



Afyon Kocatepe Üniversitesi enerji dağıtım hattının optimizasyon yöntemleri ile tasarlanması

Designing Afyon Kocatepe University energy distribution line with optimization methods

Enes Yıldız^{1,*} , Fatih Onur Hocaoğlu² 

^{1,2} Afyon Kocatepe Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, 03204, Afyonkarahisar Türkiye

Öz

Elektrik enerjisi var olduğu sürece, dağıtım şebekeleri enerjinin dağıtılmasında önemli rol oynamaya devam edecektir. Gelişen ve kalkınan ülkelerde enerji talep miktarı arttıkça, enerjinin verimli kullanılmasının önemi de artmaktadır. Artan talep miktarlarıyla birlikte mevcut sistemlerin de genişletilmesi kaçınılmazdır. Bir enerji dağıtım şebekesi tasarlanırken; maksimum kalitede ve enerji aktarımının minimum maliyetlerle gerçekleştirilmesi hedeflenmelidir. Çalışmada Kocatepe Üniversitesi örnek alınarak dağıtım şebekelerinin gezgin satıcı problemine uyarlanması amaçlanmıştır. Analiz için kampüs bölgesinde belirlenen bir transformator bölgesinden kampüsün dağıtım hattı haritasının en kısa yol uzunluğu belirlenmiştir. Dağıtım hatlarının uzunluklarının optimal seviyelerde ayarlanması, şebeke üzerinde meydana gelecek olan teknik kayıplarında azaltılmasını; direk, iletken, vb. gibi elektriksel malzemelerin masraflarının azaltılmasını sağlayacaktır. Çalışmada gezgin satıcı problemine yeni bir bakış açısı getirilmiştir. Her fakülte birer şehir gibi kabul edilmiştir ancak, transformatörden çıkan fider sayısı birden fazla olabileceğinden dolayı gezgin satıcı problemi, amaç fonksiyonu gibi hususlara yenilik getirilmiştir. Çalışmada elde edilen yöntemin, tasarlanacak olan yeni dağıtım hatlarının planlamalarına referans olması hedeflenmiştir.

Anahtar kelimeler: Enerji dağıtım şebekeleri, Optimizasyon, Güç sistemleri, Gezgin satıcı problemi.

1 Giriş

Elektrik enerjisi bir ülke için hem ekonomik bakımdan hem sosyal gelişim açısından büyük önem arz etmektedir. Elektrik enerjisi sanayi, konutlar ve ticari işletmeler başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Teknolojik ve endüstriyel gelişmeler elektrik enerjisinin talep miktarını artırmış ve mevcut hatların genişletilmesini zorunlu hale getirmiştir. Gelişen ve büyüyen dünya üzerinde nüfus miktarlarının ve konut sayılarının artması da yeni enerji dağıtım hatlarının tasarlanmasını elzem hale getirmektedir. Ekonomik yük dağıtımın temeli enerji üretiminin ve iletiminin minimum maliyetlerde olmasına dayanmaktadır [1]. Literatürde, güç dağıtım problemlerinin ekonomik gerçekleştirilmesi amacıyla farklı yöntemler kullanılarak

Abstract

As the amount of energy demand increases in developing countries, the importance of efficient energy use also increases. While designing an energy distribution network, It should be aimed to achieve maximum quality and energy transfer with minimum costs. The study aims to adapt the distribution networks to the traveling salesman problem by taking Kocatepe University as an example. For the analysis, the shortest path length of the distribution line map of the campus was determined from a transformer. Thus, it is expected that technical losses will decrease. In the study, a new perspective has been brought to the traveling salesman problem. Even though each faculty has been accepted as a city, since the number of feeders coming out of the transformer can be more than one, innovations have been brought to the issues, such as the traveling salesman problem and the objective function.

Keywords: Energy distribution networks, Optimization, power systems, Traveling salesman problem.

