

ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE BULUNAN TRAFOLARDA KULLANILAN YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ

Kaan Karaağaç¹

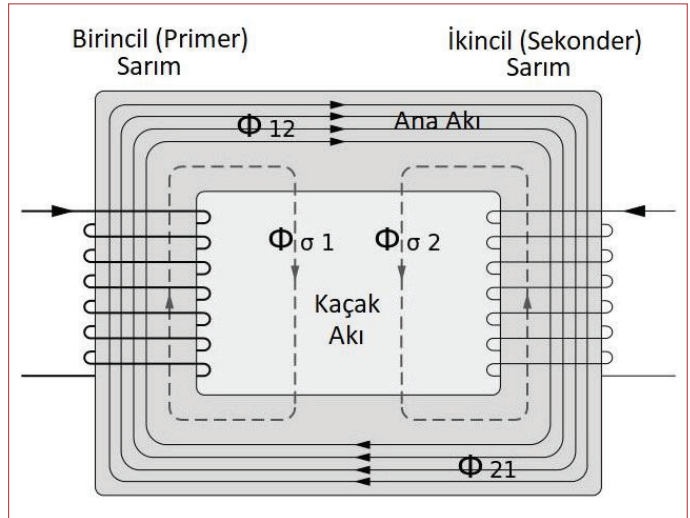
1. GİRİŞ

Genel bakışma çalışma endüstriyel tesislerde bulunan veya endüstriyel tesisler başta olmak üzere büyük alanların elektrik dağıtımını yüklenen trafolarla oluşabilecek yangınlarda ortam ve koşullara bağlı olarak en etkin söndürme sisteminin seçiminde hangi seçeneklerin olduğu ve bu seçeneklerin uygunluğunun incelenmesi üzerinde bilgi verme amaçlı olarak yapılmıştır. Ortamın açık ya da kapalı olması, trafo kapasitesi ve trafonun yerleştirildiği alan boyutu karar mekanizmasında göz önünde bulundurulması gereken bazı etkenlerdir. Sistem seçimi ve kullanımı bu etkenler göz ardı edilmeden testler ve araştırmalar sonucunda ulaşılmış olan ve standartlaşan kullanım biçimleri bozulmadan yapılmalıdır.

Trafolar temelde bir elektrik akımının şiddetini, gerilimini veya şeklini değiştirmeye yarayan cihazlardır. Genel anlamda trafolar, şehir merkezlerinden kilometrelerce uzakta olan ve taş kömürü, linyit ya da barajların bulunduğu yerde alternatif akım üreten elektrik santrallerinden ihtiyaç duyulan noktalara üretilen elektriğin en az kayıpla taşınması görevini üstlenir. Bunu yüksek voltaj farklılıklarında gücü sabit tutabilme yetisi sayesinde sağlar.

Trafoların sıklıkla yararlanıldığı bir diğer nokta ise uzun me-

safelerden taşınmış olan elektrik devresinin, kullanıma uygun voltaj ve güç içerecek olan diğer bir elektrik devresine elektromanyetik indüksiyonla bağlanmasıdır. Bir elektrik devresinden (primer) bir diğer elektrik devresine (sekonder) aktarım elektromanyetik alan yardımıyla yapılmaktadır. Bu primer ve sekonder sargıları birbirlerinde çeşitli yağlar, pres bant, kağıt, pertinaks, pamuk reçine ve ağaç takozları gibi maddelerle izole edilirler.



Şekil 1. Trafo Çalışma Prensibi

¹ Karina Tasarım, Danışmanlık ve Eğitim Hiz. Ltd. Şti. - Ankara - kaan.karaagac@karina.gen.tr

Elektriğin yüksek voltaj ve düşük akım ile taşınması ile elektro manyetik alan ile bir diğer devreye bağlanması işlemlerinde voltajın ve dolayısıyla akımın her durumda dengeli tutulamaması devrelerde farklı yükler oluşturarak hatlarda sıcaklık artışına neden olabilir. Bunun haricinde imalat hatası, yalıtım zafiyetleri, bakım yoksunluğu, yıldırımlar, aşırı yüklenmeler, nem ve malzeme yaşlanması gibi durumlara bağlı olarak çekirdek (saç göbek) ya da elektromanyetik alan yaratan bobinlerin (sarımlar) yalıtımında oluşabilecek sorunlar gerek elektrik atlamaları gerekse beklenti dışı sıcaklık yüksekliliği nedeniyle kablo sarımlarında, izolasyon malzemelerinde ya da trafo yağında yanmayla sonuçlanabilir.

