Relqor Research

ARAŞTIRMA RAPORU 01 · KASIM 2026

İnternet Çöktüğünde Yardım Çağrısı Ulaşır mı?

Afet sonrası telefondan telefona mesajlaşmanın, uygulamanın gerçek koduyla çalışan ajan tabanlı bir simülasyonla değerlendirilmesi: 105 bağımsız koşu, 2.050 SOS, 15.370 sohbet mesajı.

%97	47 dk	%73	0
SOS 6 saat içinde sunucuya ulaştı	SOS'un ortanca ulaşma süresi	hiç internet yokken ulaşan sohbet mesajı	105 koşuda protokol ihlali

Yazar
Ömer Utku Kısbet

Kurum
NexRelay Technologies

Yöntem
Ajan tabanlı simülasyon

ÖZET

Beş dakikada rapor

Büyük depremlerde mobil şebekeler çoğu zaman yıkımdan çok enerji kesintisi yüzünden saatlerce, hatta günlerce susar. Relqor, internet ve şebeke yokken mesajları yakındaki telefonlar üzerinden taşıyan ve internete ulaşan ilk telefonla sunucuya ileten bir mesajlaşma uygulamasıdır. Bu çalışmada uygulamanın mesaj taşıma ve SOS yönlendirme kodunu, deprem sonrası 1 km²'lik bir mahallede 200 sanal telefonda çalıştırdık. Radyo menzili, bağlantı süresi ve pil tüketimi yayımlanmış ölçümlerden modellendi; sonuçlar %95 güven aralığıyla ve üç farklı radyo varsayımıyla birlikte verildi.

%97

SOS 6 saatte sunucuda. İlk saatte %63. Mesajı internete çoğunlukla toplanma alanına yürüyen insanlar taşıdı; ortanca 1,6 aktarım.

%91

Sohbet mesajı alıcıda. %67'si başka telefonların taşımasıyla ulaştı; taşıyanlar içeriği okuyamaz.

%83

Kalabalıkta ilk saatte SOS. Km² başına 400 kullanıcıda; 50 kullanıcıda bu oran %16. Ağ büyüdükçe hızlanıyor.

%69–%98

Radyo belirsizliği. Kötümser ve iyimser telefon radyosu varsayımları arasında 6 saatlik SOS teslimi. Sahada daraltılacak ana belirsizlik.

ANA ÇIKARIM

İnsanların doğal hareketi, internetsiz bir mahallede yardım çağrısını saatler içinde dış dünyaya taşıyabiliyor. Belirleyici olan teknoloji değil, kullanıcı yoğunluğu.

İçindekiler

—	Özet ve temel bulgular	2
01	Problem: afette şebeke neden susar?	3
02	Yöntem	4
03	Senaryo	5
04	Bulgu 1 · Yardım çağrısı	6
05	Bulgu 2 · Bire bir mesajlaşma	7
06	Bulgu 3 · Kaç kullanıcı gerekir?	8
07	Pil ve sınırlılıklar	9
08	Sonuç, sonraki adımlar, kaynaklar	10

01 · PROBLEM

Afette şebeke neden susar?

6 Şubat 2023 depremlerinden etkilenen bölgede üç operatöre ait yaklaşık 8.900 baz istasyonu vardı; bunların 2.451'i ağır hasar alarak servis dışı kaldı[1]. Ancak kesintinin temel nedeni yıkım değil, enerjiydi: elektrik kesilince yedek güç kaynağı olmayan ya da yakıtı biten istasyonlar kapandı[1]. Operatör yöneticileri de nüfusun yoğun olduğu bir bölgede yaşanacak bir depremde iletişimin yine çökeceği uyarısında bulundu[2].

8.900
bölgedeki baz istasyonu

2.451
ağır hasarla servis dışı

Enerji
kesintinin temel nedeni

Kaynak: [1]. Rakamlar 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinden etkilenen bölge içindir.

Telefonlar ise çalışmaya devam eder

Baz istasyonları sustuğunda telefonların pili ve kısa menzilli radyoları (Bluetooth, Wi-Fi) hâlâ çalışır. Gecikmeye dayanıklı ağlar (DTN) bu gözleme dayanır: mesaj, karşılaştığı telefonlara kopyalanır ve internete ulaşan ilk telefonla hedefine gider. Nepal depremi verisiyle yapılan bir çalışma, sınırsız kopyalamanın ağı tıkadığını ve kopya sayısını sınırlayan protokollerin çok daha başarılı olduğunu gösteriyor[7].

