

ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKESİNDE GERİLİM ÇÖKMELERİNE İLİŞKİN SEBEPLER VE AZALTILMASI YÖNÜNDE UYGULAMALAR: DİYARBAKIR F24 YOLBOYU ALATOSUN ÖRNEĞİ

Mizgin Zümrüt Marşil¹, Yurdagül Benteşen Yakut²

Özet

Günümüz teknolojisinde elektrik enerjisinin sürekli, kesintisiz ve dengeli olması gibi parametreler enerjiye olan ihtiyacın artması ile daha fazla önem arz etmektedir. Enerjiye olan ihtiyaç karşılandığında ise enerjinin kalitesi, mevzuatlar ve standartlar dikkate alınır. Elektrik enerji sisteminde en önemli güç kalite parametrelerinden bir tanesi gerilim çökmesidir. Gerilim çökmesi, şebekede tanımlı nominal işletme geriliminin çeşitli güç kalitesi standartlarının öngördüğü sınır değer altına anlık olarak düşmesidir. Türkiye’de EPDK tarafından yayınlanan Teknik Kalite Usul Esasları ve TS EN 50160 standardı ile gerilim çökmesi sınır değerleri belirlenmiştir. Gerilim çökmesi, işletme geriliminin %1-%90’ı arasında 10 ms – 1 dakika süreyle anlık olarak düşmesi olarak tanımlanmaktadır. Gerilim çökmesi şebekede dalgalanmalara ve bazı hassas cihazların arızalanmasına sebep olabildiği gibi şebekedeki zayıf noktalarda yeni arıza oluşumlarına sebep olabilir. Bu bildiride, Dicle Elektrik Dağıtım Bölgesi sınırları içerisinde olan Diyarbakır 4 TM, TRC barasında bulunan F24 Yolboyu Alatosun mevkiindeki gerilim çökmeleri incelenmiştir. 2022 yılı içinde kayda alınan gerilim çökmeleri ile ilişkili veriler incelenmiş olup, kapsamında; gerilim etkin değeri, gerilim dengesizliği, gerilim çökmeleri, gerilim harmonikleri, toplam harmonik bozulma parametreleri yer almaktadır. Aynı zamanda enterkonnekte şebekenin durumuna göre gerilim düşümü hesapları yapılmıştır. Verilerin analizi ile birlikte literatürde gerilim çökmelerine ilişkin çözümler incelenmiş ve Diyarbakır’da belirlenen mevkiindeki gerilim çökmelerinin azaltılmasına ilişkin önlenmelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. 2023 yılı içerisinde ilgili bölgede, gerilim çökmelerinin azaltılması konusunda nasıl iyileştirmeler yapılabileceği öngörülmüş ve uygulama çalışmaları ile gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, 32 adet direk tipi TR, 15 adet AG hat, 16 adet bina, 61 adet direk ve 13 adet AG direk bakımı yapıldı. Yapılan bakım çalışmasında, KÖK binalarda akım ve gerilim trafo testleri ve bakımı, kesici kontak geçiş direnci testleri ve genel bina temizliği işleri tamamlanmıştır. Uygulama sonunda 2023 yılı içerisinde tekrar ilgili bölgede ölçümler yapılmış ve yapılan bakım onarım çalışmaları sonucunda gerilim çökmelerinin sayısında azalmalar olduğu görülmüştür. Dağıtım şebekesinin teknik anlamda kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biri olan gerilim çökmesi parametresinin, şebekede oluşan arıza sayısı ile orantılı olduğu, bu durumun azalması için bakım onarım çalışmalarının yapılması gerektiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gerilim Çökmesi, Enerji Kalitesi, EN 50160, Teknik Bakım Onarım

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mizgin.Zumrut@dedas.com.tr,
ORCID: 0009-0006-8545-7094

² Dr.Öğr.Üyesi, Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Müh. Bölümü, bentesen@dicle.edu.tr,
ORCID: 3000-0303-3236-213X

REASONS FOR VOLTAGE SAG IN THE ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK AND APPLICATIONS TO REDUCATE: DIYARBAKIR F24 YOLBOYU ALATOSUN EXAMPLE