Özellikle yüksek kapasiteli yağ soğutmalı trafolarla olası bir anlık sıcaklık artışı, tutuşma vb. durumlar belirli bir süre sonra kapalı olarak duran büyük hacimli yağ tankında yalnızca yangınla değil patlama ile de sonuçlanabilir. Bu tip olası yangın ve sonucundaki patlamalar yalnızca mal güvenliği değil yangından korunma kapsamında en öncelikli öge olan can güvenliğini tehdit edebilmektedir. Tehdit göz önüne alındığında yangının en kısa süre içerisinde söndürme öncesinde, söndürme esnasında ve söndürme tamamlandıktan sonra ek riskler yaratılmadan en doğru şekilde söndürülmesinin öncelikli olarak üzerinde durulması gerektiği görülmektedir.

2. YANGIN YAPISI VE OLASI TRAFÖ YANGINLARI

Yangınlar genel anlamda ısı enerjisi, oksijen ve yakıtın kontrolüne bağlıdır. Yangın üçgeni bu elemanların kontrolü ve yangın oluşumu ilişkisi adına iyi bir grafik gösterim sağlamaktadır. Yangın üçgeni konu kapsamında basit şekilde şu şekilde gösterilebilir;

Görselde verilen bu üç elementten herhangi biri mevcut olmaması halinde yangın başlamaz ya da başladıktan son-



Şekil 2. Yangını Oluşturan Bileşenler

ra bu elementlerden birinin eksikliği durumunda yangın söner. Trafo özelinde ısınmayla yaşanacak elektrik kaybı ve verimlilik düşümü aynı zamanda yangın riskinin artmasına da neden olduğu için engellenmesi ve göz önünde bulundurulması gereken bir konudur.

Elektrikli ekipmanlardan olan trafoda yangın üçgeninin ısı kaynağı olan bazı elektriksel sıcaklık artış nedenleri aşağıdaki gibi altı ana başlık altında incelenebilir;

- Direnç
- İndüksiyon
- Dielektrik
- Ark (Kıvılcım)
- Statik elektrik
- Yıldırım

Direnç Isınma: Her zaman elektirikli ekipmanlarda bulunan direnç, kontrol altında tutulamaması nedeniyle kısa sürede yüksek sıcaklıkların oluşmasına neden olabilir. Bu sorun özellikle uygun malzeme ya da kesit kullanılmamış kablolarında, aşırı yüklenme durumunda veya soğutma akışkanının tıkanması durumunda noktasal ısınmalar sonucunda yangın oluşumuna neden olabilir.

İndüksiyonla Isınma: Bu durum, trafonun iskeleti ve tanklarında manyetik alanda oluşan kaçak akı ve aynı zamanda yüksek manyetik metallere yakında oluşan yüksek akımlardan dolayı gelişir. Aşırı yüklenme ve soğutmadaki yetersizlik durumlarında ortaya çıkması muhtemeldir.

Dielektrik Isınma: Bu durum dielektrik malzemelerin yüksek dielektrik gerilime maruz kalması durumunda yaşanır. Dielektrik gerilim çok yüksek noktalara ulaşırsa veya ulaşılan gerilim sonucunda atılması gereken ısı atılamazsa yüksek ısı yayılmaya başlar. Dielektrik ısınmalara özellikle yüksek voltaj burçlarında (bushingler) ve yüksek voltaj kablo sonlandırılmalarında karşılaşılır. Özellikle zamana bağlı malzeme yaşlanması ve artan nem seviyesiyle oluşan bozunmalarda termal kaçaklar oluşur. Trafo için en çok yangına sebebiyet veren durumlardan biri burç ve kablo sonlarındaki sorunlar olsa da bunun her zaman dielektrikle ilgili bulunmamaktadır.

Ark Isınması: Büyük çoğunluklu olarak trafo yangınlarının ana sebebi ark oluşumudur. Ark ısınması, dielektrik malzemelerin dielektrik gerilime dayanamaması ve elektrodlar

arasında kıvılcım yaratmasıyla oluşur. Bu ark iki elektrod arasında düşük dirençli bir yol oluşturur ve oluşan bu düşük dirençli yol da elektrodlar arasında yüksek bir akım taşınmasına neden olur. Yüksek akımlı bu yol megajoule seviyelerinde olabilir ve bu da noktasal olarak binlerce derecelik bir sıcaklık yaratabilir.

