

Sarmal (HELI) Antenler ve Sızdırmalı Kablo

Yer Altında Yüksek Bant Genişlikli Uygulamalar İçin Ekonomik Karşılaştırma

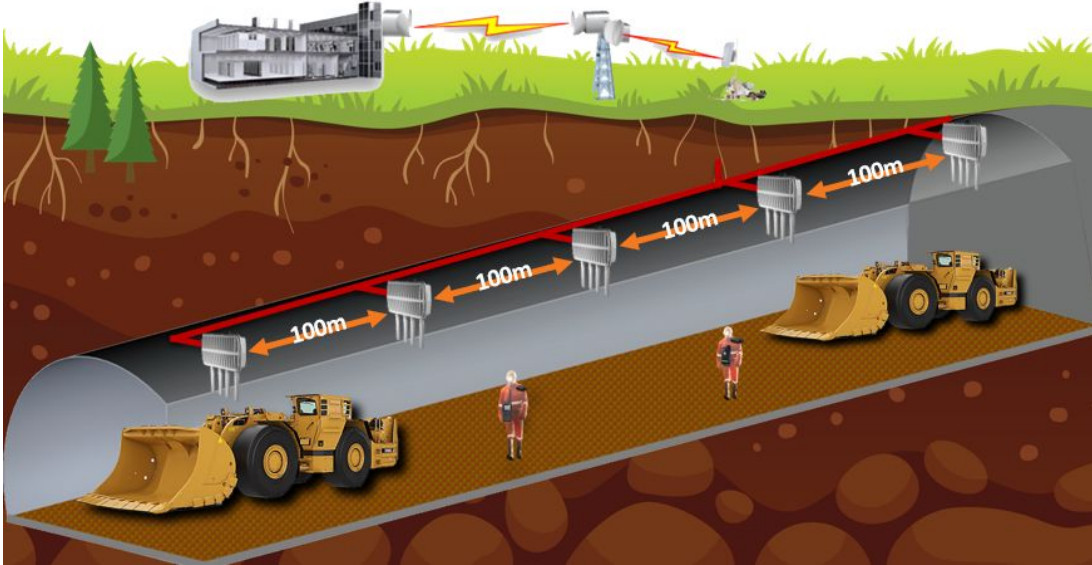
Yönetici özeti. Bu rapor, yer altı kablosuz ağlarında sızdırmalı kablo (leaky feeder) ile sarmal anten sistemlerinin kurulumunu, uygulamanın tüm yönleriyle ekonomik açıdan karşılaştırır. Değerlendirilen kalemler kurulum çalışmaları, malzemeler, önleyici bakım ve onarım maliyetleridir.

Amaç, her iki çözümün toplam sahip olma maliyetini (TCO) açıkça ortaya koymak ve kurumların bütçelerine ve özel gereksinimlerine göre bilinçli karar vermesine yardımcı olmaktır.

Kurulum Çalışmaları: Maliyetler ve Kısıtlar

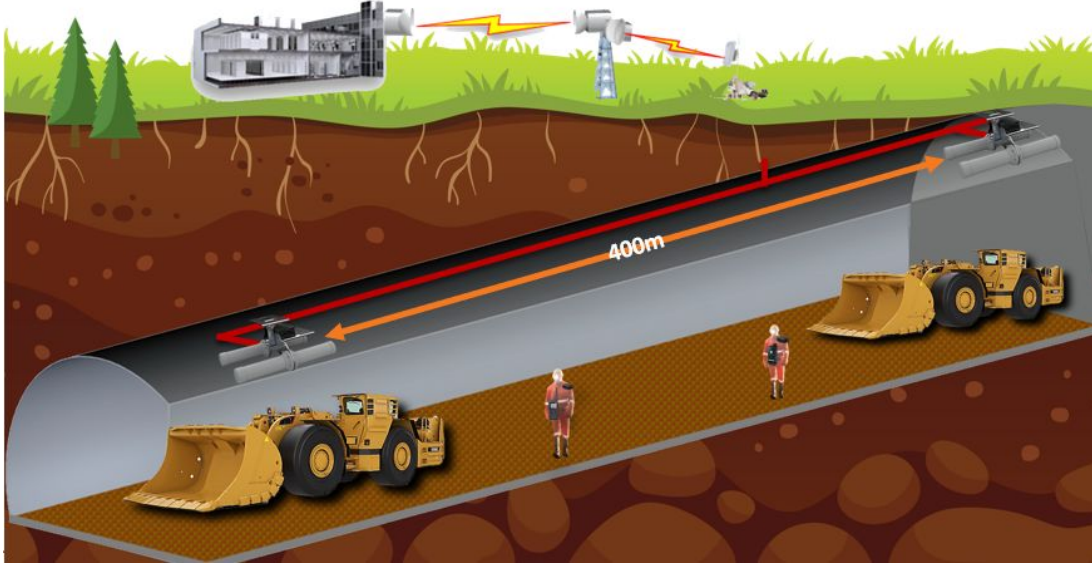
Tüneller gibi kapalı ve karmaşık ortamlarda sızdırmalı kablo kurulumu çok zaman alır. Kablo askı kitlerinin yaklaşık her 50 cm'de bir, çoğunlukla tünel duvarında yerden yüksekte monte edilmesi gerekir. Bu da hidrolik makaslı platform kullanımı zorunlu kılar; ardından kablonun dikkatle çekilip yerleştirilmesi gerekir. Sonuç, oldukça yavaş ilerleyen bir kurulumdur.