çözüldüğü görülmüştür [2,3]. Optimal bir güç akışının gerçekleştirilebilmesi için güç sistemindeki kayıplar azaltılmalı, reaktif güç aygıtların sağlayacağı niteliklerde optimal değerlerin bulunması gerekmektedir [4]. Bir dağıtım hattında meydana gelen kayıpları azaltması için en başta şebekedeki elektriksel malzemelerin optimal değerlerde seçilmiş olması ve sorunsuz bir şekilde çalışması gerekmektedir. Bir dağıtım şebekesinde teknik kayıpların en fazla iletkenler üzerinde meydana geldiği düşünülürse, iletkenlerin değerlerinin doğru seçilmesinin yanı sıra en kısa yoldan abonelere ulaşması da oldukça önem arz etmektedir [5-8].

Dağıtım tesisleri maliyet bakımından ele alınacak olunursa; teknik kayıpların ve kayıp-kaçak oranının yüksek

* Sorumlu yazar / Corresponding author, e-posta / e-mail: enesyildiz@aku.edu.tr (E. Yıldız)

Geliş / Received: 16.09.2022 Kabul / Accepted: 18.01.2023 Yayınlanma / Published: 15.04.2023

doi: 10.28948/ngumuh.1176374

olmasından dolayı zaman zaman %20'e kadar uzanan bir kayıplar olduğu bilinmektedir. Literatürde kayıpların azaltılması amacıyla birçok çalışma mevcuttur [9,10].

Dağıtım sistemleri tüm dünyada farklı formlarda bulunsu bile enerji dağıtım hattı tasarlanırken, standartlara uygun malzemeleri kullanmanın yanı sıra, optimum yollardan dağıtımın gerçekleştirilmesi de önemli bir unsurdur. Özellikle çarpık kentleşmelerin sık görüldüğü bölgelerde, sanayi bölgelerinde ve üniversite kampüs bölgelerinde dağıtım şebekelerinin tasarımı daha da önemli hale gelmektedir. Abone sayısı ve çarpıklıkla arttıkça dağıtım hattının tasarlanması daha da zor olacaktır. Yeni tasarlanacak olan şebekeler için uygun bir transformatör bölgesi belirleyerek tasarıma başlanmalıdır. Mevcut şebekelerin genişletilmesi durumunda ise, verimlilik için genişletilecek olan bölgenin optimum uzunluklara sahip olması gerekmektedir.

Dağıtım şebekelerinin tasarlanması, özellikle akıllı şebekelerinde yaygınlaşacağı düşünüldüğünde, önemli bir hale gelmektedir. Revize edilecek veya yeniden tasarlanması istenilen bir şebekesinin en uygun uzunluk ile tasarlanması şebekede meydana gelecek teknik kayıpların önüne geçileceği gibi, şebekede kullanılacak malzemelerden de tasarruf sağlayacaktır. Bu çalışma, Afyon Kocatepe Üniversitesi merkez kampüsü referans alınarak, bir dağıtım hattının gezgin satıcı problemine benzetilerek betimlenmesi gerçekleştirilmiştir.

Bir dağıtım şebekesi tasarımı gezgin satıcı problemine (GSP) benzetilebilir. Her aboneye enerjinin, yalnızca bir defa gitmesi yönüyle dağıtım şebekesi ve GSP birbirleriyle benzerlik gösterilebilir. Çalışmada dağıtım şebekesinin tasarımı; gezgin satıcı problemine yeni bakış açılarının getirilmesiyle gerçekleştirilmiştir.

2 Materyal ve metot

Genel olarak optimizasyon problemi, bir sistemin maksimum veya minimum noktalarına ulaşmayı hedeflemektedir. Bir dağıtım şebekesinin optimizasyonu ise, tasarlanacak olan hat uzunluğunun en kısa mesafesinin bulunmasıdır. Gerçekleştirilen çalışmada tüm abonelere enerjinin en kısa mesafede götürülmesi hedeflenmiştir. Amaç fonksiyonu; tüm şebekenin iletken uzunluğu olarak kabul edilmiştir.

