



Alınış tarihi (Received): 16.12.2020
Kabul tarihi (Accepted): 10.05.2021

Yüksek Gerilim SF6 Canlı Tank Kesicilerindeki Montaj Hatalarının Dinamik Kontak Direnç Ölçümü ve Hareket Analizi ile Tespit Edilmesi

Orhan Cengiz USTA^{1,*}

¹ 10. Bölge Müdürlüğü, Türkiye Elektrik İletim A.Ş., Samsun, Türkiye

* Sorumlu yazar: orhancengiz.usta@teias.gov.tr

ÖZET: Kesiciler, güç sistemlerinin en önemli anahtarlar teçhizatları ve elektrik iletim sistemini korumak amacıyla arıza esnasında hızlı ve güvenli bir şekilde devreyi kesmeyi sağlayan elemanlardır. Kesicilerin zamanla işletme esnasında hem periyodik takibinin yapılması, hem de kesicinin arızalanması halinde testlerinin yapılması durumu hakkında bilgi sahibi olunması önem arz etmektedir. Bu çalışmada kesicilerin montaj durumunu belirlemek amacıyla dinamik kontak direnci ve kesici hareketi ile ilgili gelişmiş tanı testleri detaylı olarak incelenmiştir.

Anahtar kelimeler- Kesici, dinamik kontak direnç (DKD), kontak hareketi

Detection of Assembly Faults In High Voltage SF6 Live-Tank Circuit Breakers By Dynamic Contact Measurement and Movement Analysis

ABSTRACT: Breakers are the most important switching equipment of power systems. It is an element that breaks the circuit quickly and safely during a fault to protect the electrical transmission system. It is important to both monitor periodic breakers periodically during operation and perform tests in case of failure to have information about the condition of the breaker. In this study, advanced diagnostic tests pertaining to dynamic contact resistance and contact movement to determine the assembly condition of the breakers were examined in detail.

Keywords- Circuit breakers, dynamic contact resistance, contact travel

1. Giriş

Kesiciler elektrik güç şebekelerinde kapalı devrenin oluşmasını sağlayan devreyi boşa, yükte, özellikle kısa devre halinde açabilen ve bu işi hem el kumandası hem de otomatik kumanda yardımı ile yapabilen denetleme elemanıdır. Bir güç kesicisinin görevi kapalı konumda devreden güç akışını sağlamak, açık konumda ise güç akışını engellemektir. Bu iki görevi yaparken, birinci görevini kontak elemanları arasında iyi bir temas oluşturarak, ikinci görevini ise kontak elemanlarını birbirinden elektriksel olarak yalıtarak yerine getirmektedir. Kesicilerin en ağır görevi kısa devre akımlarının kesilmesidir. Kesmede başvurulacak olan iki temel teknik vardır. Birincisi, kesme esnasında oluşan ark plazmasının direncini, hemen akımın sıfırından sonra yükseltmektir. İkincisi ise kesmeden sonra kontaklar arasında oluşacak geçici toparlanma geriliminin hem eğimini hem de genliğini sınırlamaktır. Bütün güç kesicilerinde birinci teknik, birçoğunda da her iki teknik birlikte uygulanmaktadır (Özkan, 1994). Kesiciler, akım değerindeki kesme sayısına bağlı olarak elektrik aşınmayı aştıklarında genel bir bakıma tabi tutulmalıdır (Bossu, 2012) veya 25 yıl sonunda genel bir bakım yapılmalıdır (IEC 62271-310, 2004). Kesiciler elektrik ark söndürme prensibine bağlı

olarak sınıflandırılmaktadır. Ark söndürme bölümünde hareketli ve sabit kontaklar bulunmakta ve bu kontaklar ana ve ark kontaklarından oluşmaktadır (Cheng ve ark., 2017). Ana kontaklar, yük akımını iletmekten sorumludur ve ark akımlarını iletmemektedir. Bundan dolayı ark etkilerinden dolayı bozulmaya uğramamaktadır. Ark kontakları, ark akımını iletmekten sorumludur ve açma esnasında tüm ark enerjisine maruz kalmaktadır (Landry ve ark., 2006; 2008). Kesicinin ark kontaklarının aşırı aşınması, yüksek akım söndürme kapasitesini önemli ölçüde azaltmaktadır (Landry ve ark., 2006).