Ayrıca sızdırmalı kablo, yapısı gereği hat boyunca çıkış noktaları gerektiren tekrarlayıcı (repeater), kuplör ve güç kaynağı gibi ek ekipmanlara ihtiyaç duyar. Bu da kurulum maliyetini artırır.



Sızdırmalı kablo ile tünel kapsamı: kablo tünel boyunca uzanır ve hat üzerinde ek ekipman gerektirir.

Sarmal antenlerle kurulan ağlarda bu sorunların hiçbiri yoktur. Noktasal (ayrık) bir sistem olduğu için antenlerin yalnızca erişim noktalarının ya da baz istasyonlarının bulunduğu yere monte edilmesi yeterlidir. Özel bir kablo döşeme çalışması gerektirmeyen anten kurulumu, daha az uzmanlık gerektirir ve hatalı kurulum riski çok daha düşüktür.



Sarmal antenlerle tünel kapsamı: iki uca konumlanan antenler arasında 400 m.

Örnek: 500 m Tünel İçin Maliyet Karşılaştırması

Bir tünelde, veri öncelikli bir kablosuz sistemle 500 m kapsama sağlanması ele alınmıştır. Veri öncelikli olması, kapsamanın yanında yüksek veri hızı için sinyal kalitesinin de son derece önemli olduğu anlamına gelir. Bu nedenle 2x2 MIMO radyolar kullanılmış ve karşılaştırma aşağıdaki varsayımlarla yapılmıştır:

- **İş güvenliği maliyetleri:** Sızdırmalı kablo kurulumu en az 3 kat daha uzun sürmesine rağmen iki çözümde eşit kabul edilmiştir.
- **Normal işletmenin kesintiye uğraması:** Kesinti ister 3 gün ister 1 gün sürsün, maliyetsiz ya da iki çözümde eşit kabul edilmiştir.
- **Kurulum hatası olasılığı:** Çalışma ister 3 gün ister 1 gün sürsün, eşit kabul edilmiştir.
- **Hat yükselteci:** Sızdırmalı kablo hattında yükselteç (amplifikatör) kullanılmadığı, dolayısıyla bunların besleme maliyeti olmadığı varsayılmıştır.
- **İşçilik:** Doğu Avrupa ülkeleri hariç Avrupa'nın en düşük ücret düzeyine sahip Portekiz piyasası esas alınmıştır.

Sistemin aktif bileşenleri olan radyolar için şu varsayımlar yapılmıştır:

1. Her iki çözümde de aynı marka ve model radyo kullanılmıştır. Yüksek bant genişlikli bir uygulama hedeflendiği için 2x2 MIMO radyo seçilmiştir; bu nedenle, sızdırmalı kablo ya da sarmal anten fark etmeksizin, 2x2 bir anten sistemi gerekir. Radyo olarak üst sınıf bir Wi-Fi erişim noktası ya da özel bir 4G radyosu esas alınmıştır.
2. Tartışmaya açık olsa da 500 m'yi kapsamak için iki adet 2x2 MIMO sarmal anten gerektiği varsayılmıştır. Çift yönlü sarmal antenler kullanıldığında büyük olasılıkla buna gerek kalmaz.

Sızdırmalı kablo ile 500 m kapsama (4G veya Wi-Fi)

Kalem	Birim fiyat	Miktar	Tutar
Aktif Wi-Fi/radyo (lisans dahil)	€ 5.000,00	1	€ 5.000,00
Sızdırmalı kablo (m) ¹	€ 17,50	1.000	€ 17.500,00
Kablo askı kiti (her 50 cm'de bir)	€ 11,50	2.000	€ 23.000,00
Diğer RF bileşenleri (konnektör, ara kablo, askı)	€ 200,00	2	€ 400,00
Hidrolik makaslı platform (gün)	€ 350,00	3	€ 1.050,00
Kablo makarası aracı (gün)	€ 200,00	3	€ 600,00
Teknisyen (2 kişilik ekip, gün)	€ 400,00	3	€ 1.200,00
Genel toplam			€ 48.750,00

¹ 2×2 MIMO için tünel boyunca iki ayrı sızdırmalı kablo gerekir: 2 × 500 m = 1.000 m.