Araştırma soruları

S1 İnternetsiz bir mahallede enkaz altındaki birinin SOS'u, ne kadar sürede ve hangi olasılıkla dış dünyaya ulaşır?

S2 Bire bir mesajlar ve imzalı teslim bilgisi, yalnızca yakındaki telefonlar üzerinden ne ölçüde ulaşır?

S3 Sonuç; kullanıcı sayısına, internet kalan bölgenin büyüklüğüne ve telefon radyosunun gerçek performansına ne kadar duyarlı?

02 · YÖNTEM

Gerçek kod, modellenmiş dünya

200 telefonu sahada bir araya getirmek yerine, uygulamanın mesaj taşıma kodunu sanal telefonlarda çalıştıran ayrık olaylı bir simülatör kurduk. Simülatör her 5 saniyede bir konumları, bağlantıları ve pilleri günceller; mesajlara ne olacağına uygulamanın kendi kodu karar verir.

Bileşen	Simülasyonda	Tür
Uçtan uca şifreleme, imza, aktarma, kota, teslim bilgisi	Uygulamanın mesajlaşma çekirdeği; her telefon ayrı örnek	Gerçek kod
SOS aktarıcı seçimi	Uygulamanın karar kuralları: kopya bütçesi 4, en düşük pil %10, en fazla 15 adım, 48 saat ömür	Gerçek kod
Sunucu	Gerçek sunucuyla aynı kuralları uyguladığı birlikte çalışma testleriyle doğrulanmış bellek içi sunucu	Eşdeğer
Telefon radyosu	Mesafeye göre bağlantı olasılığı, bağlantı kurma süresi, eşzamanlı bağlantı sınırı[3][6]	Model
İnsan hareketi	Enkaz altında, evde, yürüyen, toplanma alanına giden, kurtarma ekibi	Model
Pil	Yayımlanmış akım ve güç ölçümlerinden enerji hesabı[3][5]	Model

Radyo varsayımları

Model	Bağlantı başarısı	Kurulma süresi	Eşzamanlı
Kötümser	3 m %100 · 6 m %75 · 10 m %10 · 12 m %0 — Nexus 5 ölçümü[3]	11–41 sn[3]	2
Temel	10 m'ye kadar %100, 25 m'de %0 — BLE tipik menzili ≈10 m[6]	11–41 sn[3]	3
İyimser	20 m'ye kadar %100, 40 m'de %0 — yeni nesil cihaz varsayımı	3–15 sn	5

105 koşu
Her senaryo 10–20 farklı rastgele tohumla; her koşu 6 saatlik afet sonrası dönem.

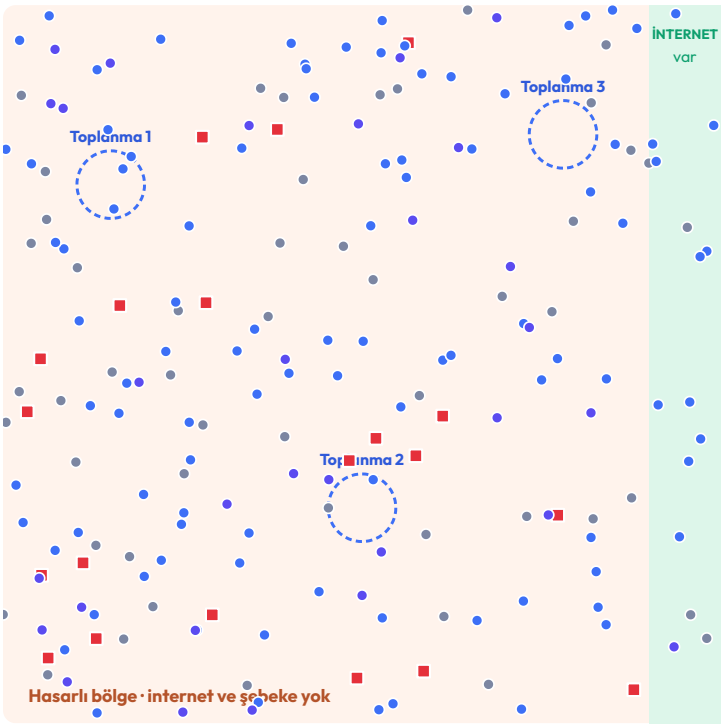
10 senaryo
Üç radyo modeli, dört kullanıcı yoğunluğu, üç internet bölgesi, internetsiz durum, iki yönlendirme stratejisi.