2.1 Tavlama benzetim algoritması

Tavlama benzetim algoritması (TBA) eniyileme problemi için tasarlanmış bir algoritmadır. Olasılıklar prensibine dayanır. En iyi çözümü en kısa sürede bulmayı hedefler [11,12]. Bir metalin soğutulma işlemi prensibine dayanmaktadır. Burada optimizasyonda belirleyici bir faktör olan kontrol parametresi ısının davranışına benzetilmiştir. [13]. Bu çalışmada optimizasyon tekniklerinden biri olan TBA yöntemi kullanılmıştır. Transformatörden çıkması muhtemelen olan kollar veya fider sayıları, şebekede meydana gelebilecek dal (kol) sayıları, olasılık prensiplerine dayanarak belirlenmiştir. Gezin satıcı problemindeki gibi algoritma gideceği aboneyi, olasılık prensibine göre seçmektedir.

TBA yönteminin kendine has özellikleri dağıtım şebekelerinin tasarlanmasında avantaj sağlayacağı

düşünülmektedir. Olasılık prensibine dayanarak kötü sonuçların da kabul edilebilmesi, algoritmanın yerel minimum noktalarında takılmanın önüne geçmektedir. Bir abonenin de ana hattan kopup, şebekede ayrı bir dal (kol) oluşturması kötü bir sonuç olabileceği gibi, meydana gelen yeni kolun büyümesi ileride daha iyi sonuçlarda ortaya çıkarabilmektedir. Bu nedenden dolayı TBA yönteminin yerel minimumlara takılmama yöntemiyle çalışmada gerçekleştirilen dağıtım şebekesinin tasarlanması yöntemi birbirine uyum göstermektedir. Bahsi geçen olasılık değeri **Denklem 1**'de gösterildiği gibidir.

$$P = e^{-\Delta E/T} \quad (1)$$

ΔE : Enerji değişim miktarı, T : Sıcaklık

2.1.1 Gezin satıcı problemi

Gezin satıcı problemi (GSP) temel mantığı bir seyyar satıcının, n farklı şehre ürünlerini satma prensibine dayanır. Satıcı bu n farklı şehre sadece bir kere uğramak koşuluyla en kısa yoldan gitmelidir ki maliyeti minimum seviyelerde olsun. Bu problem, seyyar satıcıdan ziyade, paketlerin yönlendirilmesi, bir şebekenin tasarlanması, lojistik planlamalar vb. gibi optimal uzunlukların bulunması gereken çalışmalarda da yaygın olarak kullanılmaktadır [14-19]. Gezin satıcı problemi optimal yol uzunluğunun belirlenmesinde başarılı bir yöntem gibi gözükse bile, döngü sayılarının veya şehir sayılarının artması durumunda çözüm zamanının da üssel olarak artması beklenen bir durumdur. Literatürde gezgin satıcı problem uygulamalarının geliştirilmesi, veriminin artması amacıyla birçok çalışma yapılmıştır [20,21].

Dağıtım şebekesinin tasarımı da benzer mantıktadır. Her aboneye enerjinin bir defa gitmesi yeterlidir. Dağıtım şebekesinin tasarımı bu yönüyle gezgin satıcı problemine benzerlik göstermektedir. GSP' de bir seyyarın her şehre birer defa uğraması demek, tasarlanan dağıtım şebekesinin her aboneye yalnızca bir defa uğramasıyla benzerlik göstermektedir. Böylece bir dağıtım şebekesi tasarımı yapılırken en kısa yol uzunlu hesaplanarak hem teknik kayıplarının önüne geçilecek hem de kullanılan malzeme sayısı azalacaktır. Böylece yeni bir dağıtım şebekesi kurulacağı zaman veya herhangi bir dağıtım projesi revize edilirken, şebeke için en uygun yollar GSP' de belirlenerek en kısa yol uzunluğuna sahip bir şekilde tasarlanabilecektir. Dağıtım şebekelerinin GSP ile farkı, GSP' de olduğu gibi şehirlere veya abonelere sırasıyla ulaşmaya gerek olmamasıdır. Bir havai hat dağıtım şebekesi branşman veya tevzi direkleri yardımıyla dallanabilir veya bir yerden birkaç farklı yere enerji dağıtım gerçekleştirilebilir. Bu sebeple bir dağıtım şebekesini tasarlarken GSP'de değişiklikler yapılması şebekenin daha sağlıklı tasarlanmasını sağlayacaktır. Gerçekleştirilen çalışmada GSP' ye yeni bir bakış açısı getirilerek enerjinin abonelere sırasıyla götürülmesi yerine, şebekede meydana gelebilecek kol ayrımları da dikkate alınmıştır. Çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesi kampüsünde 14 bina için gerçekleştirilmiştir. Afyon Kocatepe Üniversitesi'ne ait yerleşke planı **Şekil 1**'de gösterilmiştir [22].