Kesici açma esnasında, önce ana kontakları ayrılmakta ve sonra ark kontakları ayrılarak, arkın SF6 gazı sayesinde söndürülme işlemi gerçekleştirilmektedir. Kapamada ise tam ters işlem meydana gelmektedir. Açma ve kapama esnasında ark sıcaklığı çok yüksek değerlere (~ 10.000 Kelvin) ulaşmaktadır (Smeets ve ark., 2015). Kesicideki aşırı ısınmadan dolayı, dizaynından daha yüksek sıcaklıklara ulaştığında bir risk artışına ve böylece izolasyon bozulmasına neden olarak kesicide anormal hasarlara yol açabilmektedir. Bundan dolayı kesicinin ark söndürme bölümünün durumunu izlemek gerekmektedir (Adam ve ark., 2007). Kesicinin iç kısmındaki ana ve ark kontakların durumunu analiz edebilmek için, yüksek gerilim (YG) kesicilerinde DKD ölçümü yapılmalıdır (Landry ve ark., 2006). Dinamik kontak direnç testinde, kapama ve açma operasyonu esnasında ana ve ark kontaklarının kontak dirençleri ölçülmektedir. Kesici normal çalışmada ana kontaklar üzerinden akım akmaktadır. Genellikle ana kontak direnci 30-40 $\mu\Omega$ ' dur. Hâlbuki ark kontak direnci ise 500-1.000 $\mu\Omega$ ' dur. Geleneksel statik kontak geçiş direnç ölçümü, ana kontakların durumu hakkında bilgi vermekte, ark kontaklarının erozyonu ve aşınması ile ilgili bilgi vermemektedir (Sodha ve ark., 2012). Dinamik kontak direnç ölçümü kesicinin içerisini açmadan ana ve ark kontaklar hakkında başarılı bir şekilde değerlendirme imkanı vermektedir (Cheng ve ark., 2017). Ayrıca DKD ölçümü, ark ve ana kontağın erozyonunu, gevşekliğini, yanlış hizalamayı ve hareket analizi ile birlikte ark kontağının uzunluğunu göstermektedir (Bhole ve ark., 2014). DKD ölçümü için süper kapasitörler ve arduino platformu kullanılmaktadır (Stanisic ve ark., 2010; De Souza ve ark., 2014). DKD başarılı bir şekilde kontak anormalliklerini teşhis etmekte kullanılmaktadır (Landry ve ark., 2006; Sodha ve ark., 2012).

Konu ile ilgili literatür taraması yapılmış ve bazı çalışmalara ulaşılmış ve özetlenmiştir (Baudart ve ark., 2000; Landry ve ark., 2004; Landry ve ark., 2008; Sodha ve ark., 2012; De Souza ve ark., 2014; Cheng ve ark., 2017). Bunlardan Baudart ve ark. yaptıkları çalışmada kesicinin hareket eğrisi ile kesicinin mekanik çalışma ve montaj durumunu göstermek için normal kontak ve normal olmayan kontakların hareket eğrileri verilmiştir. Landry ve ark. çalışmalarında kesicinin DKD eğrisinin alt kısmında kalan alana göre kesici kontakları hakkında bilgi sahibi olunduğunu belirtmişlerdir. Alan değeri büyüdükçe kontaklardaki aşınmanın daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir. Önemli ölçüde zarar görmüş kontağın DKD eğrisi alan değerinin, yeni kontağa göre iki kat daha yüksek olabildiğini ifade etmişlerdir. Landry ve ark. diğer çalışmasında DKD eğrisi altındaki alan yaklaşık 3 m Ω .mm ise kesici kontaklarının sağlıklı olduğu buna karşılık yaklaşık 10 m Ω .mm olduğunda kesici kontaklarında sorun olduğu söylenmiştir. Sodha ve ark. çalışmasında kesicinin DKD eğrilerinde, normal kesici kutup kontak DKD' sine göre yüksek dirençler tespit edilmiştir. Kesicinin kesme hücresi açılarak ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Hareketli kontağı bağlayan montaj civatasının gevşemiş olduğu tespit edilmiştir. Kesicide içerisinde gevşek vida bulunmuştur. Kesici kutup üzerinde kazıma işaretleri görülmüştür. Yapılan bakımdan sonra DKD grafiğindeki anormallikler düzelmiştir. De Souza ve ark. çalışmasında kontak aşınmalarının DKD eğrisi ile belirlenebileceği ve statik direnç testi ile belirlenemeyeceği belirtilmiştir. Ana ve ark kontağın bozulma derecesinin DKD eğrisi kullanılarak elde edilebileceği belirtilmiştir. Cheng ve ark. çalışmasında kesici operasyon sayısının artması ile

ortalama ana kontak direnci ve ortalama ark direncinin artacağı ve ark kontak silme uzunluğunun azalacağı belirtilmiştir. Ortalama ark kontak direncinin azalması ile ana kontaklardan ark kontaklarına akım geçişinin daha hızlı olacağı ve böylece ark kontak mesafesinin azalacağı belirtilmiştir. Ortalama ark kontak direncinin arkın etkisini yansıtacağını ve ark kontak silme uzunluğunun ise kontak malzemesini, kontak geometrisini, ark zamanını ve akım kesme etkisini yansıtacağını belirtmişlerdir. Ayrıca DKD' nin kontak erozyonu değerlendirme metodu olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada, yüksek gerilim SF6 gazlı yay mekanizmalı, canlı tank kesicisinde dinamik kontak direnç ölçümü ve hareket analizi yapılmıştır. DKD ölçümünün ve hareket analizinin kesicinin montaj durumuna etkisi incelenmiştir. DKD ölçümü süper kapasitör ile yapılmıştır. Kesicinin DKD eğrisindeki ve hareket eğrisindeki anormallikler incelenmiş ve kesicinin montaj hatasının var olup olmadığının tespit edilmesi sağlanmıştır.