%95 güven aralığı
Koşular arası değişkenlikten t dağılımıyla; radyo belirsizliği ayrı aralık olarak.

Sınama: Herkes çevrimiçiyken mesajlar saniyeler içinde sunucu üzerinden ulaştı; hiç internet yokken hiçbir SOS sunucuya ulaşmadı. Simülatör iki uç durumda beklenen davranışı veriyor.

03 · SENARYO

Deprem sonrası bir mahalle



Şekil 1. Temsili yerleşim; her koşuda konumlar rastgele.

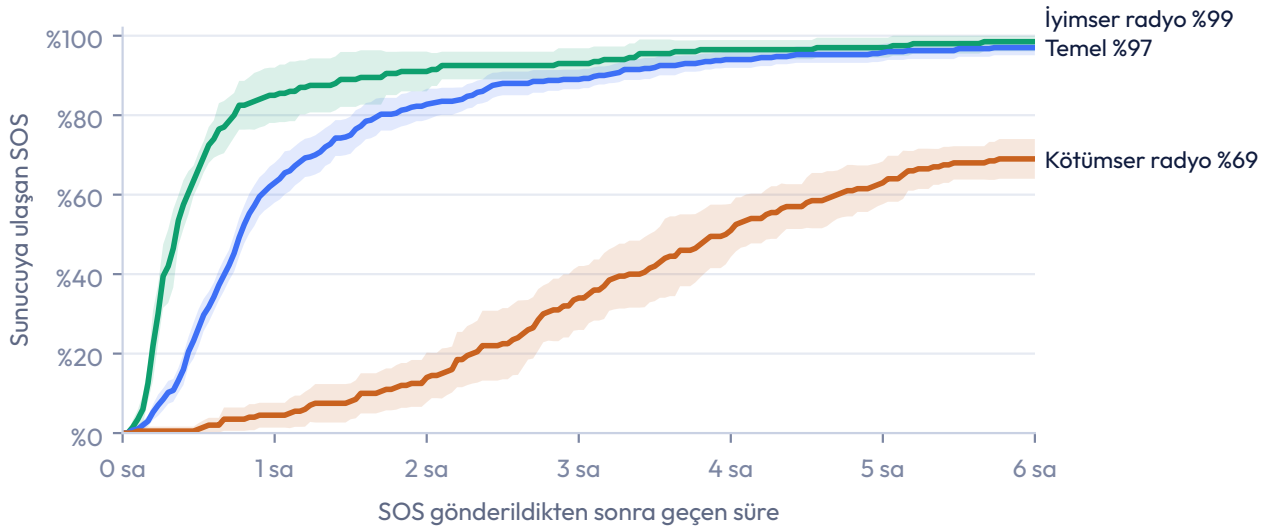
Alan	1 km × 1 km; yalnızca doğudaki 100 m'lik şeritte internet var
Telefonlar	200; %10 enkaz altında, %25 evde, %15 kurtarma ekibi, %50 yürüyen
Hareket	Yürüyenler 0,5–1,4 m/sn, yarısı 3 toplanma alanından birine gidip 30–120 dk kalır; ekipler 1,2–2 m/sn
SOS	Enkaz altındaki herkes ilk saatte 1 SOS gönderir; bina içinde menzil %30 kısa
Sohbet	Her kişinin 5 kayıtlı kişisi; ilk 4 saatte 150 mesaj
Süre	6 saat, 5 saniyelik adımlar
Pil	Başlangıçta %30–100 arası rastgele

NEDEN BU SENARYO?

Kasıtlı olarak zor bir durum seçtik: alanın yalnızca %10'unda internet var ve SOS gönderenler hareket edemiyor. Mesajın dışarı çıkması tamamen başkalarının hareketine bağlı.

