

## Düğüm Ağ Çıkışının (Throughput) Grafiksel Analizi

NS2 simülasyonu sonucunda üretilen .tr (trace) uzantılı dosya ağda gerçekleşen tüm olayları zaman sırasına göre satır satır kaydeden metin tabanlı bir veri dosyasıdır. Bu dosyada yer alan her satır bir ağ olayını temsil etmekte olup Python dili ile gerçekleştirilen analizler sayesinde belirli düğümlerin zaman içindeki veri çıkışı (throughput) hesaplanabilmektedir.

Analiz sürecinde kullanılan Python betiği .tr dosyasını satır satır okuyarak her satırı boşluk karakterleri yardımıyla parçalara ayırmaktadır. Her bir satır olayın tipi, zamanı, gönderen ve alan düğümler gibi çeşitli bilgileri içermektedir. Aşağıda örnek bir satır ve buna ait alanların açıklamaları yer almaktadır:

**+ 1.01 0 1 cbr 512 ----- 0 0.0 8.0 1 1**

Bu satırdaki bilgiler şu şekilde yorumlanır:

**+**: Olay türü; burada "+" gönderim anlamına gelir. Diğer olası değerler: **r** (receive/alım) ve **-** (drop/kayıp). (**event**)

**1.01**: Olayın gerçekleştiği zaman (saniye cinsinden). (**time**)

**0**: Paketi gönderen düğümün ID'si. (**from\_node**)

**1**: Paketin hedef (alıcı) düğümünün ID'si. (**to\_node**)

**cbr0**: Paket tipi, burada sürekli bit hızı (Constant Bit Rate) olarak tanımlanmış.

**512**: Paket boyutu (byte cinsinden). (**pkt\_size**)

Diğer değerler (örneğin ----- 0 0.0 8.0 1 1) analiz kapsamında kullanılmamıştır.

Satırda yer alan diğer alanlar analiz kapsamında dikkate alınmamıştır. Python kodu özellikle **event**, **time**, **from\_node**, **to\_node** ve **pkt\_size** alanlarını ayrıştırarak işlemektedir. Sadece "+" olay türüne sahip gönderimler analiz kapsamına dahil edilmiştir ve gönderici düğüm **from\_node** alanı üzerinden belirlenmiştir.

Zaman analizi işlemi aşağıdaki formül ile gerçekleştirilmiştir:

**time\_slot = round(time / interval) \* interval**

Bu yapı sayesinde tüm gönderim olayları belirli zaman aralıklarına (örneğin 0.1 saniye) gruplanmış ve her aralık için gönderilen toplam veri miktarı hesaplanmıştır. Ardından bu değer kilobit cinsine çevrilerek throughput hesaplaması yapılmıştır:

**throughput (kbps) = toplam\_byte \* 8 / 1000 / zaman\_aralığı**

Elde edilen bu değerler her düğüm için zaman serisi grafikleri şeklinde görselleştirilmiştir. Bu grafikler üzerinden her bir düğümün ne zaman ve ne kadar veri gönderdiği detaylı biçimde incelenebilmektedir.

## Veri Akışına Dahil Olmayan Döğümler

Simölasyon sonucunda elde edilen .tr dosyasının analizi sırasında 4 ve 7 numaralı döğümlerin throughput hesaplamasında yer almadığı tespit edilmiştir. Bu durumun nedeni söz konusu döğümlerin simölasyon süresince herhangi bir veri gönderimi veya alımı gerçekleştirmemiş olmalarıdır.

Bu tespiti yapabilmek amacıyla topolojide yer alan tüm döğümler ile .tr dosyasında veri akışında yer alan döğümler karşılaştırılmıştır. Kullanılan kontrol mekanizması aşağıdaki gibidir:

```
expected_nodes = set(str(i) for i in range(9)) # Topolojide tanımlı tüm döğümler (0'dan 8'e kadar)
```

```
inactive_nodes = expected_nodes - all_nodes # .tr dosyasında görünmeyen döğümler
```

Bu analiz sonucunda 4 ve 7 numaralı döğümlerin simölasyon boyunca pasif kaldıkları ve ağ trafiğine katkı sunmadıkları anlaşılmıştır.

## Döğüm Bazlı Veri Gönderimi ve Dağılım Analizi

```
Döğüm 0 tarafından gönderilen toplam veri:
- 640912 byte
- Gönderim süresi: 1.00 s → 5.00 s (Toplam: 4.00 saniye)

► Döğüm 0 → Diğer Döğümlere Veri Dağılımı (byte cinsinden):
→ Döğüm 0: 0 byte
→ Döğüm 1: 211352 byte
→ Döğüm 2: 0 byte
→ Döğüm 3: 429560 byte
→ Döğüm 5: 0 byte
→ Döğüm 6: 0 byte
→ Döğüm 8: 0 byte

Veri akışına dahil olmayan döğümler (topolojide var ama .tr içinde hiç görünmemiş):
- Döğüm 4
- Döğüm 7
```

**Şekil 1.** Döğüm Bazlı Veri Gönderimi ve Dağılımını Gösteren Kod Çıktısı

Yukarıdaki analiz çıktısında 0 numaralı döğümün (kullanıcı tarafından girilen) gerçekleştirdiği veri gönderimi detaylı biçimde incelenmiştir. Bu döğüm tarafından toplamda 640912 byte veri iletildiği görölmektedir. Gönderim işlemi simölasyon süresince 1.00 saniye ile 5.00 saniye arasında gerçekleşmiş olup toplam 4.00 saniyelik bir aktarım süresi boyunca sürmüştür.