3 Problemin tasarımı

Yapılan çalışmada Afyon Kocatepe Üniversitesi için, belirlenen bir transformator bölgesi için meydana gelecek senaryolar araştırılmıştır. Dağıtım hattı için en kısa yol bulunması hedeflenmiştir. Transformator bölgesinden beslenecek olan binalar; Rektörlük binası (1), Fen Edebiyat Fakültesi (3), Enstitü Binası (6), Kütüphane (7), İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi (9), Atatürk Kongre Merkezi (AKM) (11), Turizm Fakültesi (12), Kreş (14), Mühendislik Fakültesi (15), Yemekhane Binası (17), Veterinerlik Fakültesi (19), Teknoloji Fakültesi (Güzel Sanatlar Fakültesi) (25), Hukuk Fakültesi (30), Üniyurt Öğrenci Yurtları (40) olarak belirlenmiştir. Binaların birbirlerine ve belirlenen transformator bölgesine olan uzaklıkları Tablo 1’de verilmiştir.

Seçilen transformator bölgesi için gerçekleştirilecek olan tasarım, gezgin satıcı problemine benzetilmiştir. Amaç fonksiyonu olarak şebekedeki toplam iletken uzunluğu alınmıştır. Ancak ring şebekelerinin yapısı gereği gezgin satıcı problemine farklı bakış açıları getirilmiştir. 14 abone için transformatörden ayrılabilen 14 ayrı kol olasılık prensibine göre değerlendirilmiştir.

Şebeke içerisinde meydana gelebilecek olan dal (kol) sayıları da olasılık prensibine göre belirlenmiştir. Başlangıç çözümü

olarak tüm aboneler rasgele bir şekilde bir vektöre atanarak amaç fonksiyonu hesaplanmış ve gezgin satıcı problemindeki adımlar yeni bakış açılarıyla güncellenerek işletilmiştir. Transformatörden çıkması gereken kol (fider) sayısı ve şebekede meydana gelebilecek olan dallanmalar olasılık prensibine dayanarak hesaplanmıştır.

3.1 Uygulanan yöntemin avantajları

Ring şebekeleri tasarlarken, şebeke uzunluklarının hangi yol seçilirse daha kısa olacağını el ile hesaplamak bazı durumlarda neredeyse imkansızdır. Özellikle abonelerin birbirlerine yakın olduğu çarpık bölgelerde toplam hat uzunluğunun minimum olabilmesi için; şebekedeki dal sayısının kaç olması gerektiğini veya şebekelerin hangi noktalardan dallara ayrılması gerektiğini tahmin etmek zordur. 14 adet abone ile işletilen algoritmada dahi binlerce olasılığın olduğunu göz önüne aldığımızda, kalabalık bölgelerde durumun ne kadar zor olduğu anlaşılacaktır. Gerçekleştirilen çalışmada abone sayısı kaç olursa olsun, yöntem şebeke için en kısa yol için transformatörden ayrılması gereken ana kol sayısını ve ana kollardaki dal sayısını hesaplayarak, optimum mesafeyi hesaplayabilmektedir.



