

Sarmal Antenler (SA) ve Sızdıran Besleme (LF) Yeraltı Yüksek Bant Genişliği Uygulamaları İçin Ekonomik Karşılaştırma

Ana Özet

Bu rapor, kablosuz ağ uygulamasının tüm yönlerini göz önünde bulundurarak, sızdıran besleme ve [sarmal anten sistemlerinin](#) kurulumuna ilişkin kapsamlı bir ekonomik analiz sunmaktadır. Değerlendirilen faktörler arasında dağıtım çalışmaları, malzemeler, önleyici bakım ve onarım maliyetleri yer almaktadır.

Yapılan analiz, her anten türü için toplam sahip olma maliyetinin (TSOM) net bir şekilde anlaşılmasını sağlamayı, kuruluşların ve müşterilerin bütçelerine ve özel gereksinimlerine göre bilinçli kararlar almalarına olanak sağlamayı amaçlamaktadır.

Karşılaştırma

Dağıtım işleri: ilgili maliyetler ve kısıtlamalar

Özellikle tüneller gibi kapalı veya karmaşık ortamlarda sızdıran besleme sistemlerinin kurulumu çok zaman alıcıdır. Kablo askısı kitlerinin yaklaşık her 50 cm'de bir dağıtılması ihtiyacı ve bunun genellikle tünel duvarlarında zemine göre daha yüksekte yapılması (bu, hidrolik mobil makaslı kaldırıcının kullanılmasının zorunlu olduğu anlamına gelir) ve daha sonra dikkatli bir kablo kurulumu hazırlığı yapılması gerekliliği, çok "yavaş" kurulumlara neden olur.

Üstelik, doğası gereği Sızdıran Besleyicinin yol boyunca çıkış noktaları oluşturulmasını gerektirecek tekrarlayıcılar, kuplörler ve güç kaynakları gibi ek ekipmanlara ihtiyacı vardır ve bu da dağıtım sırasında ek maliyet artışına neden olur.

Yüksek bant genişliğine sahip bir kablosuz iletişim ağını dağıtmak için ağın 1 GHz civarında veya üzerindeki frekanslarda çalışması gerekir. Zayıflamayı ve sinyal kaybını minimumda tutmak için, bu frekanslar için kullanılan sızdıran besleyicilerin oldukça kalın olması gerekir, bu da tünel boyunca taşımayı ağırlaştırır, kurulum sırasında kablo makaralarının taşınması için bir araca ihtiyaç duyulmasına neden olur.

Dağıtımın daha uzun süre alması, daha büyük operasyon kesintilerine yol açacaktır. Karayolu tünelleri söz konusu olduğunda bu, şeritlerin kapatılması anlamına gelir; demiryolu tünelleri söz konusu olduğunda ise bu, İG (İş Güvenliği) nedenleriyle hatların kapatılması gerektiğinden operasyonun tamamen durması anlamına gelir. Özellikle bu iki örnek için de bu, otomatik olarak işlerin genellikle daha fazla İG sağlandığı ve işçiliğin daha pahalı olduğu gece saatlerinde yapıldığı anlamına gelir.

Son olarak, Sızdırmalı Besleyicinin konuşlandırılması ve bir antenin konuşlandırılmasıyla ilgili çalışmalar dikkate alındığında, Sızdırmalı Besleyicilerin kurulmasına yönelik iş gücünün/kaynakların Sızdırmalı Besleyicinin kurulması, sıkıştırılması ve test edilmesi/doğru kurulumunun sağlanması konusunda deneyimli olması gerekir. Üreticiden önceden test edilmiş olarak gelen ve koaksiyel kablolarla herhangi

bir çalışma gerektirmeyen antenlerin kurulumu, daha az vasıflı işçilikle veya çok daha düşük kötü kurulum riskiyle yapılabilir.

[Sarmal](#) antenlerle konuşlandırılan ağlarda yukarıda belirtilen sorunların hiçbiri yoktur. "Ayrık" bir sistem olduğundan, ihtiyaç duyulan tek şey, antenlerin tam olarak Erişim Noktaları/Baz İstasyonlarının kurulu olduğu yere kurulmasıdır

Bir tünel için veri öncelikli kablosuz sistemin 500 metre kapsama alanını sağlamak için aşağıdaki maliyet karşılaştırmasını ele alalım. "Önce veri", kapsama alanının önemli olduğu anlamına gelir, ancak yüksek verim sağlamak için sinyal kalitesi de son derece önemlidir. Bu nedenle 2x2 telsiz kullanacağız ve maliyet karşılaştırması için aşağıdaki varsayımlarla çalışacağız:

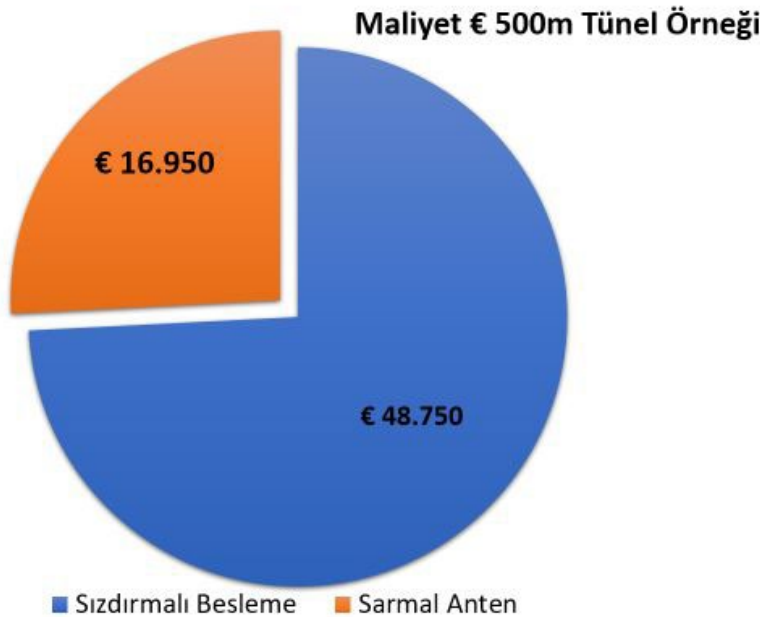
- İş Güvenliği maliyetleri: Sızdırmalı besleme kurulumu en az 3 kat daha fazla zaman almasına rağmen, aynı olduğunu düşünebiliriz.
- Normal iş operasyonunun kesintiye uğraması: Normal iş operasyonunun kesintiye uğramasının, ister 3 gün ister 1 gün olsun, hiçbir maliyeti olmadığını veya aynı maliyette olduğunu dikkate alacağız.
- Hata ya da hata olasılığı: İşler 3 gün ya da bir gün sürse de hata ya da hata olasılığının aynı olduğunu varsayacağız.
- Sızdırmalı besleyici için hiçbir yükselticinin/güçlendiricinin kullanılmadığını, dolayısıyla bunlara güç sağlamak için ek maliyetlerin olmadığını varsayacağız.
- İşgücü, tüm Avrupa ülkeleri arasında (doğu ülkeleri hariç) en ucuz olan Portekiz Piyasası oranlarına dayanmaktadır.
- Sistemin aktif parçaları olan radyolarla ilgili olarak şunları varsayacağız:
 1. Tamamen aynı marka ve modellerde çalışıyoruz ve yüksek bant genişliği uygulamalarını düşündüğümüz için 2x2 radyoyu değerlendireceğiz, yani 2x2 anten sistemine ihtiyacımız var (LF veya SA'den bağımsız olarak). Bu karşılaştırma için üst düzey bir Wi-Fi AP veya özel bir 4G radyo alıyoruz.
 2. Tartışılabilir olsa bile, 500 m'yi kapsamak için iki adet 2x2 MIMO antene ihtiyaç duyulduğunu varsayacağız (çift yönlü Spiral antenler kullanıldığında büyük olasılıkla bu olmayacaktır.)

Sızdırmalı Besleme Kurulumu:

Sızdırmalı Besleme 500m kapsama (4G veya WiFi)			
Aktif Wi-Fi/Radyo Lisans Dahil	€ 5.000,00	1	€ 5.000,00
Sızdırmalı Kablo (fiyat/m)	€ 17,50	1000	€ 17.500,00
Kablo Askı Kiti (Kit fiyatı / 50 cm'de bir kit)	€ 11,50	2000	€ 23.000,00
Diğer RF elemanları(Konnektör, ara kablo, askı)	€ 200,00	2	€ 400,00
Hidrolik Mobil Makas lift (Gün/maliyet)	€ 350,00	3	€ 1.050,00
Kablo makara aracı (gün/fiyat)	€ 200,00	3	€ 600,00
Teknisyen (2 kişilik takım maliyet/gün)	€ 400,00	3	€ 1.200,00
Genel Toplam			€ 48.750,00

Sarmal Anten Kurulumu:

Spiral Anten 500m kapsama (4G veya WiFi)			
Aktif Wi-Fi/Radyo Lisans Dahil	€ 5.000,00	2	€ 10.000,00
Anten Fiyatı (2x2)	€ 2.500,00	2	€ 5.000,00
Anten Braket	€ 600,00	2	€ 1.200,00
Hidrolik Mobil Makas lift (Gün/maliyet)	€ 350,00	1	€ 350,00
Teknisyen (2 kişilik takım maliyet/gün)	€ 400,00	1	€ 400,00
Genel Toplam			€ 16.950,00



Tablolar, yalnızca dağıtım maliyetlerinde basit matematik kullanarak, ama öğeler üzerinde oldukça doğru fiyatlandırma yaparak, 500 metrelik yüksek bant genişliğine sahip kablosuz ağ kapsama alanı sağlamanın, sarmal anten kurulumlarının sızdıran besleyici tabanlı kurulumlarından neredeyse üç kat daha ucuz olabileceğini gösteriyor.

