

05 - 06 Kasım 2025
Ankara

Kırsal Alanlarda Elektrik Dağıtım: Tek Telli Toprak Dönüşlü Elektrik Dağıtım Sisteminin Potansiyeli ve Sınırlamaları

Mehmet Gezer¹, Bora Albayrak², Buğra Şen³, Mustafa Çelikpençe⁴, Caner Özen⁵, Oğuz Kaan Atar⁶

^{1,2}Genetek Güç Enerji El.Sis.Öz.Eğ. ve Dan.Tic.Ltd.Şti, Güç Sistemleri

^{3,4}Dicle Elektrik Dağıtım A.Ş., Ar-Ge Merkezi

^{5,6}Yeşilirmak Elektrik Dağıtım A.Ş., Ar-Ge

0155

Özet

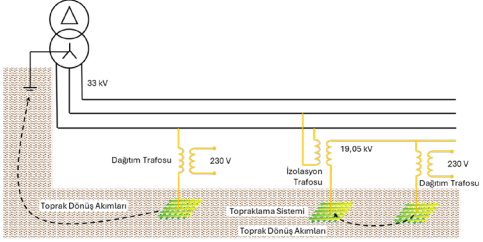
Tek Telli Toprak Dönüşlü Dağıtım (Single Wire Earth Return – SWER) sistemi, kırsal ve az yük yoğunluklu bölgelerde elektrifikasyonun maliyet etkinliğini artırmak amacıyla geliştirilmiş bir enerji dağıtım yöntemidir. Bu bildiri, SWER sisteminin tarihsel gelişimini, teknik sınırlamalarını ve üç fazlı enerji dağıtım sistemine karşılaştırmalı analizlerini içermektedir.

Yöntem

Bu bildiride, kırsal alanlarda elektrik dağıtımı için Tek Telli Toprak Dönüşlü (SWER) sisteminin potansiyeli ve sınırlamaları incelenmiştir. Çalışmada SWER sisteminin tarihsel gelişimi ve teknik sınırlamaları araştırılmış, geleneksel üç fazlı sistemle karşılaştırmalı analizler yapılmıştır. Farklı yük ve hat uzunluklarında SWER sisteminin performansı değerlendirilmiş, gerilim profili, enerji kayıpları ve kısa devre akımları analiz edilmiştir. Ayrıca topraklama sisteminin önemi ve farklı toprak türlerine göre gerekli boyutu hesaplanmıştır. Bu analizler için belirli bir beşbeke modeli kullanılarak simülasyonlar yapılmış ve çeşitli akademik kaynaklardan faydalanılmıştır.

Bulgular

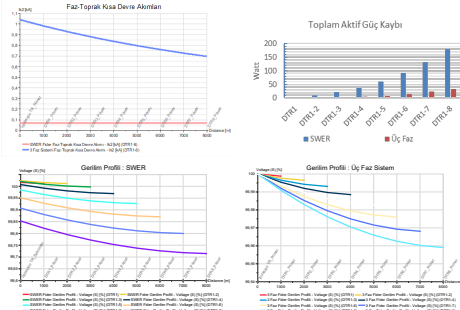
- SWER Sisteminin Avantajları:** Düşük altyapı maliyeti ve basit kurulum sayesinde kırsal alanlarda elektrifikasyon maliyetini etkin bir şekilde azaltmaktadır. Yeni Zelanda ve Avustralya'daki işletmeler, geleneksel üç fazlı sistemler yerine SWER hatları kullanarak yatırım maliyetlerinde %70'e varan tasarruf sağladıklarını ve bakım maliyetlerinin belirgin ölçüde azaldığını (yaklaşık yarı yarıya) belirtmektedir.



Şekil 2. İzolasyon trafolu ve doğrudan SWER sistemi

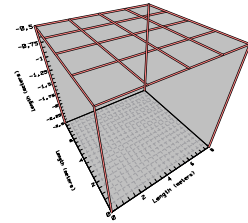
Sonuç

- SWER sistemi, kırsal elektrifikasyon için düşük maliyetli bir çözüm sunsa da, uzun vadeli sürdürülebilirlik, enerji verimliliği ve güvenlik açısından dikkatli bir değerlendirme gerektirir.
- Yüksek enerji kayıpları ve sınırlı kapasite, modern enerji hedefleriyle çelişmektedir.
- Güvenlik riskleri (adım ve temas gerilimleri) nedeniyle topraklama sistemlerinin doğru tasarımı ve denetimi kritik öneme sahiptir.
- Uygulanabilirlik kararı sadece başlangıç maliyetine göre değil, işletme maliyeti, güvenlik ve sürdürülebilirlik hedefleri çerçevesinde verilmelidir.



Şekil 1. Üç fazlı sistem SWER sistemi karşılaştırması

- SWER Sisteminin Dezavantajları:** Yüksek enerji kayıpları, gerilim regülasyonu sorunları, tehlikeli temas ve adım gerilimleri gibi güvenlik riskleri, dengesizlik ve düşük güvenilirlik gibi sorunlar oluşturmaktadır.



Şekil 3. Topraklama sistemi örneği

		19,05 kV'ta Yük Akımı		
		25 kVA (1.3 A)	50 kVA (2.6 A)	100 kVA (5.2 A)
Toprak öz direnci r_E (W.m)	20	1 m ² EPR=4.24 V	1 m ² EPR=8.48 V	4 m ² EPR=13.24 V
	200	25 m ² EPR=19.31 V	121 m ² EPR=19.68 V	529 m ² EPR=19,51 V

Tablo 1. Gerekli topraklama sistemi alanı