Şekil 1. Afyon Kocatepe Üniversitesi yerleşke planı

Tablo 1. Binaların birbirlerine olan uzaklıkları (m)

| Bina Numarası & Uzaklıklar (Metre) | 3 | 1 | 11 | 15 | 19 | 25 | 30 | 7 | 9 | 12 | 17 | 14 | 6 | 40 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 3 | 0 | 285 | 656 | 940 | 1210 | 1680 | 1970 | 372 | 481 | 627 | 784 | 766 | 315 | 452 |
| 1 | 285 | 0 | 424 | 720 | 970 | 1460 | 1730 | 252 | 270 | 420 | 527 | 550 | 91 | 737 |
| 11 | 656 | 424 | 0 | 296 | 552 | 1030 | 1310 | 330 | 193 | 147 | 145 | 176 | 345 | 1070 |
| 15 | 940 | 720 | 296 | 0 | 271 | 735 | 1020 | 588 | 464 | 332 | 232 | 197 | 638 | 1330 |
| 19 | 1210 | 970 | 552 | 271 | 0 | 493 | 770 | 860 | 733 | 607 | 441 | 472 | 895 | 1610 |
| 25 | 1680 | 1460 | 1030 | 735 | 493 | 0 | 347 | 1260 | 1140 | 1000 | 880 | 860 | 1320 | 2000 |
| 30 | 1970 | 1730 | 1310 | 1020 | 770 | 347 | 0 | 1610 | 1490 | 1650 | 1210 | 1210 | 1660 | 2340 |
| 7 | 372 | 252 | 330 | 588 | 860 | 1260 | 1610 | 0 | 137 | 262 | 481 | 402 | 144 | 740 |
| 9 | 481 | 270 | 193 | 464 | 733 | 1140 | 1490 | 137 | 0 | 156 | 343 | 282 | 184 | 876 |
| 12 | 627 | 420 | 147 | 332 | 607 | 1000 | 1650 | 262 | 156 | 0 | 285 | 142 | 340 | 990 |
| 17 | 784 | 527 | 145 | 232 | 441 | 880 | 1210 | 481 | 343 | 285 | 0 | 232 | 470 | 1220 |
| 14 | 766 | 550 | 176 | 197 | 472 | 860 | 1210 | 402 | 282 | 142 | 232 | 0 | 468 | 1140 |
| 6 | 315 | 91 | 345 | 638 | 895 | 1320 | 1660 | 144 | 184 | 340 | 470 | 468 | 0 | 741 |
| 40 | 452 | 737 | 1070 | 1330 | 1610 | 2000 | 2340 | 740 | 876 | 990 | 1220 | 1140 | 741 | 0 |

En kısa yol uzunluğu demek; elektriksel anlamda iletkenler üzerinde meydana gelecek kayıpları azaltılması; aynı zamanda da direk, direk montajları, izolatör vb. gibi malzeme masraflarının ve işçi masraflarının da azaltılması anlamına gelmektedir. Yeni kurulan veya genişletilmesi gereken mevcut hatların bu yöntemlerle tasarlanması şebekelerin maliyeti bakımından olumlu etki göstermesi hedeflenmektedir.

4 Araştırma bulguları

Yapılan çalışmada el ile hesaplanması uğraştırıcı olan en uygun yol, algoritma yardımıyla bulunmuştur. Gezgün satıcı problemine getirilen yeni bakış açısı yol uzunluğun minimum seviyelere inmesine yardımcı olmuştur. Eğer gezgin satıcı problemi aslı gibi kullanılsaydı; transformatörden yalnızca tek bir ana kol ile enerji dağıtımı gerçekleşecek ve şebekede dallanmalar meydana gelmeyecekti. Transformatörden çıkan tek bir ana kolun tüm aboneleri sırayla beslemesi durumunda; şebekede amaç fonksiyonu olan toplam hat uzunluğu 3407 metre olarak hesaplanmıştır. Meydana gelen çözüm kümesi ise, transformatörden çıkacak olan hat sırasıyla; 40-3-1-6-7-9-12-11-17-14-4-19-26-30 numaralı abonelere gittiği tespit edilmiştir. Bu durum düz bir şebeke için kullanılabilir olsa da, dallanmış şebekeler için yanıtıcı sonuçlar verebilmektedir. Bir dağıtım şebekesinin kendine has durumları da göz önüne alınarak algoritma güncellenmiştir.