ABSTRACT

The increasing need for energy in today's technologies has made factors like the constant, uninterrupted, and consistent availability of electrical energy more crucial. When the need for energy is met, the quality of energy, regulations and standards are taken into account. One of the most important power quality parameters in an electrical energy system is voltage sag. Voltage sag is the instantaneous drop of the defined nominal operating voltage in the network under the limit value foreseen by various power quality standards. The Technical Quality Procedural Principles published by the EPDK in Turkey and the TS EN 50160 standard have determined the voltage collapse limit values. Voltage Declaration is defined as an instantaneous drop between 1% and 90% of the operating voltage for 10 ms - 1 minute. A voltage sag can cause fluctuations in the network and failure on some sensitive devices, as well as cause new failures on weak points in the network. In this paper, the voltage sag at the F24 Yolboyu Alatosun location located at the Diyarbakır 4 TM, TRC busbar, which is within the boundaries of the Dicle Electricity Distribution Region, were examined. the data related to the voltage sags recorded in 2022 have been examined and the scope includes; voltage effective value, voltage unbalance, voltage dips, voltage harmonics, total harmonic distortion parameters. At the same time, voltage drop calculations were made according to the state of the network on the enterconnect. In conjunction with the data analysis, solutions pertaining to voltage collapses were reviewed in the literature with the goal of identifying the safety measures associated with lowering voltage collapses at the specified Diyarbakır location. Projections and implementation studies regarding how to enhance the reduction of voltage crashes in the area by 2023. In this context, 32 pole type TR, 15 LV lines, 16 buildings, 61 poles and 13 LV poles were maintained. During the maintenance work, current and voltage transformer tests and maintenance, circuit breaker contact transition resistance tests and general building cleaning works were completed in measurement buildings with circuit breaker. Following the application's conclusion, measurements were taken in the pertinent area once more in 2023. As a result of the maintenance and repair work completed, it was noted that the frequency of voltage failures had decreased. It has been determined that the voltage failure parameter, which is one of the most important factors determining the technical quality of the distribution network, is proportional to the number of failures occurring in the network, and maintenance and repair works should be carried out to reduce this situation.

Key Words: Voltage Failure, Energy Quality, EN 50160, Technical Maintenance and Repair

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte elektrik enerjisi kullanımı ciddi oranda artış göstermektedir. Elektrik dağıtım şirketleri tarafından kullanıcılara sunulacak elektrik enerjisinin kesintisiz, kayıpsız ve kaliteli olması beklenmektedir. EPDK'dan "Elektrik Piyasasında Dağıtım ve Perakende Satış Faaliyetlerine İlişkin Kalite Yönetmeliği" kapsamında yayınlanmış olan "Elektrik Dağıtım Sisteminin Teknik Kalitesine İlişkin Usul ve Esaslar" ile elektrik enerjisinin teknik anlamda kalitesinin sınırları EN 50160 standardı referans alınarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada EN50160 standardında kalite parametrelerinden biri olan gerilim çökmelerinin şebekede oluşumları incelenecektir. Dicle Elektrik Dağıtım A.Ş. sorumluluk alanında ölçüm yapmakta olan cihazların verileri kullanılacaktır. Ölçüm sonuçları ele alınarak önceden alınabilecek önlemler ile çözüm için yapılması gereken çalışmalar araştırılacaktır.

Türkiye'de elektrik enerjisinin kalitesi mevzuatlarla tanımlanmıştır. Elektrik Piyasasında Dağıtım ve Perakende Satış Faaliyetlerine İlişkin Kalite Yönetmeliği kullanıcılara sunulacak elektrik enerjisinin kalitesini güvence altına almaktadır.

Yönetmeliğin 25. Maddesi kapsamında tanımlanan Usul ve Esaslar Elektrik Dağıtım Sisteminin Teknik Kalitesine İlişkin Usul ve Esaslar olarak yayımlanmıştır. Bu esaslar Türkiye'de Elektrik Dağıtım Şebekelerinin teknik kalite gerekliliklerini, Dağıtım Şirketi'nin sorumluluklarını ve kullanıcıların haklarını belirler.

Avrupa'da da güç kalitesi EN50160 standardı ile güvence altına alınmış olup Türkiye'de de kalite bu standartta tanımlı normlar ile belirlenmektedir.

TS EN 50160: Genel elektrik şebekeleri tarafından sağlanan elektriğin gerilim karakteristikleri

Standartta OG dağıtım şebekelerinde enerjinin kalitesini belirleyen unsurlar gerilim parametreleri olarak tanımlanmış olup, Türkiye'de ölçülmesi ve raporlanması zorunlu parametreler aşağıda listelenmiştir.

- Gerilimin Etkin Değer Değişimi
- Gerilim Dengesizliği
- Gerilim Çökmesi
- Toplam Harmonik Bozulma (İndikatif olarak izlenmektedir.)
- Harmonik Gerilimler (İndikatif olarak izlenmektedir.)
- Fliker (İndikatif olarak izlenmektedir.)

EN50160'a göre gerilim çökmesi, tanımlanmış gerilim (U_c)'in %1'i ile %90'ı arasına ani düşüşü ve kısa bir süre sonra eski haline dönmesi olarak tanımlanmıştır. Geleneksel olarak gerilim çökmesinin süresi 10 ms ile 1dk arasındadır. Gerilim çökmesinin derinliği gerilim çökmesi süresince gerilimin etkin değeri ile U_c arasındaki orandır. U_c 'nin %90'ının altına düşmeyen gerilim değişimleri gerilim çökmesi olarak adlandırılmaz.