Statik Elektrik Isınması: Statik elektrik düşük enerji içeriğinden dolayı doğrudan bir yangın sebebi oluşturmamakla beraber uzun sürelerde dielektrik bozulmalarına ve arklara neden olması nedeniyle trafolarla dolaylı yoldan bir tehlikeli içerir.

Yıldırım Isınması: Bu durum da statik elektrik nedenli ısınma gibi doğrudan bir yangına neden olmamakla beraber geçici yüksek gerilim oluşumu sonucu trafo üzerinde dielektrik bozulmalara yol açması nedeniyle yangına sebebiyet verebilmektedir.

3. TRAFOLARDA YANGINDAN KORUNMA HEDEFLERİ

Tüm yangından korunma temelli düşüncülerde olduğu gibi can güvenliği bir trafonun yangından korunması ve yangın durumunda söndürülmesi açısından en öncelikli konudur. Bu nedenle konu yangından korunma olduğunda aktif söndürme olanaklarının yanında yangının yayılmaması ve olası patlamalardan en az zararla çıkış için pasif korunmalar da kayda değer bir öğedir.

Pasif korunmada asıl hedef, yangını söndürmekten çok söndürülebilir bir yangının çeşitli şekilde yayılarak kontrol altına alınmasının imkansızlaşmasını önlemektir. Özellikle yardımcı servis trafolarından öte trafo merkezlerinde yan yana konumlanmış, yüksek kapasitesi olan yükseltici ve alçaltıcı trafoların yanması durumunda pasif korunmanın, yangının kontrol edilebilir seviyelerden çıkmaması konusunda etkin

bir rolü vardır. NFPA bu konuda yangın yayılım ihtimalini ortadan kaldırmak için trafoların birbirinden herhangi bir ayırıcı duvar olmadan ne mesafede durması gerektiğini aşağıdaki gibi vermektedir;

Ayrıca yangın yayılımı ve yangının kontrolden çıkması sorununu NFPA-850'de de bahsi geçtiği gibi bazı ayırıcı yangın duvarları ile çözülebilir. Üç saat yangın dayanımlı bu ayırıcı duvarların konumlanması NFPA-850 de ayrıntılı olarak verilmektedir.

Oluşmuş bir yangında kullanılacak olan aktif söndürmenin asıl hedefi ise, söndürmenin en kısa süre içerisinde tamamlanması ve yapılan söndürmenin herhangi bir yan etkiye (çevre kirliliği, yangının taşınması vb.) neden olmamasıdır. Yangın söndürme amaçlı kurulan bir sistemin yangın anında çalışması sonucunda trafodaki yüksek sıcaklıklı yüzeylerde ani sıcaklık değişimine bağlı olarak yangının yayılması veya yangının patlamaya dönüşmesi durumu yaşanmadan tedbirlerle önlenmesi gereken bir konudur.

4. TRAFOLARDA YANGINDAN KORUNMA UYGULAMALARI

Önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi farklı amaçlara hizmet etmek için çeşitli kapasitelerde ve içeriklerde trafolar kullanılmaktadır. Bunlar genel olarak boyutsal, elektriksel risk vb. konular nedeniyle kapalı veya açık alanlara konumlandırılabilir. Söndürme sistemi tasarımları yapılırken trafoların kapasiteleri yanında açık ya da kapalı alanda olmaları da kullanılacak sistemin kararında belirleyici olmaktadır.

Açık saha trafolarında yaygın olarak kullanılan ve standartlarda da belirtilen söndürme şekli sulu veya sulu köpüklü söndürme sistemidir. Sulu sistemler soğutma etkisinin yoğunluğu nedeniyle yangın üçgeni içindeki sıcaklık ögesini üçgenden çıkararak yangını söndürmeyi hedeflerken, sulu köpüklü sistemler yakıtın oksijenle arasındaki bağı keserek yangını söndürmeyi hedeflemektedir.

Sulu söndürme sistemi sistem kolaylığı açısından dış mekan trafolarında çoğunlukla tercih edilir. Uygulama belirlenen trafo yüzeyine 10.2 (L/min)/m², ayaklarına ise 6.2 (L/min)/m² 'den daha düşük yoğunlukta olmayacak şekilde ve en az 15 dk'lık süresiyle yapılır.

