

Endüstriyel Tesislerde Elektrik Tesisat Elemanlarının Montajlarının Kalite Kontrolü

Selahattin Küçük
selahattin.kucuk@armaganmuhendislik.com.tr



Elektrikli tesisat elemanlarının (elektrikle çalışan her türlü cihaz, makine, yardımcı elemanlar ile bunları birbirine bağlayan her türlü tesisat malzemesi) kullanacağı yere nakli, montajı ve devreye alınması aşamalarında yapılacak her türlü faaliyet için gösterilecek özen, imali için gösterilen özenden daha az olmamalıdır. Tesisat elemanları ne kadar kaliteli yapılırsa yapılırsa, montaj ve testlerinin özensiz yapılması halinde, hem istenen performans elde edilemez, hem de bu elemanlar can ve mal güvenliğini tehlikeye düşürür, ekonomik kayıplara neden olur, dolaylı/dolaysız çevreye zara verebilirler,

Elektrikli tesisat elemanlarının imali için geliştirilmiş çok sayıda ulusal ve uluslararası standartlar olmasına rağmen, bunların montaj ve devreye alınması için geliştirilmiş bir standart, bir yöntem bulunamamaktadır. Sadece bazı tesisat elemanlarının montajı için yönetmelikler vardır. Elektrikli tesisat elemanlarının montaj ve devreye alınması, genelde personelin edindiği deneyim ve tecrübelerle yapılır, bu da her iş ve projede farklılık göstermektedir. Yapılan montajın kalitesi, yapılacak testlerin ne olacağı, hangi ölçümlerin ve nasıl yapılacağı, belgelendirmesi hep amatörce yapılmış, bir formata oturtulamamıştır. Bu da zaman zaman yanlışlıklara, aynı kontrol ve testlerin tekrarlanmasına ve telafisi zor mal ve can güvenliği zafiyetleri oluşturmuştur.

Bu çalışmada yukarıdaki paragraflarda bahsedilen eksikler, zayıflıklar dikkate alınarak elektrikli tesisat elemanlarının montaj kalitesinin kontrolü için çok uzun yıllar endüstriyel bir tesiste yapılan uygulamalar verilmektedir.

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi doğduğumuz günden başlayarak hayatımız boyunca karşılaştığımız bir enerji şekli olup, bugün ulaştığımız refah seviyesini çok önemli bir oranda elektrik enerjisine borçluyuz. Elektrik enerjisi kolay dönüşümü, bulunduğu bölgeden daha uzaklara iletimi, dağıtımı, çok küçük parçalara bölünerek kullanılabilme avantajları ve çevreye uyumlu olması dolayısıyla geçmişte olduğu gibi gelecekte de en fazla tercih edilen enerji şekli olacaktır.

Elektrik enerjisinin en fazla tüketildiği alan sanayidir. Tüketilen elektrik enerjisinin yarısı sanayide daha sonra sırasıyla konutlarda, ticari hayatta, genel aydınlatmada ve resmi dairelerde kullanılmaktadır.

Elektrik enerjisinin kullanımından

en yüksek verimi en güvenli şekilde elde edebilmek için tesisin projelendirilmesinin amacına uygun hazırlanması, ekipmanların / malzemelerinin uygun seçilmesi ve montajlarının düzgün yapılması gerekir.

Bu çalışmada endüstriyel tesislerde daha önce projelendirilerek, standartlara uygun olarak temin edilen ekipmanların /malzemelerin montajından sonra, tesisin tamamında, yükler dâhil olmak üzere her türlü tesisat elemanının gözle kontrolü ve standartlara uygun olarak test edilerek devreye alınması ve müşteriye/kullanıcıya devri için yapılacak faaliyetler verilecektir.

Endüstriyel tesisin tamamı yeni olabileceği gibi, bir bölümü yenilebilir veya bir tesis elemanı değiştirilebilir/ilave edilebilir. Bu durum

da monte edilen tesisat veya tesisat parçalarının standartlara, yapımcı firmanın talimatlarına göre montajının kontrolü, işletmenin güvenli, sürekli ve verimli çalışması açısından önemlidir. Diğer taraftan kontrollerin nasıl yapılacağı, neleri içereceği ve hangi testlerin yapılması gerektiği gibi konuların işin başında belirli kurallara bağlanması ve yapılan her işlemin belgelendirilmesi gerekir.