Gerilim çökmeleri genelde şebeke kullanıcılarının kurulumlarında veya genel dağıtım şebekesinde oluşan arızalardan kaynaklanmaktadır.

Normal işletme koşullarında bir yılda oluşması beklenen çökme sayısı 10'lu rakamlardan 1000'e kadar olabilir. Gerilim çökmelerinin büyük çoğunluğunun süresi 1 saniyeden kısa ve derinliği %40'tan azdır. Fakat daha büyük genlik ve daha uzun süreli gerilim çökmeleri de nadiren oluşabilir.

Bazı bölgelerde şebeke kullanıcılarını yüklerinin anahtarlaması sonucu %10-%15 genlikli gerilim çökmeleri sıklıkla oluşabilir. [1]

Türkiye’de EN50160 standardından farklı olarak gerilim çökmesi ölçülen gerilimin nominal gerilimin %5’i ile %90’ı arasına 10 ms ile 1 dakika süreyle ani düşüşü olarak tanımlanmaktadır [2].

Amerika’da IEEE-Std-125-1995 standardına göre gerilim çökmesi; gerilimin referans değerinin %10-%90 aralığına 0,5 periyod ile 1 dakika aralığına ani düşüşü olarak formülize edilmiştir. Çin’de ise 10 Mayıs 2014’te bu yana milli standart GB/T30137-2013 ‘Gerilim çökmesi ve geçici güç kalitesi kesintisi’ uygulanmaya başlanmıştır. Standart gerilim çökmesinin tanımını, önerilen indikatörleri ve izleme gerekliliklerini belirlemektedir. Standartta göre gerilim çökmesi; gerilimin etkin değerinin aniden %10-%90 aralığına ani düşüşü ve 10ms-1 dakika arası bir sürede tekrar normal değerine dönmesi durumu olarak tanımlanmıştır. [3]

Gerilim çökmesi kullanıcılar açısından çeşitli sonuçlara yol açabilir. Ayarlanabilir hız sürücüler, kontrol cihazları ve bilgisayar gibi hassas cihazlar üzerindeki olumsuz etkisi sebebiyle gerilim çökmesi önemli bir alan haline gelmiştir. Çalışma geriliminin etkin değeri %90’ın altında iki periyottan uzun süre kalırsa bu tip cihazlar zarar görebilir.[4]

Endüstriyel tesisler için de elektrik enerjisinin kaliteli olması büyük önem arz etmektedir. Bir endüstriyel tesisin sağlıklı işletilebilmesi için gerilim çökmesi parametresinin sıkı takibi gereklidir. [5]

Gerilim çökmesinin farklı yollarını anlamak için öncelikle soruna yola açan sebeplerin anlaşılması gerekmektedir. Birçok gerilim düşmesinin nedeni, söz konusu endüstriyel tesiste veya şebekede meydana gelen kısa devre arızalarıdır. Çok sıklıkla gerçekleşme de büyük motorların kalkışları da gerilim çökmesine yol açmaktadır. Kısa devre arızaları arıza noktasında gerilimin neredeyse sıfıra düşmesine sebep olmaktadır. Bu sıfır gerilim daha sonra güç sistemi ile ekipman arasında belirli bir büyüklük ve süreye sahip bir olaya dönüşmektedir.[6]

2. METOD

Gerilim çökmesi birçok araştırmacı tarafından güç sistemlerinde en fazla görülen olay olarak tanımlanmaktadır. Modern endüstriyel kuruluşların otomasyon seviyeleri gün geçtikçe artmaktadır. CPU, mikroelektronik, güç elektroniği, dijital ve veri teknolojileri ile yüksek teknolojiye hassas cihazların çekirdekleri gerilim çökmesine aşırı duyarlıdır [7].

Elektrik Dağıtım Şebekesi’nde en sık görülen problem “Gerilim Çökmesi”dir. Gerilim çökmesinin ana kaynağı şebekede oluşan arızalardır. Bu bağlamda öncelikle şebekede ölçüm yapan cihazlardan alınan veriler incelenerek sonuçları değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada ilk olarak gerilim çökmesi parametresine ilişkin literatür incelemesi yapılmıştır. Akabinde Dicle Elektrik Dağıtım A.Ş. tarafından ölçüm yapmakta olan bir cihazdan ölçüm sonuçları alınmıştır. Mevcut veriler değerlendirilerek problem analiz edilmiştir. Analiz sonucunda verileri incelenen nokta için bir çözüm önerisi sunulmuştur.