04 · BULGU 1

Yardım çağrısı saatler içinde dışarı çıkıyor



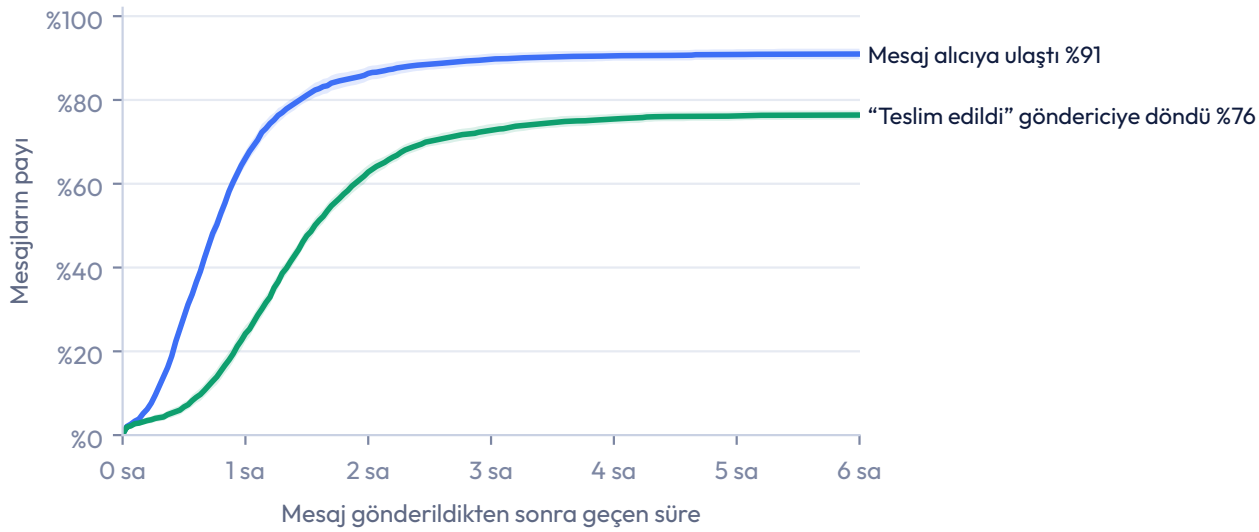
Şekil 2. SOS gönderildikten sonra geçen süreye göre sunucuya ulaşan SOS oranı, üç radyo modeli. Gölgeli bant: %95 güven aralığı.

Radyo modeli	1 saatte	3 saatte	6 saatte	Ortanca süre	%90'ı
Kötümser	%4	%34	%69	3 sa 4 dk	4 sa 17 dk
Temel	%63 (58–68)	%89	%97 (95–99)	47 dk	2 sa 7 dk
İyimser	%85	%93	%98	19 dk	79 dk

Nasıl ulaşıyor? SOS çoğunlukla 1–2 adımda internete çıkıyor: enkaz altındaki telefon, yanından geçen birine; o kişi toplanma alanına ya da koordinasyon noktasına yürürken internetli bölgeye girince SOS sunucuya gidiyor. Her SOS ortalama 28 telefonda kopya olarak bulunuyor; tek bir telefonun kaybolması mesajı kaybettirmiyor.

05 · BULGU 2

İnternet hiç yokken bile mesajların çoğu ulaşıyor



Şekil 3. Temel senaryo. Mavi: mesajın alıcıya ulaşma oranı. Yeşil: alıcının imzaladığı teslim bilgisinin göndericiye dönme oranı.