Kesici DKD ve hareket analizi ülkemizde yeni yapılmaktadır. Bu çalışma ile de montaj problem tespitinin DKD ve hareket analizi ile tespit edilerek türkçe literatüre katkı sağlanmak istenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, üzerinde test yapılan kesici teçhizatı, SF6 gazlı, yay mekanizmalı, anma gerilimi 170 kV, anma akımı 3150 A, mekanizma sayısı 1, imal yılı 2013 olan devre elamanıdır.



Resim 1. Test edilen kesici genel görünüşü

Photo 1. Overview of circuit breaker

2.1. Dinamik Kontak Direnç Ölçümü

DKD ölçümünde kesiciye doğru akım (DA), 100 Amper uygulanmakta ve kesiciye kapama veya açma operasyonu yapılmaktadır. Kesicinin hareket esnasındaki kontak dirençleri, kesici kontaklarında mili volt (mV) seviyelerinde gerilim düşümü meydana getirmektedir. Akım ve gerilim parametrelerinden bir direnç değeri hesaplanmaktadır. Daha sonra ana ve ark kontak dirençlerinin, zamanın bir fonksiyonu olarak grafiği çizdirilmektedir. Bu ölçüm parmak izi gibi kesiciye has bir durum oluşturacak ve daha sonraki zamanlarda karşılaştırmaya esas veri teşkil edecektir. Ölçümler μs ' lerdeki çözünürlük ile kayıt edilmektedir. Kesicinin kapama sırasında sonsuz olan direnç değerinden ölçüme başlayarak, ark kontağının ani direnç değişikliğini ölçmek zordur. Ayrıca, ark kontağının teması anındaki DC geçici akımları, istenmeyen gürültüye neden olacak ve kapama esnasında ölçülen DKD değerleri doğru

olmayacaktır (Bhole ve ark., 2016). Bu nedenle açma anındaki DKD grafiği, değerlendirme yaparken daha kullanışlı olmaktadır.

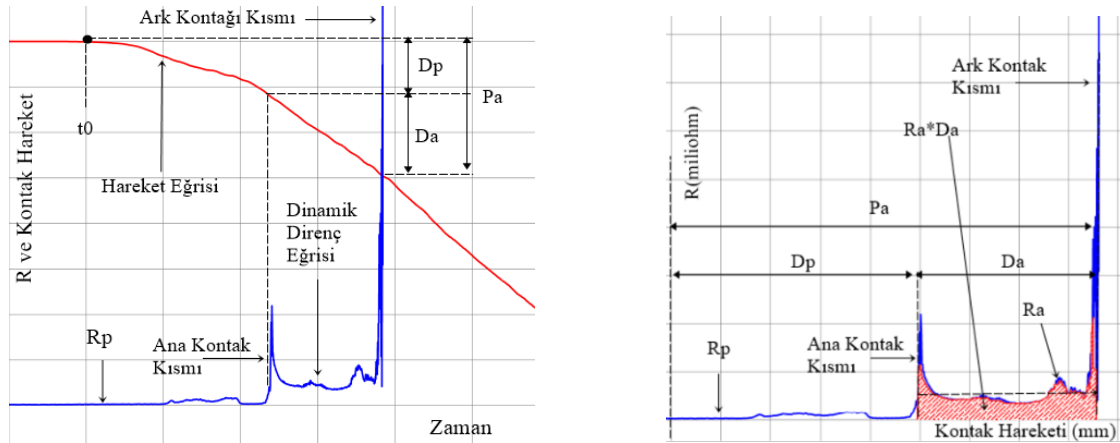
DKD testleri, Omicron Cibano 500 marka kesici analizörü, test cihazıyla yapılmıştır. Kesici analiz test cihazı, dinamik kontak direncini süper kapasitör (MC2) kullanarak ölçmektedir. MC2'nin özellikleri, çıkışı 0-100 A DC, ölçüm aralığı $10 \mu\Omega$ -200 m Ω , doğruluğu $0,2\%+0,1 \mu\Omega$, maksimum örnekleme hızı 40 kHz'dir. MC2 süper kapasitör bağlantısı resim 2' de gösterilmektedir.



Resim 2. MC2 bağlantısı
Photo 2. MC2 connection

2.1.1. Dinamik Kontak Direnç Ölçüm Analizi

DKD ölçüm grafiğinden ark kontağının ve ana kontağın direnç değerlerine ulaşılabilmektedir. DKD grafiği ile hareket eğrisinin çakıştırılmasında, ana kontağın ayrıldığı an ile ark kontağının ayrıldığı andaki kesişim, ark kontağının uzunluğunu göstermekle birlikte, ana ve ark kontağın ne kadar kesici içerisinde hareket ettiği bilgisini de vermektedir. (Sodha ve ark., 2012; Bhole ve ark., 2014; Weerasekera ve ark., 2019; Landry ve ark., 2004).