2.1. Kullanılan Cihaz ve Ölçüm Sonuçlarının Alınması

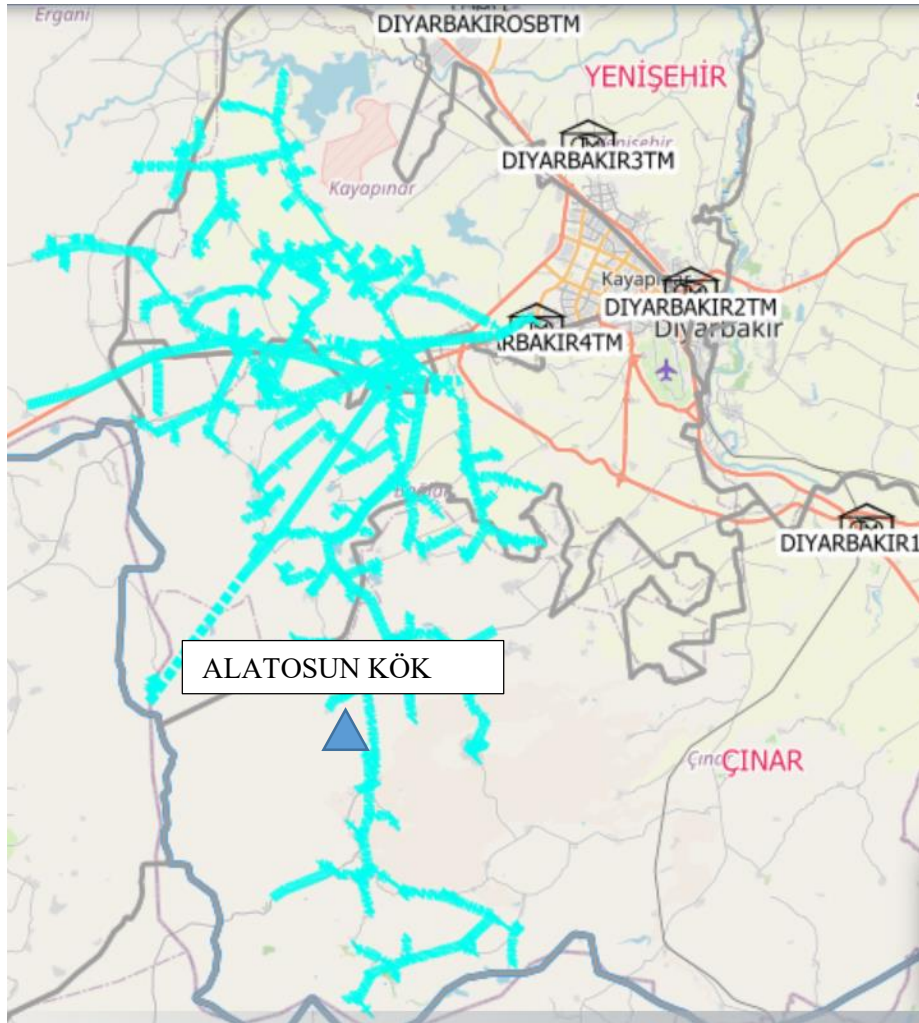
Bu çalışmada kullanılmış olan ölçüm sonuçları SCHNEIDER ELECTRIC markalı ION7650 model cihazdan alınan veriler ile sağlanmıştır. Bu veriler Dağıtım Şirketi’nin kullanmakta olduğu web arayüzünden alınmıştır. Web arayüzü rapor sonuçlarının EN50160’a göre değerlendirilmiş halini sunmakta aynı zamanda ilgili döneme ait ham verilere ulaşılmasına olanak sağlamaktadır.

EN50160'a göre kalite parametreleri haftalık olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'de gerilim çökmesi şebekede tanımlanmış gerilimin genliğinin %90'ı ile %5'i arasında 10 ms ile 1 dakika süre aralığında ölçülmesi sonucu kaydedilmektedir. Standartta çökme sayısı sınırlandırılmamış olmakla beraber EPDK tarafından sağlanan regülasyonlar bir cihazın bir haftalık ölçüm periyodu boyunca 35 adetten fazla çökme kaydetmesi durumunda ölçüm yapılan noktada kalitenin sağlanmadığı sonucunu vermektedir.