Sarmal (HELI) antenlerle 500 m kapsama (4G veya Wi-Fi)

Kalem	Birim fiyat	Miktar	Tutar
Aktif Wi-Fi/radyo (lisans dahil)	€ 5.000,00	2	€ 10.000,00
2×2 sarmal anten	€ 2.500,00	2	€ 5.000,00
Anten braketi	€ 600,00	2	€ 1.200,00
Hidrolik makaslı platform (gün)	€ 350,00	1	€ 350,00
Teknisyen (2 kişilik ekip, gün)	€ 400,00	1	€ 400,00
Genel toplam			€ 16.950,00

Sızdırmalı kablo

€ 48.750

Sarmal (HELI) anten

€ 16.950

Yalnızca kurulum maliyetleri üzerinden yapılan bu basit ama kalem fiyatları gerçeğe yakın hesap, 500 m'lik yüksek bant genişlikli kablosuz kapsamanın sarmal antenlerle sızdırmalı kabloya göre yaklaşık **2,9 kat daha düşük** maliyetle sağlanabileceğini gösteriyor.

Önleyici Bakım Maliyetleri

Sızdırmalı kablo sistemleri, çok sayıda bileşenden oluşmaları ve ışımanın tüm hat boyunca dağılması nedeniyle daha sık bakım gerektirebilir. Bu da önleyici bakımda daha yüksek işçilik ve malzeme maliyeti demektir. Sarmal antenler ise daha basit yapıları ve yönlendirilmiş ışıma desenleri sayesinde genellikle daha az önleyici bakım gerektirir.

Ayrıca sarmal anten tabanlı kurulumlarda arıza noktası daha azdır. Hızlı değişim için stokta daha az yedek parça tutulur ve yönetilmesi gereken bakım/destek sözleşmesi sayısı azalır.

Onarım Maliyetleri

Sızdırmalı kablo sistemlerinde, sistemin karmaşıklığı ve birden fazla bileşenin aynı anda zarar görebilmesi nedeniyle onarım maliyetleri daha yüksek olabilir. Kablonun tünel boyunca yayılan yapısı, arızanın yerini bulmayı ve onarmayı zorlaştırır ve işçilik maliyetini artırır. Daha az bileşenden oluşan ve daha basit yapıdaki sarmal antenlerde ise arızanın yeri daha hızlı bulunur ve onarım genellikle daha ucuzdur.

Bir aracın ya da iş makinesinin çarpması kablonun bir bölümünü duvardan koparırsa, hem sızdırmalı kablo hem de anten sistemi o tünel bölümünde kapsama kaybı yaşayabilir. Ancak sarmal anten sistemi çok daha hızlı yeniden devreye alınır ve toplam onarım maliyeti düşer.

Özellikle performans düşüşüne yol açan sorunlarda, sızdırmalı kabloda arıza aramanın tek yolu, arızanın mesafesini ve konumunu belirlemek için TDR (Time Domain Reflectometry, zaman alanında yansıma ölçümü) dahil olmak üzere bir ağ analizörüyle kablo üzerinde frekans taraması yapmaktır. Çoğu durumda iki tekrarlayıcı arasındaki kablo bölümünün tamamının değiştirilmesi gerekir. Bu da malzeme, işçilik (ölçüm cihazlarını kullanacak teknisyenler dahil) ve tüneldeki kesinti süresi açısından büyük bir maliyet anlamına gelir.

Sonuç

Sarmal antenler, yer altı kablosuz iletişim kurulumlarında sızdırmalı kablo sistemlerine göre çok daha avantajlı bir çözüm sunar. Yalnızca sinyal kalitesi ve kapsama açısından üstün performans sağlamakla kalmaz, birçok kalemde önemli maliyet tasarrufu da getirir. Kurulumdan önlleyici bakıma ve onarıma kadar daha az zaman, işgücü ve kaynak gerektirir. Basit yapıları ve yönlendirilmiş ışımaya desenleri onları daha dayanıklı ve kolay yönetilebilir kılar; arıza noktası azalır, kesinti süresi kısalmır.

Maliyet verimliliği ve performansı birlikte değerlendirildiğinde, sarmal antenler özellikle yüksek bant genişlikli yer altı kablosuz iletişim sistemleri için güçlü bir seçimdir. Ayrıca sol el ve sağ el dairesel polarizasyonlu (LHCP/RHCP) sarmal antenlerin birlikte kullanılması, 2x2 ve hatta 4x4 MIMO uygulamalarına olanak verir. Bu yapı, MIMO sinyallerinin tünel boyunca birbirinden bağımsız (ilintisiz) iletilmesini sağlar. Ekonomik karşılığı ise mevcut MIMO cihazlarına yalnızca ek anten elemanları ekleyerek daha güvenilir bir bağlantı ve daha yüksek veri hızı elde edilmesidir.

Kurumlar, sarmal antenleri tercih ederek tünel, maden ve yer altı tesisleri gibi kapalı ve karmaşık ortamlarda daha güvenilir, verimli ve uygun maliyetli bir kablosuz altyapı kurabilir.

Kaynak: Poynting, "Helical Antennas and Leaky Feeder: Economic Benchmark for Underground High Bandwidth Applications"
<https://poynting.tech/articles/product-news/helical-antennas-and-leaky-feeder-economic-benchmark-for-underground-high-bandwidth-applications/>



Türkiye Resmi Distribütörü

www.baglan.com.tr

bilgi@baglan.com.tr

0212 358 59 09

Türkçe çeviri: BağLAN, 2026

