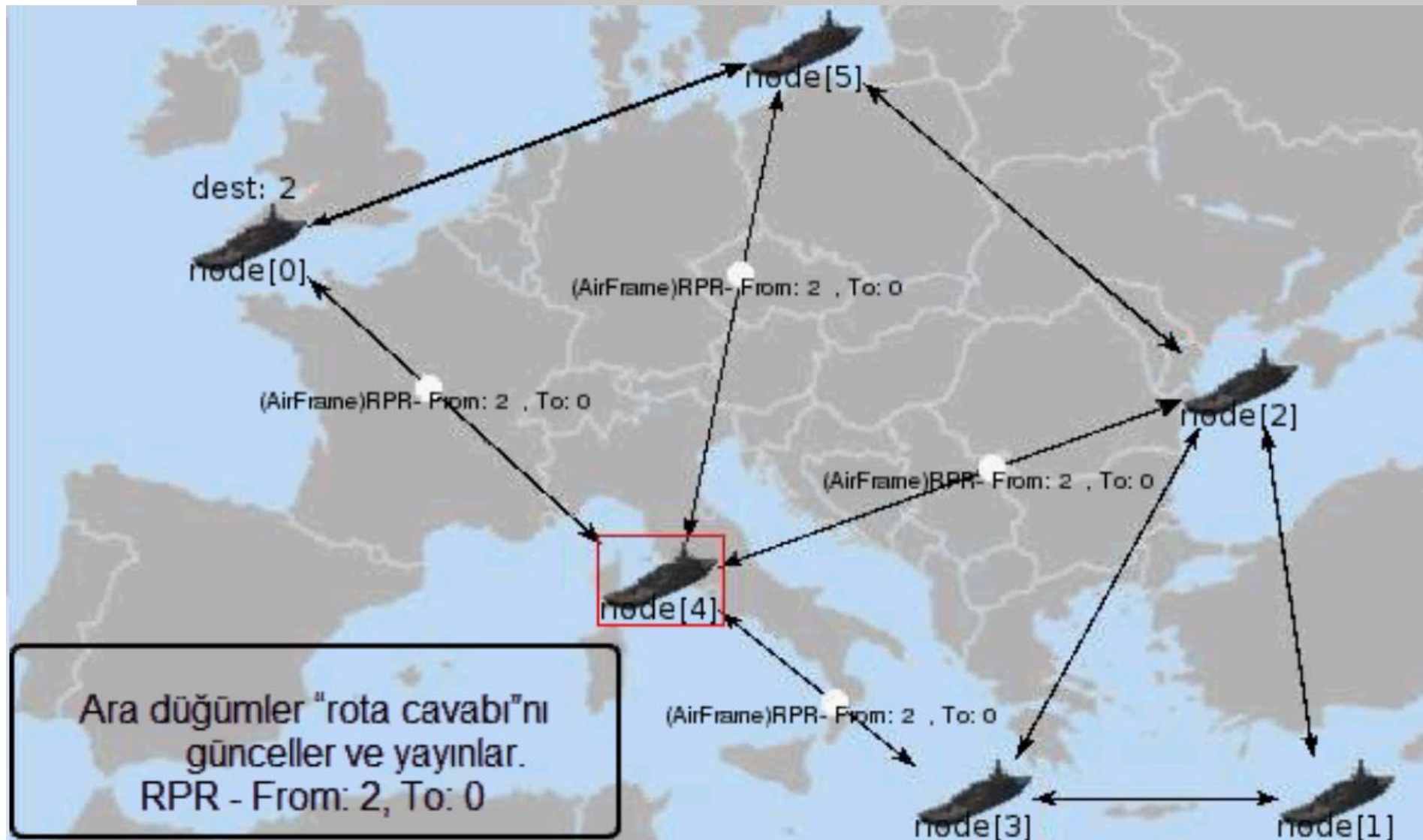
# Simülasyon



# Simülasyon