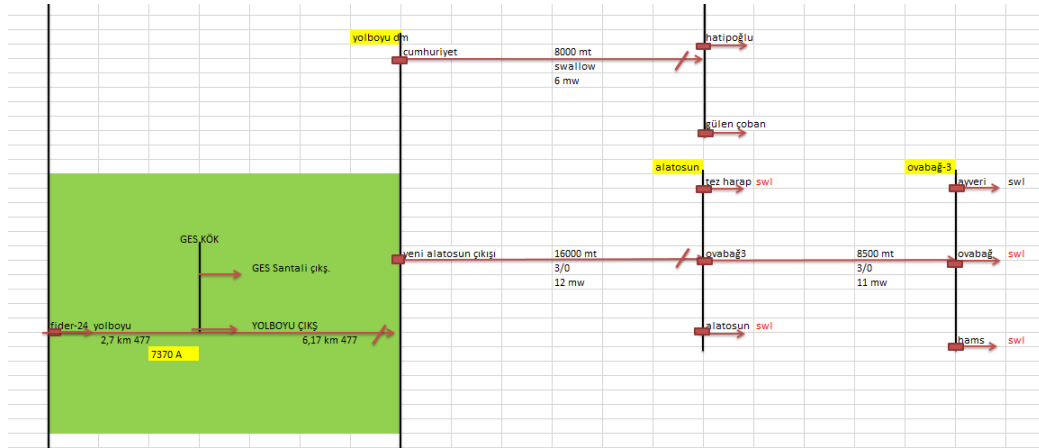
2.2. Çalışma Yapılan Bölgeye İlişkin Veriler

Bu çalışmada, Dicle Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin sorumluluk alanında bulunan Diyarbakır 4 TM, TRC barasında bulunan F24 Yolboyu üzerindeki Alatosun KÖK trafo merkezi üzerinde çalışılmıştır. uzun süredir 2022 yılının Nisan ayından itibaren ölçüm yapmakta olan cihazın verileri alınmıştır. Cihazın ölçüm yılına Nisan ayında başlamasının sebebi ilgili mevzuatlardır. Cihazın ölçüm yılı Nisan ayından başlar ve bir sonraki yılın Mart ayının sonuna kadar devam eder. Böylelikle 12 aylık ölçüm dönemi tamamlanmış olur.

Cihazın üzerinde bulunduğu fiderin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ekran görüntüsü Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1 Diyarbakır 4 TM, TRC barasında bulunan F24 Alatosun mevki CBS verisi



Şekil 2 Diyarbakır 4 TM, TRC barasında bulunan F24 Alatosun mevkii tek hat şeması

2022 yılına ait ölçüm sonuçları;

2022 yılında ilgili cihaz toplam 51 hafta ölçüm yapmış olup kaydettiği toplam gerilim çökmesi sayısı 60.564 adettir. Bu çökmelerin dağılımları Tablo1’de verilmiştir.

Tablo 1 2022 yılı haftalık gerilim çökmesi sayıları

	2022-4	2022-5	2022-6	2022-7	2022-8	2022-9	2022-10	2022-11	2022-12
1. Hafta		61	30	60	165	907	14	15719	14949
2. Hafta	103	35	32	54	35	210	10	0	4185
3. Hafta	68	30	36	61	20	46	107	0	5714
4. Hafta	58	30	29	58	22	22	53	12763	1044
5. Hafta				44			3232		43

Tablodan da görüleceği üzere normal koşullarda cihazın haftalık ortalama gerilim çökmesi sayısı 1189 adettir. Fakat Eylül ayının 1. Haftasında, Kasım ayının 1. Ve 4. Haftasında, Aralık ayının ise tamamında çok ciddi sayıda haftalık gerilim çökmesi sayıları mevcuttur. Kasım ayının 2. Ve 3. Haftasında ise cihaz arızasından dolayı veri kaydedilememiştir. Mevcut durumun analizinin yapılabilmesi adına Kasım ayının ilk haftası ve Aralık ayının ilk 4 haftasına ait ham veriler incelenmiştir. Ham verilerin bulunduğu rapor cihazın kaydetmiş olduğu gerilim çökmesinin genliğini cihazın ölçüm aldığı noktadaki gerilime oranını yüzdesel olarak gösterir. Ayrıca çökmenin oluşma anını, o anda diğer fazlardaki gerilim değerlerini yine aynı şekilde yüzdesel olarak ve çökmenin süresini verir.