Algoritmaya transformatör kolunun eklenebilmesi olasılıkları da ilave edilince amaç fonksiyonunun minimum noktalara yaklaştığı görülmektedir. Yeni çözüm kümesi; 3-1-6-7-9-12-11-17-14-4-19-26-30-99-40 şeklinde gerçekleşmiştir. Transformatörden yeni çıkan ana kollar algoritmaya; 99 numaralı vektör elemanı olarak çözüm vektörüne abonelerden farklı olacak şekilde eklenmiştir. 99 numaralı

vektör elemanı, transformatörü (transformatörden çıkan yeni hattı) temsil etmektedir. Yeni elde edilen çözüm kümesi incelendiğinde ise yeni transformatör kollarının olduğu (99 numaralı vektör elemanı) görülmektedir. Yeni elde edilen çözüm vektörünün 14. elemanı olan 99 numaralı elemanı, transformatörden çıkan ayrı bir kolu temsil etmektedir. Çözüm vektörü incelendiğinde 99 numaralı vektör elemanından öncesi transformatörden çıkan bir hattı, 99 numarasından sonraki elemanlar ise transformatörden çıkan bir başka hattın olduğunu göstermektedir. Bu çözüm vektöründe 2 transformatör kolunun olduğu görülmektedir. İkinci transformatör kolu ise yalnızca 40 numaralı aboneyi kapsamaktadır. Bu şebeke için en iyi tasarım transformatörden iki kol ayrılması durumunda meydana gelmektedir. Transformatörden çıkabilecek ayrı kol sayısı algoritma için abone sayısıyla sınırlandırılmıştır. Ancak transformatörden çıkan ayrı kollarla tam çözüm kümesini oluşturmamaktadır. Elektrik dağıtım şebekelerinin özellikleri göz önüne alındığında, şebekede meydana gelebilecek dallanmalar, enerjiyi daha kısa yoldan iletilmesini sağlayacaktır.

Algoritmaya yeni bakış açısı daha getirilip şebekede meydana gelebilecek dallanmalar da ilave edildiği zaman, amaç fonksiyonunun azaldığı görülmektedir. Öncelikle ana şebekeden ayrılacak aboneler bir olasılık prensibine göre belirlendikten sonra dallanmanın gerçekleşeceği nokta belirlenmiştir. Meydana gelen çözüm vektörü; 3-1-6-7-9-12-14-4-19-26-30-99-40 şeklinde olmuş, 11 numaralı ve 17 numaralı aboneler ana şebekeden ayrılarak 14 numaralı aboneye ayrı bir koldan bağlanmıştır. İkinci amaç vektörü 14-11-17 şeklinde olmuştur. Sonuç olarak algoritmanın hesaplamış olduğu amaç fonksiyonu 3087 metre bulunmuştur ve Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Üniversiteye ait algoritma sonucunda meydana gelen dağıtım şeması

Algoritmaya; elektrik şebekelerinin kendine has özellikleri de ilave edildiğinde minimum noktaya daha çok yaklaştığı görülmektedir.

Çalışması yapılan şebeke eğer bir havai hat şebekesiye, bu durumda ciddi anlamda direk ve direk üzerinde kullan malzeme maliyetlerinden de tasarruf edilecektir. Eğer bu çalışma bir havai hat projesi olsaydı, GSP'nin direk uygulanmasıyla ve elektriksel özelliklerinin eklenip uygulanması arasında yaklaşık 6 adet direk tasarrufu gerçekleşirdi. Çarpık kentleşmelerin yaygın olduğu daha büyük bölgelerde kazancın daha çok olacağı öngörülebilir.