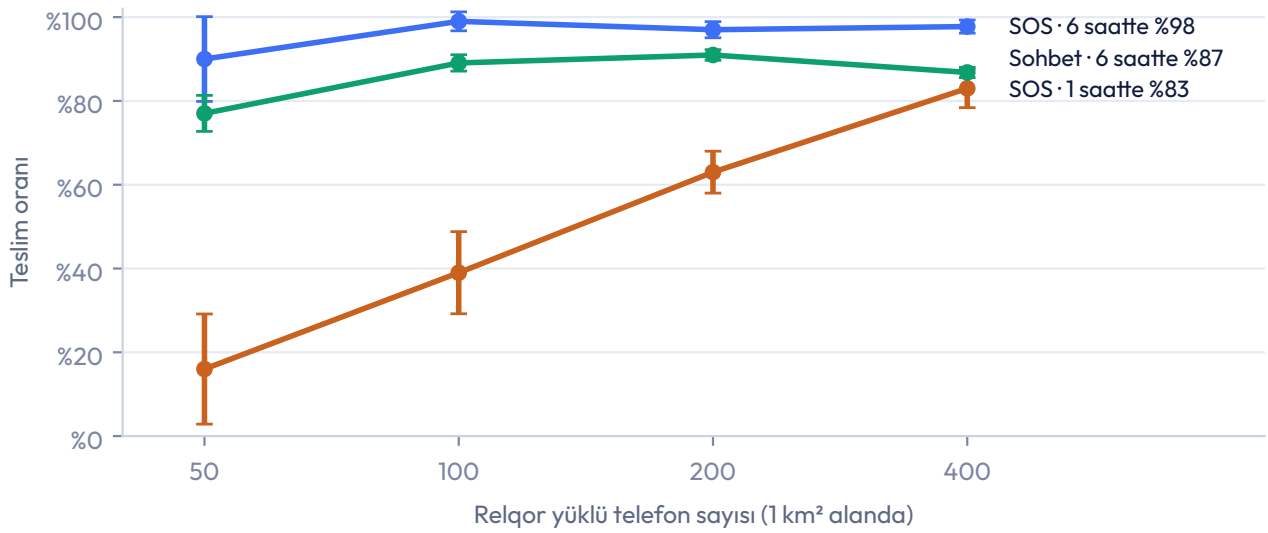
Senaryo	Alıcıda	Telefonlar üzerinden	"Teslim edildi"	Ortanca süre
Kötümser radyo	%48	%4	%27	1 sa 46 dk
Temel	%91 (90–92)	%67	%76	42 dk
İyimser radyo	%95	%80	%88	16 dk
Hiç internet yok	%73	%73	%56	49 dk

Tamamen çevrimdışı: internetsiz senaryoda mesajların %73'ü yalnızca telefondan telefona ulaştı. SOS'ların ise hiçbiri sunucuya ulaşamadı; SOS'un dış dünyaya çıkması için en az bir internet noktası şart.

Mahremiyet: taşıyan telefonlar mesajı okuyamaz; yalnızca şifreli zarfı taşır. Taşıma, telefon başına 200 paket / 2 MB kotayla sınırlı; kota hiçbir koşuda aşılmadı.

06 · BULGU 3

Ağı güçlendiren şey kullanıcı yoğunluğu



Şekil 4. 1 km²'deki kullanıcı sayısına göre teslim oranları; dikey çizgiler %95 güven aralığı. Temel radyo modeli.

Kullanıcı / km²	SOS 1 saatte	SOS 6 saatte	SOS ortanca süre	Sohbet alıcıda
50	%16	%90	1 sa 40 dk	%77
100	%39	%99	67 dk	%89
200	%63	%97	47 dk	%91
400	%83	%98	27 dk	%87

Eşik: 6 saatlik SOS teslimi km² başına 100 kullanıcıda doyuyor; daha fazla kullanıcı hız kazandırıyor. 400 kullanıcıda sohbet teslimi hafifçe düşüyor: kalabalıkta taşıma kotaları doluyor, SOS ise ayrı ve öncelikli kuyrukta olduğu için etkilenmiyor.

Yönlendirme stratejisi: Her karşılaşmada bekleyen tüm SOS'ları aktaran alternatif strateji, ilk saatte ulaşan payı %63'ten %72'ye çıkardı; ama SOS aktarım sayısı ~7 katına çıktı. Hız ile enerji arasında açık bir denge var.

İnternet kalan bölgenin genişliği (alanın %5'i, %10'u, %20'si) 6 saatlik SOS teslimini anlamlı biçimde değiştirmedi (%97 / %97 / %99). Belirleyici olan, birinin o bölgeye yürümesi.

07 · PİL VE SINIRLILIKLAR

Bu sonuçlara ne kadar güvenilmeli?