Tablo 2 Özet gerilim çökmesi raporu

Tarih	Süre (sn)	Va min	Vb min	Vc min	arıza mı
2022-11-01 09:57:48.391	0,09	88,80257	88,28009	88,814575	gerilim düşümü
2022-11-01 10:28:36.811	0,29	89,464554	83,97913	89,51468	evet
2022-11-01 10:55:57.688	0,1	88,486626	88,00978	88,51159	gerilim düşümü
2022-11-01 11:54:15.397	0,13	88,8808	87,96517	91,06658	evet
2022-11-01 15:24:47.547	0,25	52,853443	90,12892	112,14783	evet
2022-11-01 15:25:17.842	0,25	51,529903	91,6916	107,257935	evet
2022-11-01 15:26:03.138	0,25	51,597755	85,500084	108,37029	evet
2022-11-01 15:46:18.642	0,25	51,481167	86,40151	107,65664	evet
2022-11-01 15:46:37.489	0,25	51,979733	84,64565	107,00139	evet
2022-11-01 16:54:31.937	0,25	49,9531	91,96513	100,18448	evet
2022-11-01 17:17:19.194	1,131	86,88713	88,76473	87,34988	gerilim düşümü
2022-11-01 17:17:19.254	0,05	90,06068	89,987526	90,20809	gerilim düşümü
2022-11-01 17:17:24.077	0,02	90,04833	89,98291	90,23588	gerilim düşümü
2022-11-01 17:17:24.207	0,08	90,05003	89,985886	90,22357	gerilim düşümü
2022-11-01 17:17:24.267	0,03	90,0501	89,98497	90,22561	gerilim düşümü
2022-11-01 17:17:24.327	0,05	90,049355	89,98975	90,213974	gerilim düşümü
2022-11-01 17:17:24.427	0,06	90,041565	89,98747	90,23297	gerilim düşümü
2022-11-01 17:17:24.457	0,02	90,04639	89,98939	90,24249	gerilim düşümü
2022-11-01 17:17:24.627	0,14	90,022	89,971054	90,21207	gerilim düşümü

Çökme sayıları incelenirken çökmenin kaynağının arıza mı yoksa gerilim düşümü mü olduğuna dikkat edilmiştir. Bu ayırım çökmenin genliği ve diğer fazlarla arasındaki fark dikkate alınarak yapılmıştır. Gerilim düşmesi olarak yorumlanan çökmeler Tablo2'den görüleceği üzere her üç fazın dengeli bir şekilde nominal gerilimin %90'ına çok yakın değerlerde oluşan çökmelerdir. Bu lokasyonda hat yüklü ve çok uzun olduğundan gerilim düşmesi sorunu oluşmaktadır. Bu nedenle cihaz sadece arıza durumunda değil kullanıcıların anahtarlamalarından da etkilenecek küçük farklarla çökme kaydetmektedir. Gerilim düşümünün hesabı yapılarak ilk aşama kaydedilmiştir.

Gerilim düşümü hesabı [8] aşağıdaki formül baz alınarak yapılmıştır.

Bağıl gerilim düşümü:

$$\%e = \frac{\Delta U}{U} \times \frac{100}{10^3} = \frac{L.N.(R.Cos\phi + X.Sin\phi)}{U^2} \times 10^{-1} \quad (1)$$

Denklemden;

R (Ω /Km) – Rezistans

X (Ω /Km) – Reaktans

N (kVA) – Talep gücü

L (Km) – Hat uzunluğu

U (kV) – Hatlar arası gerilim

ΔP (kW) – Güç kaybı

$Cos\phi = 0.8$

İfade etmektedir.

Tablo 3 Gerilim düşümü hesabı

NO	TM	İsim	ORT [S]	DEMAND [S]	Ölçüm Noktası Adı	DEMAND'a Göre		Ortalama Değere Göre	
						GERİLİM	Toplam Gerilim Düşümü %	GERİLİM	Toplam Gerilim Düşümü %
1	DIYARBAKIR4	F24 YOLBOYU	11,045	29,24	Diyanbakir_Kayapinar_Diyanbakir4 TM TRC F24 Yolboyu Alatosun Kök	24,02	27,22	25,54	22,61

Hesaplamalarda dikkate alınan R ve X değerleri Elektrik Mühendisleri Odası tarafından yayınlanan aşağıdaki tablolardan alınmıştır[9].

Tablo 4 EMO iletkenlerin elektriksel özellikleri tablosu

3 - ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER									
KANADA STANDARINDAKİ		AKIM TAŞIMA KAPSİTESİ			R	X _L			Eşdeğer
İŞARETİ	ADI	- 1 -	- 2 -	- 3 -	(20 °C)	10 kV	15 kV	35 kV	Cu mm ²
		(A)	(A)	(A)	Ohm/m	Ohm/m	Ohm/m	Ohm/m	
3 AWG	SWALLOW	120	160	180	1,0742	0,371		0,420	13,31
1/0 AWG	RAVEN	195	230	280	0,5362	0,347		0,387	33,73
3/0 AWG	PIGEON	275	300	360	0,3366	0,335		0,373	53,52
266.8 MCM	PATRIDGE	345	460	510	0,214	0,318		0,335	85,17
477 MCM	HAWK	540	670	740	0,1194	0,300		0,337	152

Kağıt üzerinde yapılan hesaplamalarda bile cihazın gerilimi 25 kV'a kadar düşmektedir. Bu durum fider üzerinde hem yüklerin bölünmesi hem de bakım ihtiyacı olduğunun göstergesidir.