Yeraltında kullanılan iletkenler abonelerin talep güçlerine göre değişiklik gösterebilir. Üniversitelerin mühendislik, teknoloji fakülteleri gibi laboratuvarlarındaki büyük güçteki ekipmanlar göz önüne alındığında yüksek güç çekmeleri beklenmektedir. Ancak diğer fakültelerde bu durum söz konusu değildir. Bu çalışmanın genel amacı, dağıtım şebekelerinin en kısa yoldan abonelere ulaşmasını sağlamaktır. Ortalama bir kazanç hesabı yapılacak olursa, ortalama bir iletken seçilerek durum açıklanabilir. Tüm abonelere giden iletkenlerin ortalama kesitlerinin 70 mm² olabileceği düşünüldüğünde ortalama kazanç miktarı ortaya çıkacaktır. İletkenlere ait yaklaşık fiyatlar Tablo 2'de gösterilmiştir. Piyasadan piyasaya fiyatlar değişiklik gösterdiğinden dolayı fiyatlar ortalama olarak alınmıştır.

Tablo 2. İletkenlere ait yaklaşık birim fiyat tablosu

| İletken Adı | Yaklaşık Fiyat (Metre Fiyatı) |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 3*50 mm ² NYY Kablo | 340.00 ₺ |
| 3*70 mm ² NYY Kablo | 480.00 ₺ |
| 3*120 mm ² NYY Kablo | 770.00 ₺ |

Ortalama 70 mm² kesitli yeraltı kablolarının kullanılması durumunda dağıtım şebekesinde 153.600.00 ₺ civarında maliyetlerin azaldığı görülmektedir. Kablo kesitlerinin artması durumunda meydana gelecek kazançlarında arttığı görülmektedir.

5 Sonuçlar

Mevcut algoritmalar, dağıtım şebekelerine uyarlanarak algoritmalara yeni bakış açıları getirilmiştir. Şebeke tasarımının gezgin satıcı problemiyle benzerliklerinden faydalanılarak, bir şebekenin minimum maliyetle tasarımı gerçekleştirilmiştir. El ile hesaplanması mümkün olmayan ring şebekeler için bu çalışmanın referans olması hedeflenmektedir.

Dağıtım şebekesinin doğru tasarlanması sayesinde; şebekede meydana gelecek gerilim düşümü azalır, güç transfer kapasitesi artar, güç kayıpları azalır, daha düşük kesitte kablolarla iletimin gerçekleşmesi sağlanır dolayısıyla daha düşük kesitlerde kablo kullanılacağı için kullanılan kablo maliyetleri de azalacaktır. Tablo 3'te GSP'nin revize edilme durumlarına göre ortaya çıkan sonuçlar verilmiştir.

Tablo 3. GSP'nin revize durumlarına göre hat uzunlukları

| GSP | Toplam Hat Uzunluğu (m) |
|---------|-------------------------|
| GSP-I | 3407 |
| GSP-II | 3204 |
| GSP-III | 3087 |

Gerçekleştirilen GSP MATLAB programında abonelerin birbirlerine uzaklıkları temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi yalnızca 14 adet aboneye sahip bir dağıtım şebekesi yaklaşık 320 metre daha kısa uzunluklarla tasarlanabilmektedir. Çalışmanın özellikle kalabalık, çarpık kentleşme bölgelerinde, kentsel dönüşüm bölgelerinde, yeni kurulması planlanan bölgelerde veya genişletilmesi planlanan bölgelerde büyük kazanç sağlayacağı düşünülmektedir.

Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Benzerlik oranı (iThenticate): %8