Şekil 1. Kesici açma DKD eğrisinden çıkarılan parametreler (Landry ve ark., 2004)
Figure 1. Parameters to be extracted from the DCR curve (Landry ve ark., 2004),

Şekil 1' de R_p , ana kontak direncini, R_a , ark kontak direncini, D_p , ana kontak ayrılması uzunluğunu, D_a , ark kontak uzunluğunu, P_a , kesici kontak silme uzunluğunu göstermektedir.

2.2. Hareket Ölçümü

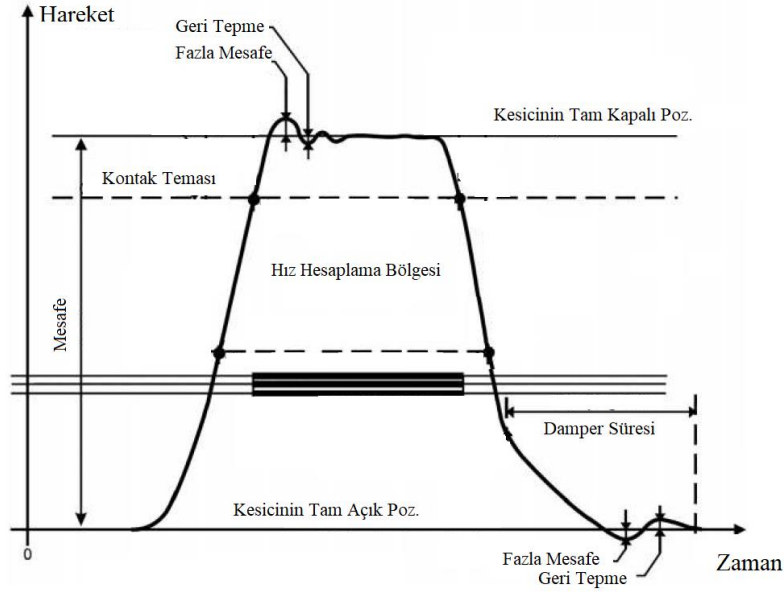
Hareket ölçümü, kesiciye dijital ya da analog transdüzerler bağlanarak yapılmaktadır. Transdüzerler doğrusal ve açısal transdüzer olmak üzere iki çeşittir. Açısal transdüzer, derece cinsinden ölçüm vermektedir. İmalatçının dönüştürme tablolarına göre ölçülen derece cinsinden mesafeler, mm' ye dönüştürülür. Kesicinin mekanizmasına göre hareketi ölçmek için doğrusal ya da açısal transdüzerlerden uygun olanı tercih edilmektedir. Resim 3' ten görüldüğü üzere transdüzer kesicinin hareketini ölçebileceği uygun bir yere bağlanmakta ve sabitlenmektedir. Hareket ölçümü ile asıl hedeflenen kesicinin toplam kontak hareketi uzunluğunu bulmaktır. Ayrıca hareket ölçümü, kontak hareketi için hız, fazla hareket uzunluğu, geri sekme uzunluğu, kontak temas uzunluğu ve şok emicinin durumu hakkında da bilgi vermektedir.



Resim 3. Dijital açısal transdüzer bağlantısı
Photo 3. Digital angular transducer connection

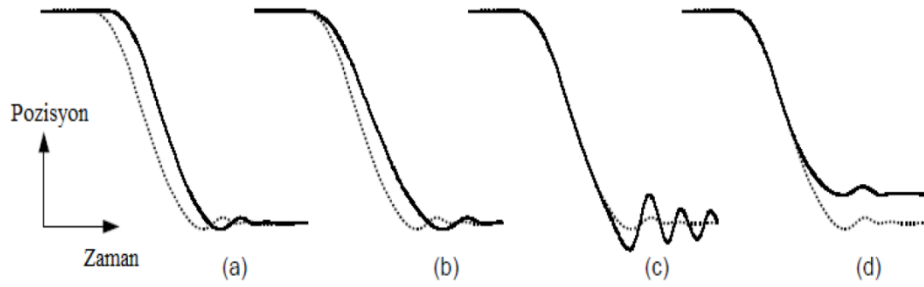
2.2.1. Hareket Ölçüm Analizi

Şekil 2' de gösterildiği üzere, hareket eğrisinden elde edilen fazla mesafe, kesicinin operasyonu boyunca kesicinin son durumu ile maksimum yer değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır. Geri tepme ise, fazla mesafe ölçümünden sonra, kontakların en son pozisyonundaki minimum yer değiştirmesi olarak adlandırılmaktadır (Foster, 2019). Hareket ölçümünün sağlıklı yapılabilmesi için transdüzer bağlantılarının sağlam ve doğru yapılması gerekmektedir.