Cihazın beslendiği fider üzerinde tespit edilen arıza kaynaklarının ortadan kaldırılması ve gerilim düşümünden fider sonundaki kullanıcıların etkilenmemesi için çalışmalar yürütülmüştür. Bu kapsamda ilk olarak TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim A. Ş.) ile yazışma yapılarak hat başındaki gerilimin 33 kV'un altına düşmemesi sağlanmıştır. Paralelde ise Dağıtım Şirketi tarafından en fazla arıza getiren noktalar için bakım onarım çalışmaları planlanmıştır. Ayrıca D-STATCOM ile gerilim çökmelerinin azaltılması sağlanabilmekte ancak maliyeti yüksek olacağından D-STATCOM'un sadece gerilim çökmelerini önlemek amacıyla kullanılması pek sağlıklı görülmemektedir. D-STATCOM şebekeye akım basarak gerilim çökmelerini düzeltebilir. İletim hattına paralel bağlanarak reaktif güç kompanzasyonu sağlar ve gerilimi dengede tutar. [10]

2.3. Pilot Bölgede Yürütülen Bakım Çalışmaları

Dağıtım şebekesinde bakım çalışmaları 3 seviyeye bölünerek yapılmaktadır.

1. seviye bakımlar enerji kesintisi gerektirmeyen gözlem ve keşif işlerini kapsamaktadır.
2. seviye bakımlar enerji kesintisi ihtiyacı olan küçük çapta malzeme değişimini içerir.
3. seviye bakımlar enerji kesintisi yaparak, direk, iletken ve hücre tesisi gibi daha büyük çaptaki bakımları kapsar.

Bu kapsamda ilgili fiderde yapılan bakım çalışmalarında yapılan işlerde kullanılan malzemelerin listesi aşağıda verilmiştir.

Yapılan 2. Seviye bakımlarda Yolboyu fiderinde değiştirilen malzemelerin listesi aşağıda verilmiştir. 2. Seviyede yapılan her bakım çalışmasını bir arıza noktasını ortadan kaldırmakta dolayısıyla gerilim çökme sayısının azalmasına katkı sağlamaktadır.

Tablo 5 1. ve 2. seviye bakım çalışmalarında kullanılan malzeme listesi

Malzeme	Miktar	Malzeme	Miktar	Malzeme	Miktar	Malzeme	Miktar
Silikajel kabı	56	250 a ag pabuc	24	Branşman klemens	419	NH sigorta gövdesi	151
Silikajel kabı bağlantı	27	Anti manyetik kelepçe	705	İzolatör demiri	112	OG sigorta buşonu pimli	23
Silikajel (dökme,mavi,a tip,3-5mm)	89	500-630 kVA Trafo AG buşing izolasyon kapağı	15	Asma kilit	267	AG alüminyum iletken	120
Bakır - alüminyum kablo pabucu	2011	Branşman klemens	419	Dikey sig yük ayırıcı	27	Parafüdr 36kV 10 kA (polimer) ayrıcalı ZnO	6
0,6/1kv.YVV(NYY) 1x50 mm ² KABLO	189	İzolatör demiri	112	AG havai hat mesnet izolatörü	171	Q8 mm som bakır yuv. Top.çubuk	202
N-95 plastik izolatör yüküslüğü	450	Asma kilit	267	250 A AG pabuc	24	Galvanizli köşebent	205
1X95 mm ² örgüllü galvaniz çelik iletken	121	Dikey sig yük ayırıcı	27	Anti Manyetik Kelepçe	705	Deprem kancası	321
250 a ag conta takımı	21	Ag havai hat mesnet izolatörü	171	Sac ölüm tehlikesi levhası	123	Trafo yağı	152
250 A AG pabuc	24	Galvanizli köşebent	205	low iletken ççml. Tp. İzlsyn. K	38	VHD-35 normal tıp mesnet izolatörü	4
Anti Manyetik Kelepçe	705	Deprem kancası	321	Termik manyetik şalter	117	VKS-35 normal tıp mesnet izolatörü	2
500-630 kVA Trafo AG buşing izolasyon kapağı	15	NH buşon	359	trafo OG buşing izolasyon kapağı	34	YG klemp	159

Yapılan 3. seviye bakım çalışmaları küçük çapta hat yenileme çalışmaları olup, bu bakımların en önemli katkılarından biri de fiderin akım taşıma kapasitesini arttırmak, dolayısıyla gerilim düşümünün azalmasını sağlamaktır. Kullanılan malzemelerin listesi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6 3. seviye bakım çalışmalarında kullanılan malzeme listesi

Malzeme	Miktar (adet)
Direk	114
Travers	121
Direk DMM	74
İletken	18,5 km
Seksiyoner	9
VHD	591
VKS	90
ÖTL	250