Relay sürekli açıkken saatlik ek pil tüketimi tahminen **%2,6** (4.500 mAh; cihazların %90'ı ≤ %2,7). 6 saatte yaklaşık %15, 3.000 mAh bir telefonda %23. Tahmin, Nearby Connections'ın sürekli keşif yaparken bir Nexus 5'te ölçülen tüketimine[3] ve Bluetooth tarama gücüne[5] dayanır; Relqor'un kendisi henüz telefonda ölçülmedi.

Metrik bazında güven düzeyi

Metrik	Güven	Neden	Nasıl yükseltilir
Çoğalma yok, kota ve adım sınırı korunuyor, sahte paket reddediliyor	Yüksek	Gerçek kodun deterministik davranışı; 105 koşuda 0 ihlal, ayrıca birim testleri	Gerekmiyor
SOS ve sohbet teslim oranı	Orta	İstatistiksel belirsizlik dar (±2 puan); asıl belirsizlik radyo ve hareket modelinden	3–5 telefonla saha ölçümü
Teslim süreleri	Orta–düşük	İnsan hareketine çok duyarlı; toplanma ve ekip davranışı varsayım	Tatbikat hareket verisi
Pil tüketimi	Düşük	Relqor ölçülmedi; 2019 cihazından türetilmiş model	batterystats ölçümü
Arka plan kısıtları	Kapsam dışı	Simülasyon, relay'in sürekli çalışabildiğini varsayar; üretici pil yöneticileri bunu bozabilir	Farklı marka telefonlarla deneme

> **Tek bir "doğruluk yüzdesi" vermiyoruz.** Gerçeği ölçecek saha verisi olmadan böyle bir sayı uydurma olur. Bunun yerine her metriğin belirsizlik kaynağını ve onu daraltacak ölçümü açıkça yazıyoruz.

08 · SONUÇ

Ne öğrendik, sırada ne var?

1. **Telefondan telefona taşıma, internetsiz bir mahallede SOS'u saatler içinde dışarı çıkarabiliyor.** Temel senaryoda %97, kötümser radyo varsayımında bile %69.
2. **Belirleyici değişken kullanıcı yoğunluğu.** Km² başına 100–200 kullanıcı, yoğun bir kentte nüfusun küçük bir yüzdesine karşılık geliyor; yaygınlaşma için somut bir hedef.
3. **En az bir internet noktası şart.** Toplanma alanlarına ya da kurtarma ekiplerine verilecek taşınabilir bağlantı (uydu, mobil baz istasyonu), sistemin etkisini katlar.
4. **Sınırlı kopyalama işe yarıyor.** Literatürdeki tıkanma sorununa[7] karşı kopya bütçesi ve taşıma kotası, hiçbir koşuda ağı kilitlemedi.

Saha ölçümü
3–5 telefonla menzil, bağlantı süresi, pil

Kalibrasyon
Ölçümleri modele gir, raporu yeniden üret

Kampüs tatbikatı
Gerçek kullanıcılarla kapalı test

Saha tatbikatı
Arama-kurtarma gönüllüleriyle

Kaynaklar

1. 6 Şubat depremlerinde mobil şebekeler neden çöktü? — DonanımHaber, 2024
2. Vodafone Türkiye CEO'su, neden günlerce hizmet veremediklerini açıkladı — Webtekno, 2023
3. On Gossip-based Information Dissemination in Pervasive Recommender Systems (Nearby Connections ölçümleri) — arXiv:1908.05544, 2019
4. Nearby Threats: Reversing, Analyzing, and Attacking Google's Nearby Connections on Android — NDSS 2019
5. The Power of Smartphones (bileşen bazlı güç ölçümleri) — arXiv:1312.6740
6. GoCoronaGo: BLE tabanlı temas izleme (menzil ölçümleri) — arXiv:2009.04916
7. Performance Evaluation of Delay Tolerant Network Protocols to Improve Nepal Earthquake Rescue Communications — arXiv:2603.10153

ATIF ÖNERİSİ

Kısbet, Ö. U. (2026). *İnternet Çöktüğünde Yardım Çağrısı Ulaşır mı? Afet sonrası telefondan telefona mesajlaşmanın simülasyonla değerlendirilmesi.* Relqor Research, Rapor 01. NexRelay Technologies.