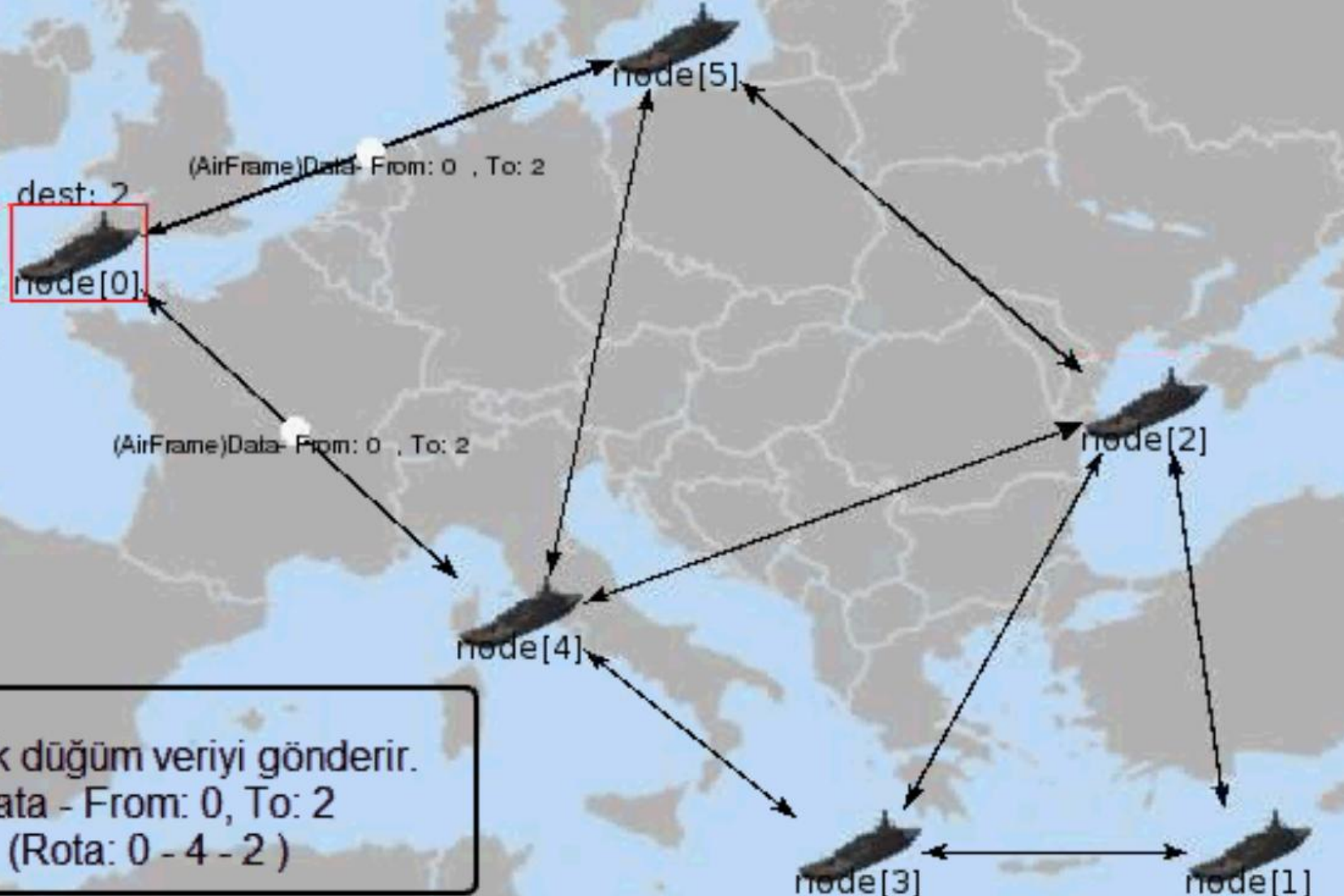


# Simülasyon





# Simülasyon



# Simülasyon