Şekil 2. Kesici hareket eğrisi (Foster, 2019)
 Figure 2. Travel curve of circuit breaker (Foster, 2019)

Kesici açma hareket eğrisinin yaklaşık %5 değişime başladığı zaman damper süresinin başlangıç noktası olarak alınmaktadır. Damper süresi boyunca kesicinin yaptığı hareket, damperin yer değiştirme mesafesini göstermektedir. Dolayısıyla kesici açma hareket eğrisinin son kısmı damperler hakkında bilgi vermektedir. Damperlerin içerisinde bulunan yağ azaldığında damper yer değiştirme mesafesi (Δx) düşmektedir (Foster, 2019). Hareket eğrisi kesicinin kontaklarının mekanik çalışmasını göstermede birçok önemli bilgi içermektedir. Hareket eğrisi dikkatli bir şekilde incelendiğinde arıza durumları tespit edilebilir. Cigre çalışma grubunun farklı hareket eğrilerinden elde ettiği sonuçlar şekil 3' te gösterilmiştir (Baudart ve ark., 2000).



Şekil 3. Kontakt hareket eğrilerindeki sapmalar (Baudart ve ark., 2000)
 Figure 3. Deviations in the contact travel graph (Baudart ve ark., 2000)

Şekil 3' deki kesicilerin hareket eğrilerinde, (a)' da mekanizmanın salıverilmesindeki gecikmeyi bildirmekte, bu durumun bobinin milindeki zayıf yağlanmadan kaynaklı olduğunu ve kesicinin harekete geç başladığını göstermektedir. (b)' de düşük kontak hızını göstermekte ve bu durum çalışma mekanizmasının enerjisindeki azalmadan kaynaklanmaktadır. (c)' de zayıf sönmülemeyi göstermekte ve bu durumun şok emici arızasından kaynaklı olduğu

belirtilmektedir. (d)' de toplam uzunluğun kısa olması, açma pozisyonunda çok düşük izolasyon mesafesini göstermekte ve bu durumun doğru olmayan montajdan kaynaklı olduğu belirtilmektedir (Baudart ve ark., 2000).

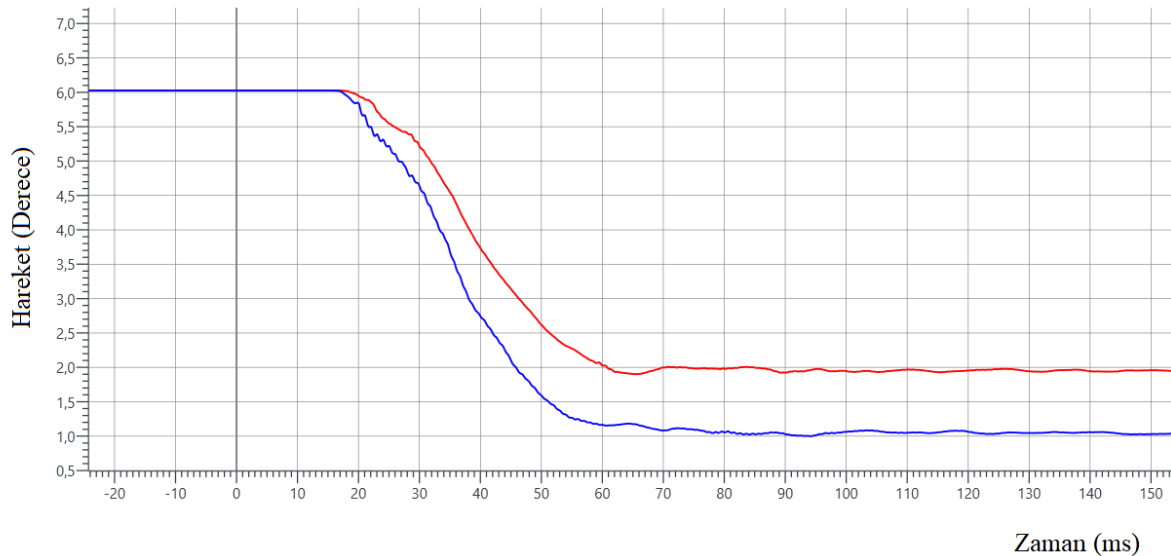
3. Bulgular ve Tartışma

170 kV, 3150 A, 2013 imali tek mekanizmalı kesicide bakım öncesi yapılan saha testlerinde A fazı statik kontak direnç değerinin tablo 1' de görüldüğü üzere diğer fazlara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Bakım öncesi statik kontak dirençleri değerleri
Table 1. Static contact resistance values before maintenance

Faz	I DC	V DC	R ölç.
A	99, 29 A	12, 659 mV	127, 50 $\mu\Omega$
B	100, 14 A	3, 990 mV	39, 85 $\mu\Omega$
C	99, 78 A	4, 066 mV	40, 75 $\mu\Omega$

Kesici hareket analiz değerlendirilmesi yapılırken, kesicinin daha önce hareket analizi olmadığından, marka, tip, imal yılı ve mekanizma tipi aynı ve normal olan benzer kesiciler ile karşılaştırma yapılmıştır. Şekil 4 ve 5'de y eksenindeki hareketin derece cinsinden değerleri, gerçek değerlerin 10' da biri şeklinde sayısallaştırılmıştır. Benzer kesicilerin toplam mesafeleri yaklaşık 49 derece iken testi yapılan kesicinin toplam mesafe değeri şekil 4' ten görüleceği üzere 40,79 derece olarak ölçülmüştür. Toplam mesafe ve kontak silme uzunluklarının benzer kesicilere göre yaklaşık %20 daha kısa olduğu görülmüştür. Bu durum kesicinin toplam mesafesinin kısa kaldığı ve montaj hatasının olacağı bilgisini vermektedir (Baudart ve ark., 2000).