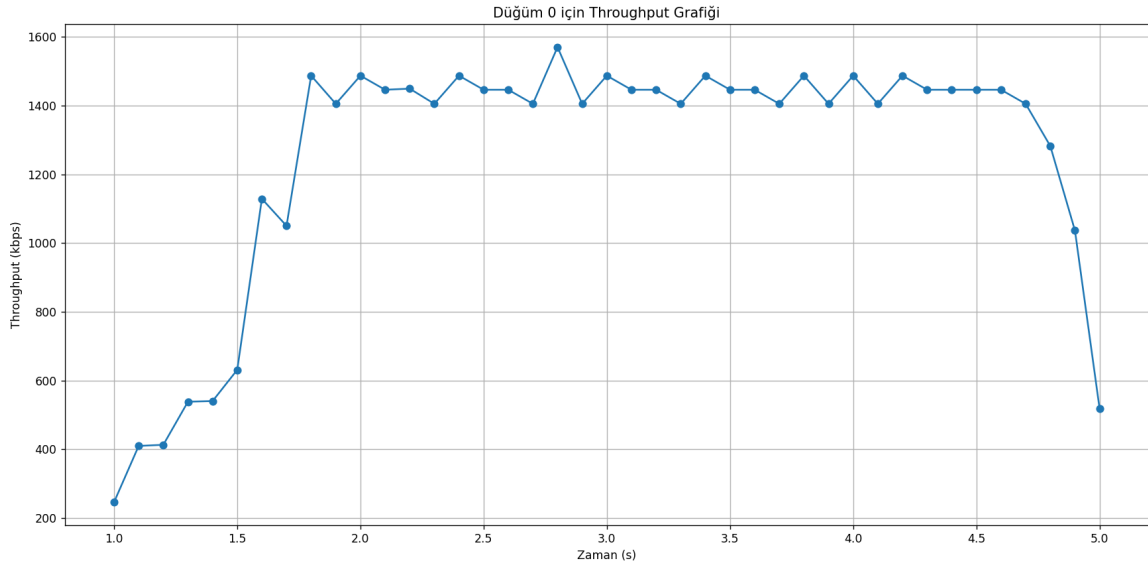
Döğüm 0'ın Diğer Döğümlere Veri Dağılımı (byte cinsinden):

**Döğüm 1:** 211352 byte

**Döğüm 3:** 429560 byte

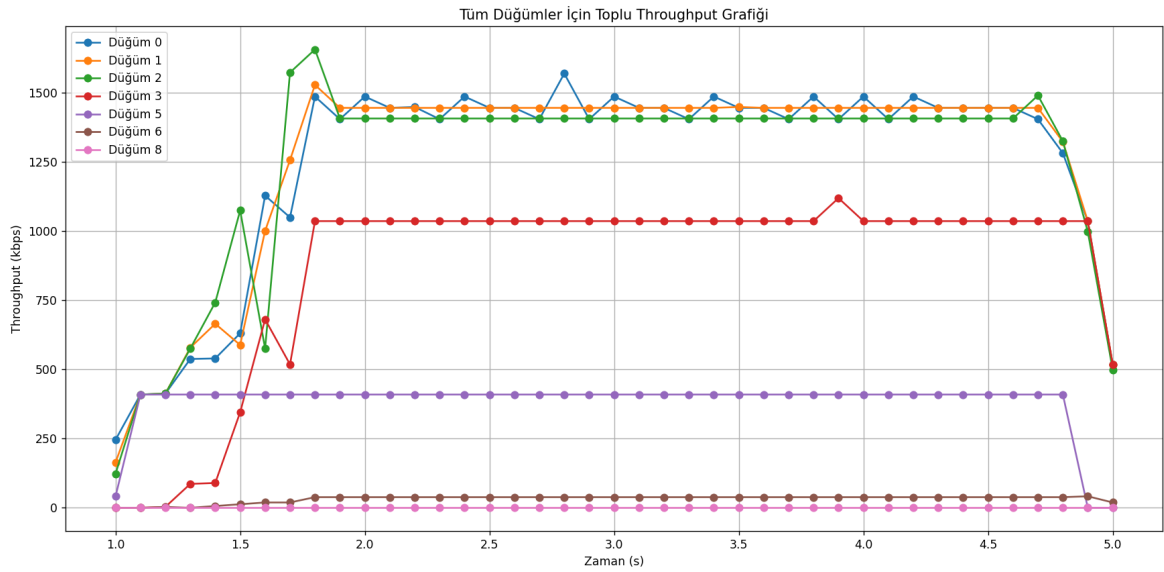
**Diğer döğümler (0, 2, 5, 6, 8):** 0 byte

Bu dağılım 0 numaralı döğümün yalnızca 1 ve 3 numaralı döğümlere veri gönderdiğini diğer döğümlerle herhangi bir veri akışı gerçekleştirmediğini göstermektedir.



**Şekil 2.** Düğüm 0 için Throughput Zaman Serisi Grafiği

Yukarıdaki grafik 0 numaralı düğümün simülasyon süresi boyunca gerçekleştirdiği veri gönderiminin zamanla nasıl değiştiğini göstermektedir. Yatay ekseninde zaman (saniye cinsinden), dikey ekseninde ise throughput değeri (kilobit/saniye, kbps) yer almaktadır.



**Şekil 3.** Tüm Düğümler için Throughput Zaman Serisi Grafiği

Yukarıdaki grafik NS2 simülasyonu kapsamında ağ topolojisinde yer alan tüm düğümlerin zaman içerisindeki veri çıkış hızlarını (throughput) aynı anda göstermektedir. Her bir renkli çizgi farklı bir düğüme ait throughput değerlerini temsil etmekte olup yatay ekseninde zaman (saniye cinsinden), dikey ekseninde ise throughput (kilobit/saniye, kbps) yer almaktadır.