Kaynaklar

- [1] S. Asgarpoor and S.K. Panarelli, Expected cost penalty due to deviation from economic dispatch for interconnected power systems. IEEE Transactions on Power Systems, 10(1), 441-447, 1995. <https://doi.org/10.1109/59.373969>.
- [2] B.H. Chowdhury and S. Rahman, A review of recent advances in economic dispatch, IEEE Trans. On Power Systems, 5,(4), 1248-1259, 1990. <https://doi.org/10.1109/59.99376>.
- [3] O. Alsac and B. Stott, Optimal Load flow with Steady State Security, IEEE Transactions, PAS-93, 745-751, 1974. <https://doi.org/10.1109/TPAS.1974.293972>.
- [4] E. Yıldız ve N. Çetinkaya, The Proposed Forecasting Algorithm in Power Systems for Separating of Losses and Illegal Consumptions. Third International Symposium on Industrial Design & Engineering 2018 (ISIDE), Antalya, Türkiye. 22-24 Kasım 2018.
- [5] Ş. Sargın, Üretimden Tüketime Elektrik Enerjisi Sistemlerinde Meydana Gelen Kayıplar ve Giderilmesine Yönelik Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2006.
- [6] S. Emiroğlu, Dağıtık Üretimli Elektrik Enerji Sistemlerinde Gerilim Azaltım Yöntemi İle Enerji optimizasyonu. Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2017.
- [7] E. Yıldız, Güç Sistemlerinde Kayıplar Ve Kaçakların Birbirinden Ayrılması İçin Önerilen Tahmin Algoritması. Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2021.
- [8] M. Artar, ve A. Daloğlu, Çelik sistemlerin genetik algoritma ile dinamik sınırlayıcı optimizasyonu. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 3(1), 9-24, 2016. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.239374>.
- [9] V. Yılmaz, M. Büyükyıldız, ve Ö. K. Baykan, Optimization of water distribution networks using artificial bee colony algorithm. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(1), 377-392, 2020. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.568917>.
- [10] M. A. Aytekin ve T. E. Kalaycı, Genetik Algoritmalarla Çözümünde Yeni Bir Yaklaşım, Akademik Bilişim'10-XII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, Muğla, 10-12, Türkiye, 2010.
- [11] H. Çerçioğlu., U. Özcan, H. Gökçen ve B. Toklu, Paralel montaj hattı dengeleme problemleri için bir tavlama benzetimi yaklaşımı. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 24(2), 331-341, 2009.
- [12] R. Şahin, Dinamik tesis düzenleme problemi için bir tavlama benzetimi sezgiseli. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23 (4), 2018. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gazimmfd/issue/6678/88549>
- [13] N. S. Kumbharana, G. M. Pandey and A. Comparative, Study of ACO, GA and SA for Solving Travelling Salesman Problem. International Journal of Societal Applications of Computer Science, 2(2), February 2013.
- [14] K. Karagül ve G. Gündüz, A novel heuristic for the traveling salesman problem: maxS. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 24(71), 665-677, 2022. <https://doi.org/10.21205/deufmd.2022247129>.
- [15] A. Y. Kayman, Gezgin satıcı probleminin çözümünde parçacık sürü optimizasyonu algoritması performansının bulanık c-ortalamalar yöntemi ile iyileştirilmesi. Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2015.
- [16] E. Kuang, 2012. A 2-opt-based Heuristic for the Hierarchical Traveling Salesman Problem. <http://honors.cs.umd.edu/reports/kuang.pdf>, Accessed 18 February 2019.
- [17] S. Kılıç, İ. Kacar, F. Öztürk ve S. Toros, Effects of different optimization methods on the predictions of yld2000 yield criterion coefficients. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8 (1), 447-463, 2019. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.517160>.
- [18] S. Gönüloğlu, Gezgin satıcı problemi için veri madenciliğitabanlı sezgisel bir yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2009.
- [19] C. Nilson, Heuristic Algorithms For Travelling Salesman Problem, Linköping University. <https://medium.com/opex-analytics/heuristic-algorithms-for-the-traveling-salesman-problem-6a53d8143584> Accessed 05 April 2022
- [20] S. Kuzu, O. Öney, U. Şen, M. Tunçer, B. F. Yıldırım ve T. Kesintürk, Gezgin satıcı problemlerinin metasezgiseller ile çözümü. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 43(1), 1-27, 2014.
- [21] B. Lin, X. Sun and S. Salous, Solving Travelling Salesman Problem with an Improved Hybrid Genetic Algorithm. Journal of Computer and Communications, 4(15), 2016, <https://doi.org/10.4236/jcc.2016.415009>.
- [22] Kocatepe Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı, <https://yapiisleri.aku.edu.tr/2016/02/09/ah-met-necdet-sezer-kampusu/> Accessed 10 July 2022.