Şekil 4. Testi yapılan kesici arıza açma hareket eğrisi (kırmızı), benzer kesici normal açma hareket eğrisi (mavi)

Figure 4. Failure opening travel curve of tested breaker (red), standart opening travel curve of similar breaker (blue)

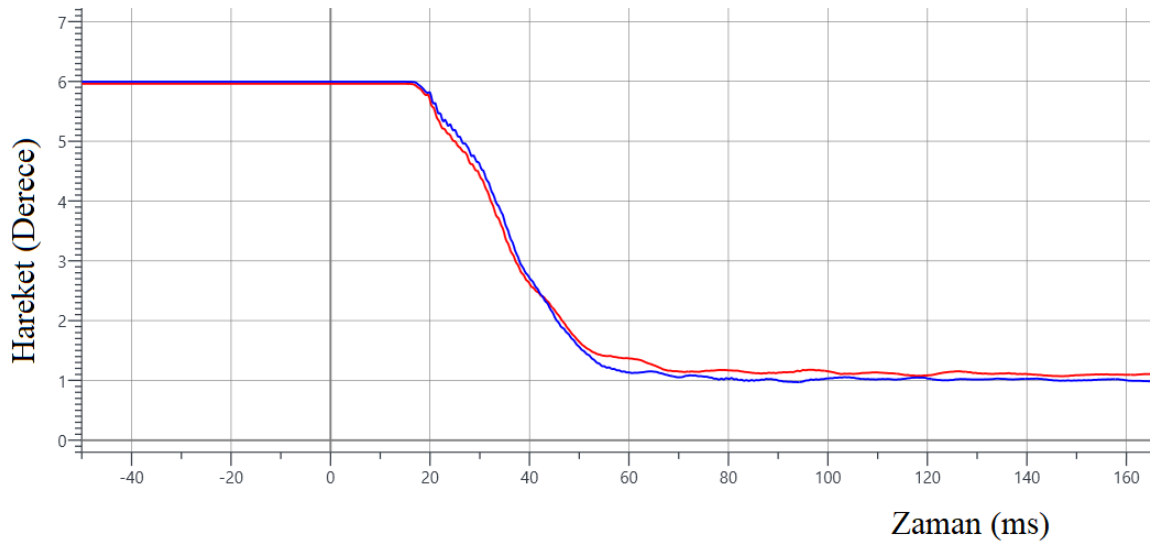
Aynı şekilde açma kontak silme uzunluğu da (4,31 derece) diğer benzer kesicilerin kontak silme uzunluğuna (yaklaşık 13 derece) göre çok daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Bu durum da kesicinin kontaklarının hareketini tam olarak tamamlamadığını göstermektedir. Şekil 4’ te kesicinin hareket eğrisi ile benzer kesicinin hareket eğrisi karşılaştırılmış ve kesicinin hareketinin kısa kaldığı tespit edilmiştir.

Kesicinin yapılan kontrollerde B faz mesnetinin kesici hizasından 7 cm aksel kaçıklığının olduğu tespit edilmiş ve resim 4’ te gösterilmiştir. A faz ve B faz mesnetlerinin de bazı köşebentlerinde eğrilik olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca A ve B fazı kutuplar arası 2,99 m, B ve C fazı kutuplar arası 3,05 m olarak ölçülmüştür. Mesnetlerin yatay ve dikey terazilerinin normal olduğu tespit edilmiştir.



Resim 4. Testi yapılan kesici bakım öncesi aksel kaçıklık
Photo 4. Tested breaker before maintenance misalignment

Yapılan tespitlerden sonra A ve B fazlarına ait çelik mesnetler değiştirilmiş ve fazlar arası montaj kılavuzunda belirtilen değer olan 3 metre olacak şekilde ayarlanmıştır. Tüm fazlar aynı eksene getirilmiştir. Kesicinin diğer montaj ayarlarına dokunulmamıştır.