Önleyici Bakım Maliyetleri

Sızdırmalı besleme sistemleri söz konusu olduğunda, birden fazla bileşenden ve dağıtılmış radyasyon düzeninden dolayı daha sık bakım gerekebilir. Bu da önleyici bakım için daha yüksek işçilik ve malzeme maliyetlerine yol açabilir. Öte yandan sarmal antenler daha basit tasarımları ve odaklanmış radyasyon desenleri nedeniyle genellikle daha az önleyici bakım gerektirir. Bu da daha düşük işçilik ve malzeme maliyetleri anlamına gelir. Ek olarak, sarmal anten tabanlı dağıtımlarda daha az arıza noktası bulunur; böylece hızlı değiştirme için stokta daha az yedek parça tutulması gerekir ve bu da yönetilmesi gereken daha az bakım/destek sözleşmesi olduğu anlamına gelir.

Onarımların Maliyeti

Sızdıran besleyici sistemleri söz konusu olduğunda, sistemin karmaşıklığı ve birden fazla bileşene zarar verme potansiyeli nedeniyle onarım maliyetleri daha yüksek olabilir. Sızıntı yapan besleyicilerin dağınık yapısı, arızanın lokalizasyonunu ve onarımını daha fazla zaman alıcı hale getirerek işçilik maliyetlerinin artmasına neden olabilir. Buna karşılık sarmal antenlerin onarımı, daha az bileşene ve daha basit bir tasarıma sahip olduğundan genellikle daha ucuzdur.

Sarmal antenlerde arıza lokalizasyonu ve onarımı genellikle daha hızlı ve kolaydır, bu da işçilik maliyetlerinin düşmesine yol açar. Ayrıca, kablunun bir kısmını duvardan koparan bir aracın veya makinenin çarpması nedeniyle hasar meydana gelirse, hem sızdırmalı besleme yapan besleyici hem de anten sistemleri, tünelin tüm bölümünde kapsama kaybı yaşayabilir.

Ancak [sarmal anten sistemi](#) çok daha hızlı bir şekilde yenilenebilir ve böylece toplam onarım maliyeti azalır.

Performans sorunları ortaya çıktığında, özellikle de performansın düşmesine neden olan sorunlar ortaya çıktığında, sızdırmalı besleyici sistemlerinde 'sorun gidermenin' tek yolu, arıza belirlemek için (arızaya olan mesafe/konum) bir TDR (Zaman Etki Alanı Reflektometresi) kullanımı da dahil olmak üzere bir Ağ Analizörü kullanarak 'sızdırmalı besleyicide' 'frekans taraması' yapmaktır.

Çoğu durumda tekrarlayıcılar arasındaki Kablo bölümünün tamamının değiştirilmesi gerekir. Bu da malzeme, işçilik (Test Ekipmanını çalıştıracak teknisyenler dahil) ve Tüneldeki aksama süresi açısından büyük bir maliyet demektir.

Sonuç

Sonuç olarak sarmal antenler, yer altı kablosuz iletişim kurulumlarında sızdırmalı besleyici sistemlere göre çok daha avantajlı bir çözüm sunmaktadır. Çözüm yalnızca sinyal kalitesi ve kapsama alanı açısından üstün performans sağlamakla kalmıyor, aynı zamanda çeşitli yönlerden önemli maliyet tasarrufları da sunuyor. Sarmal antenler, dağıtımdan önleyici bakım ve onarımlara kadar daha az zaman, iş gücü ve kaynak gerektirir. Ayrıca, daha basit tasarımları ve odaklanmış radyasyon modelleri, onları daha dayanıklı ve daha kolay yönetilebilir hale getirerek, daha az arıza noktası ve daha kısa arıza süresi sağlar.

Sarmal antenlerin maliyet verimliliği ve üstün performansı göz önüne alındığında, özellikle yüksek bant genişliğine sahip uygulamalarda yer altı kablosuz iletişim sistemleri için yadsınamaz bir şekilde ideal seçim oldukları açıktır. Ayrıca, MIMO tekniklerindeki en son gelişmeler (2x2 ve hatta 4x4), 'Sol Taraf' ve 'Sağ Taraf Polarize' Sarmal antenlerin kullanımıyla etkinleştirilir. Bu, MIMO sinyallerinin Tünel boyunca birbirleri ile ilişkisiz bir şekilde iletilmesini sağlayarak teknolojinin sunduğu yetenekleri arttırır. Bunun ekonomik etkisi ise daha güvenilir olması, halihazırda mevcut MIMO cihazlarına sadece ekstra ışınım elemanları eklenmesi ile elde edilecek daha yüksek veri hızları olarak özetlenebilir.

Kuruluşlar sarmal antenleri tercih ederek tüneller, madenler ve yeraltı tesisleri gibi kapalı veya karmaşık ortamlarda daha güvenilir, verimli ve uygun maliyetli kablosuz altyapıya ulaşabilirler.

Kaynak:

<https://pynting.tech/articles/product-news/helical-antennas-and-leaky-feeder-economic-benchmark-for-underground-high-bandwidth-applications/>



Yetkili VAD Distribütör

+90 212 358 5909

bilgi@baglan.com.tr www.baglan.com.tr

Türkçe tercüme BağLAN Ltd. 2025