2.4. 2023 Yılına Ait Ölçüm Sonuçları

2023 yılı henüz tamamlanmadığından toplamda 32 haftalık ölçüm sonucu incelenmiştir. Kasım ayının ortasına kadar yapılan ölçümlerde cihaz 1.628 adet gerilim çökmesi kaydetmiştir. Bu çökmelerin dağılımları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7 2023 yılı haftalık gerilim çökmesi sayıları

	2022-4	2022-5	2022-6	2022-7	2022-8	2022-9	2022-10	2022-11	2022-12
1. Hafta	44	37	35	45	38	36	80	23	
2. Hafta	41	94	29	51	49	33	21	22	
3. Hafta	65	31	49	92	64	39	46		
4. Hafta	14	35	29	232	52	24	29		
5. Hafta				111		38			

Tablodan da görüleceği üzere cihazın haftalık ortalama çökme sayısı yaklaşık 50 adettir. Burada kış aylarında çok yüksek değerler kaydedilmemiştir.

3. DEĞERLENDİRME VE ÇÖZÜM ÖNERİSİ

Gerilim çökmelerinin azaltılması ancak ve ancak arıza sayılarının düşürülmesi ile mümkündür. Bu amaçla şebekede arıza noktalarında bakım onarım çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmada da arıza noktalarında yürütülecek bakım faaliyetlerinin sonucunda gerilim çökmesi sayısının önemli ölçüde azaltılabildiği görülmüştür. Gerilim çökme sayısının azalması hem şebekede oluşan arız sayılarının azaltıldığı hem de enerji kalitesinin artırıldığı göstergesidir.

Dağıtım şirketi açısından bir fiderde arıza sayısının azaltılmasına yönelik en verimli yöntem ilgili fiderde bakım ve yatırım çalışmalarının yapılmasıdır.

4. SONUÇ

Pilot olarak incelenen F24 Yolboyu üzerindeki Alatosun KÖK'ten alınan ölçüm sonuçları incelendiğinde 2022 yılında haftalık ortalama çökme sayısının 1189 adet olduğu görülmüştür. 2023 yılı ölçümleri 32 haftalık tamamlandığından 2022 yılı verilerinin ilk 32 haftası dikkate alındığında dahi haftalık ortalama gerilim çökme sayısı 667 adettir. Oysa 2. Ve 3. Seviye bakım çalışmaları ile besleme noktasından gerilimin yükseltilmesi 2023 yılında haftalık çökme sayısının 50 adede kadar düşürülmesi için yeterli olmuştur. Bu hesaplamalar dikkate alındığında yapılan çalışmalar ilgili lokasyonda %92,3 oranında bir iyileşme sağlamıştır.

Mevcut durumda EPDK mevzuatında haftalık çökme sayısı sınırı 35 adet olmakla beraber uluslararası standartlarda böyle bir sınır değer tanımlı değildir. Bir sonraki yılda bakım çalışmalarının yaygınlaştırılması ile ilgili lokasyon gerekli kalite seviyesine ulaşmış olacaktır.

KAYNAKÇA

1. IEC - International Electrotechnical Commission (2014), Voltage Characteristics of Electricity Supplied by Public Electricity Networks, EN50160, İsviçre
2. IEC - International Electrotechnical Commission (2014), Voltage Characteristics of Electricity Supplied by Public Electricity Networks, EN50160, İsviçre
3. Tang, L. & Yan, H. & Yang, P & Wang, C.& Zalhaf, A.S (2022). A Review of Voltage Sag Control Measures and Equipment in Power Systems, Science Direct, Energy Reports 8 (2022) 207–216
4. Uyar, M. & Çöteli, R. & Uçar, F. (2012). Modelling of Voltage Sags in Power Systems by Using Mathematical Approaches. e-Journal of New World Sciences Academy, 2012 (4), pp. (668-671)
5. Aksoy, S. (2014). “Bir Endüstriyel Tesis Elektrik Dağıtım Sisteminin Gerilim Çökmeleri Bakımından İncelenmesi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

6. Sambria, A. & Miller, M.G. & Bollen, M.H.J.(2000). Overview of Voltage Sag Mitigation, IEEE, pp. 2872-2878.
7. Tang, L. & Yan, H. & Yang, P & Wang, C.& Zalhaf, A.S (2022). A Review of Voltage Sag Control Measures and Equipment in Power Systems, Science Direct, Energy Reports 8 (2022) 207–216
8. Elektrik Mühendisleri Odası. Gerilim Düşümü Hesabı. (2023). https://www.emo.org.tr/ekler/1be64209a491a77_ek.pdf?dergi=1017
9. Elektrik Mühendisleri Odası. İletkenlerin Empedans Değerleri. (2023), https://www.emo.org.tr/ekler/816dc0acface749_ek.xls?tipi=34&turu=X&sube=
10. Gencer, E. “Orta Gerilim Şebekelerinde Gerilim Sarkmalarına D-Statcom Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.