Şekil 5. Testi yapılan kesici düzeltme sonrası açma hareket eğrisi (kırmızı), benzer kesici normal açma hareket eğrisi (mavi)

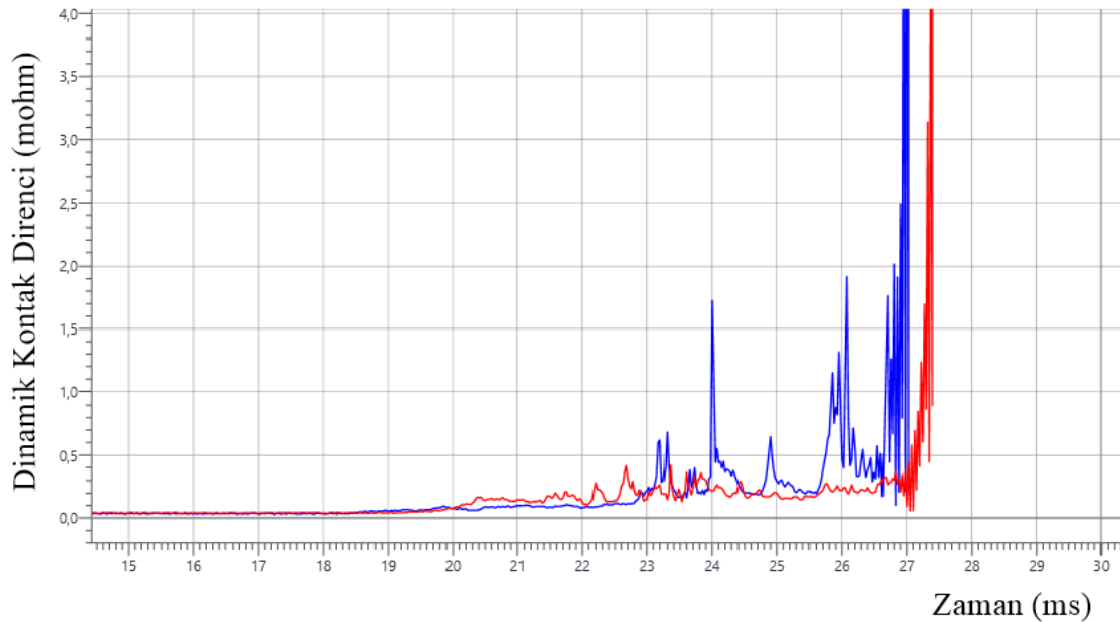
Figure 5. Opening travel curve of tested breaker after maintenance (red), standart opening travel curve of similar breaker (blue)

Yapılan ayarlar sonrası kesicisi şekil 5' ten görüldüğü üzere toplam mesafe değeri 49,15 derece olarak ölçülmüş ve kesicinin benzer kesicilerin toplam mesafe ölçümlerine yakın değer olduğu şekil 5' te görülmektedir. Kesicinin kontak silme uzunluğu değeri, benzer kesicilere yakın değerlere ulaşmış ve kesicinin A fazı yüksek olan statik kontak direnç değeri tablo 2' den görüldüğü üzere düzelmiştir.

Tablo 2. Bakım sonrası statik kontak dirençleri
Table 2. Static contact resistance values after maintenance

Faz	I DC	V DC	R ölç.
A	100, 13 A	3, 886 mV	38, 81 $\mu\Omega$
B	99, 22 A	3, 763 mV	37, 93 $\mu\Omega$
C	99, 74 A	3, 742 mV	37, 52 $\mu\Omega$

Kesicinin açma operasyonu yapılırken, montaj düzeltme öncesi ve sonrası dinamik direnç eğrisi şekil 6' da gösterilmektedir. Şekil 6'dan görüldüğü üzere montaj düzeltmesi öncesindeki DKD eğrisinde (kırmızı eğri) ana kontağının ayrıldığı durum net bir şekilde görülmemektedir. Kesicinin hareketini tam tamamlayamadığından dolayı ark kontağı tam olarak kesicinin içerisindeki yerine yerleşmemiş ve DKD olarak ana kontağın dinamik direnç değeri ölçülmüştür. Bu durum şekil 6' daki kırmızı DKD eğrisinden görülmektedir.



Şekil 6. Montaj düzeltme öncesi DKD eğrisi (kırmızı), düzeltme sonrası DKD eğrisi (mavi)
Figure 6. Dynamic Contact Measurement (DRM) curve before maintenance (red), after maintenance DRM curve (blue)

Şekil 6' dan DKD' nin mavi eğrisinden görüldüğü üzere montaj düzeltme çalışmaları sonrasındaki DKD eğrisi ana kontağının ayrılması zamanının 24. milisaniyesinde net bir şekilde görülmüştür. Bakım sonrası kesici hareketini tam olarak tamamladığından dolayı ark kontağının da yerleşimini tamamladığı mavi DKD eğrisinden görülmektedir. Başka bir çalışmada, normal kesicinin açma esnasında ana kontağın ayrılması anında ark kontağının direnç değerinin ana kontağa göre çok yüksek olmasından dolayı ani yükselme yapması ve sonrasında düşmesi ve kesici açıldığında sonsuza gitmesi gerektiği belirtilmektedir (Bhole ve ark., 2014). Bu çalışmada montaj sonrası elde edilen mavi DKD eğrisi normal kesici DKD eğrisini desteklemektedir. Ayrıca benzer kesicilerin DKD eğrileri ile de yakın sonuçlar elde edilmektedir.