Tablo 1. Trafo Kapasitesine Bağlı Uzaklaşma Mesafesi

Trafo Yağ Kapasitesi		Yangın Duvarı ile Ayrılmayan Trafolar Arasındaki En Az Uzaklık	
gal	L	ft	m
<500	<1,893	See 5.1.2.2	
500-5,000	1,893-18,925	25	7.6
>5,000	>18,925	50	15.2



Şekil 3. Sulu-Köpüklü Söndürme Sistemi

Sulu köpüklü sistemi ise daha düşük yoğunluk ve kapasitele- re ihtiyaç duyulması nedeniyle tercih edilmektedir. Uygula- ma belirlenen trafo yüzeyine 6.5 (L/min)/m²'den daha düşük yoğunlukta olmayacak şekilde ve en az 10 dk'lık uygulama süresiyle yapılır.

İç mekanda bulunan trafolarla ise yaygın olarak kullanılan ve standartlarda belirtilen söndürme şekiller su sisi ve CO₂ gazlı söndürme sistemi uygulamalarıdır. Su sisi temelde spreyleme yaptığı odanın nem miktarını yükselterek mahal- de oluşan ısı enerjisini emerek yanmaya engel olmaktadır iken, CO₂ gazlı söndürme sistemi ortamdaki oksijen yoğun- luğunu düşürerek söndürme sağlar. Her iki sistemin de hem yüksek hem düşük basınçlı tasarımları mevcuttur. Yüksek ve düşük basınçlı sistem tasarımları, yer, mahal büyüklüğü, kul- lanım şekli vb. etkenlerin ışığında seçilmektedir.

Su sisi sistemi temelde yüksek ve düşük basınçlı olmak üze- re iki gruptan oluşmaktadır. Su sisi sistemi sprinkler/nozul kullanımıyla yüksek debili su akışı ve yüksek kapasiteli pom- paların kullanımını azaltması nedeniyle tercih edilmektedir. Yüksek basınçlı sistemler gazlı söndürme sistemine benzer bir tetikleme kullanırken, düşük basınçlı sistemler yangın pompası ile basınçlandırılmaktadır.

CO₂ gazlı söndürme sistemi bölgesel uygulama ve tümden boşaltma olmak üzere iki ana gruptan oluşur. Tümden bo- şaltma sisteminin kullanılabilmesi için trafonun sızdırmaz bir odada bulunması gerekmektedir. Sistem, trafonun bu-

lunduğu odada en az %34 CO₂ yoğunluğu 20 dk boyunca sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır. Bölgesel uygulama ise söndürülecek olan noktadan 60 cm uzağa yerleştiril- miş olan nozulla yoğunluğu 16 kg/min.m³'den düşük ve uygulama süresi 30 sn'den az olmamak şartıyla tasarlan- maktadır.

5. SONUÇ

Günümüzde elektriğin hayatımızda her noktada bulunma- sı, ihtiyacı bulunan elektrik enerjisini sağlayan trafoların hacimsel büyüklüklerine bağlı taşıma, montaj vb. zorlukla- rı, yangın durumunda çevresel zararları ve can güvenliğini tehlikeye atması gibi konular değerlendirmeye alındığında trafolarla yangın söndürmenin ne denli önem taşıdığı ra- hatlıkla görülebilmektedir.

Trafolar için söndürme sistemler içerikte de bahsedildiği gibi, trafoların açık veya kapalı alanda kullanılması, trafo kapasitesi, yer uygunluğu vb. etmenler göz önünde bu- lundurulurken seçilmelidir. Aktif olarak kullanılan bir çok sistem bulunmasına rağmen her sistem bünyesinde kendi olumlu ve olumsuz yanlarını barındırmaktadır. Kurulum- larının büyük dikkatle ve titizlikle yapılması, standartlara bağlı kalınması sistemin uygulama bölümü için zorunlu durumdadır. Sistemin tasarımı ve uygunluk bölümünde ise farklı sistemlerin olumlu ve olumsuz yönlerinin göz önünde bulundurulması ve tesisin durumuna göre stan- dartlardan bağımsızlaşmadan en doğru seçimin yapılma- sı gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1. Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations
2. NFPA Fire Protection Handbook
3. **Petersen, A.** Working Group A2.33., 2013, "Guide for Transformer Fire Safety Practices", CIGRE (Büyük Elektrik Sistemleri Uluslararası Konseyi).
4. U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, Denver, Transformer Fire Protection
5. **Yıldız H.A., İsmailoğlu H.** "Güç Transformatörlerinde Kullanılan Selüloz Bazlı Katı ile Sıvı Yalıtım Malzemelerinin Özellikleri ve Etkileşimleri", Kocaeli Üniversitesi.