4. Sonuçlar

Elektrik enerji sisteminin anahtarlama elemanı olan kesicilerin saha testlerinin düzenli olarak yapılması, test sonuçlarının değerlendirilmesi, muhtemel arızaların önceden tespit edilip, istenmeyen enerji kesintilerinin önlenmesi, enerji kalitesinin devamı açısından son derece önemlidir. Kesicilerin ömürlerinin değerlendirilmesi, bakımlarının çok ciddi takip edilmesi ve yapılması gerekmektedir. Kesicilerde çok büyük arızalarla karşılaşmamanın ve bu arızaların meydana getirdiği çok ciddi finansal ve teknik problemlerden korunmanın yolu, uygun teknik cihazlarla donatılmış ekip ve donanımlarla önceden hataları saptamaktır.

Bu çalışmada, kesicilerin montaj hatalarının hareket analizi ve DKD testleri ile tespit edilmesi incelenmiştir. Hareket analizine ve DKD sonuçlarına bakılarak kesicinin arıza durumuna ilişkin tahminleri yapılmış ve kesicinin ilgili montaj hataları düzeltilerek büyük arızalar meydana gelmeden tespit yapıp maddi kayıpların önüne geçilmiştir. Kesicilerin hareket analizi ve DKD testleri kesici hakkında önemli bilgiler vermektedir.

5. Kaynaklar

- Adam A., Baraboi A. and Pancu C., 2007, Monitoring And Diagnostic System For High Voltage Circuit Breakers, International Conference on Electromechanical and Power Systems, 55-60.
- Baudart C., Bergman Wj., Buerger J. Et Al., 2000, User Guide For The Application Of Monitoring And Diagnostic Techniques For Switching Equipment For Rated Voltages Of 72,5 kv And Above, Cigre Working Group 13.09, 1-160.
- Bhole A.A., Bobdey B.S., 2014, Dynamic Contact Resistance Measurements on HV Circuit Breaker, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 3 Issue, 1292-1296.
- Bhole A.A., Gandhare W. Z., 2016, An Overview of Dynamic Contact Resistance Measurement of HV Circuit Breakers, J.Inst.Eng. India Ser. B, 219-226.
- Bossu J., 2012, SF6'lı Şalter GL316 Yaylı Kumandalı FK3- Talimatlar El Kitabı, Alstom, 1-8.
- Cheng T., Gao W., Liu W. and Li R., 2017, Evaluation Method Of Contact Erosion For High Voltage Sf6 Circuit Breakers Using Dynamic Contact Resistance Measurement, Electric Power Systems Research, 1-8.
- De Souza R.T, Da Costa E.G., De Oliveira A.C., De Sousa W., De Moraes T.C.M., 2014, Characterization of Contacts Degradation in Circuit Breakers Through the Dynamic Contact Resistance, IEEE PES Transmission & Distribution Conference and Exposition - Latin America , 1-6.
- Foster R., 2019, Circuit Breaker and Transducer, Netaworld, 42-55.
- IEC 62271-310, 2004, High-Voltage Switchgear and Controlgear, Part 310, 1-64.
- Landry M., Mercier A., Ouellet G., Rajotte C., Caron J., Roy Hydro-Quebec M., 2004, A New Measurement Method of the Dynamic Contact Resistance of HV Circuit Breakers, Cigre A3-112 Session 2004, 1-8.
- Landry M., Mercier A., Ouellet G, Rajotte C, Caron J., Roy M., and Brikci F., 2006, A New Measurement Method of the Dynamic Contact Resistance of HV Circuit Breakers, IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition, 1002-1010.
- Landry M., Turcotte O., and Brikci F., 2008, A Complete Strategy for Conducting Dynamic Contact Resistance Measurements on HV Circuit Breaker, IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 23, 710-716.

- Özkan Y., 1994, Yüksek Gerilim Güç kesicileri Teori, Tasarım ve Deney, İstanbul teknik Üniversitesi Matbaası Gümüşsuyu, 1-20.
- Smeets R., Sluis L., Kapetanovic M., Peelo D., 2015, Switching in Electrical Transmission and Distribution Systems, Wiley, 204-207.
- Sodha N.S., Singh S., Victor S., Tyagi R.K., 2012, Condition Assesment of EHV class Circuit Breakers Using Dynamic Contact Resistance Measurement Technique, Cigre A3-205, 44thInternational Conference on Large High Voltage Electric Systems , Paris, France , 1-12.
- Stanisic Z. and Neimanis R., 2010, A New Ultra Lightweight Method For Static And Dynamic Resistance Measurements, IEEE International Symposium on Electrical Insulation, San Diego, USA, 1-5.
- Weerasekera K., Bandara K., Kumara S., Fernando M., 2019, Condition Assessment of HV Circuit Breaker Contacts Using Dynamic Resistance Measurements, IEEE 14th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS), 101-106.