Bu kontroller montaj aşamasında, çoğunlukla montaj sonrasında, kabul çalışmaları esnasında yapılacak faaliyetleri kapsar. Şüphesiz sahada yapılacak testler, yapımcı firmanın imalâhanesinde çok detaylı yapılan testlerin tekrarı değildir.

2. KONTROL KRİTERLERİ

Montaj sonrası kontrol aşamalarının neler olduğu ve hangi testlerin

yapılacağı daha sonraki paragraflarda kalite kontrol planlarına uygun olarak verilecektir. Kalite kontrol planları malzemenin, ekipmanın karakteristik değerleri ve ilgili standartlar göz önünde bulundurularak hazırlanacaktır.

Kontrol ve testlerde elde edilen değerlerin önemi ve olması gereken değerlerden sapma yüzdesi, malzemenin veya ekipmanın işletmedeki yerine, can ve mal güvenliğini bozma olasılığına bağlı olarak değişir.

Bu yüzden kontrol ve testler malzemenin, ekipmanın, tesisin veya devrenin önemine göre her biri veya seçilecek bazı kısımları için yapılabilir.

Bir tesisat elemanının montajının kalite kontrolü ve geçici kabulü dört aşamadan oluşmakta olup, bunlar;

- Tesisat elemanının montaj sahasına getirilmeden önceki kontrolü,
- Tesisat elemanının montajının gözle kontrolü,
- Tesisat elemanının devreye alınmadan önce testlerinin yapılması.
- Montaj, kontrol ve testleri yapılan ekipman veya tesisat elemanının müşteriye/kullanıcıya devri

a. Montajın Kalitesi

Endüstriyel tesislerin elektrik sisteminde kullanılacak her türlü tesisat elemanının projeler, standartlar ve işletmenin geçmiş tecrübeleri göz önünde bulundurularak montajı, kontrolü ve testlerinin yapılması kaliteli bir tesisin ortaya çıkması açısından önemlidir.

Montajı yapılacak tesisat elemanının projelere, şartnamelere ve ilgili standartlara uygun, en son teknolojik ürünler olması ve uygun koşullarda bulunması gerekir. Keza elektrik tesisatının yapımında, ekipmanların montajında kullanılacak alet ve edevatın da iyi kalitede ve amacına uygun olması, montaj malzemelerinin düzgün, kusursuz ve standartlara uygun seçilmesi kaliteli bir işçiliğin ortaya çıkmasında önemlidir.

Tesisatın montajında kullanılacak her türlü montaj elemanının daha önce orijinal olarak dizayn edilip, çapaklarının alınmış, gerekiyorsa galvaniz edilmiş ya da boyanmış olarak sahaya getirilmiş olması gerekir. Montaj yerinde proje mühendisinin bilgisi dışında kaynaklı montaj yapılmamalıdır.

Montaj/yapım sırasında projelere aykırı veya olası her türlü değişiklik montaj mühendisinin bilgisi dâhilinde olmalı ve hemen resimlere işlenerek revizyonlar yapılmalıdır.

Montaj/yapım aşamasında projelere uygun olarak işletmenin emniyetli ve güvenli çalıştırılması için yeterli geçiş koridorları bırakmak, sahaya uygun malzeme seçmek, yeterli aydınlatma yapmak ve emniyet bariyerleri tesis etmek gerekir.

Parlayıcı, patlayıcı gaz ve mahsul-lerin olduğu alanlar ile rutubetli bölgeler ve yüksek ısı üreten ekipmanların çevresindeki montajlara daha bir özel önem verilmeli ve uygun malzemeler seçilmelidir.

2.2 Görev ve Sorumluluklar

Elektrik tesisat elemanlarının montajı yapıldıktan sonra saha kontrollerinin nasıl yapılacağı ve bu kontrollerde bulunacak personelin sorumluluklarının dağılımı Tablo 1'de, bu tesisat elemanlarının devreye alınmadan önceki kontrol ve testlerinde hangi kriterlerin göz önünde bulundurulacağı, kontrol ve testlerde tarafların hangi düzeyde temsil edileceği ise Tablo 2'de verilmiştir. Kontrol ve denetimlerde bulunacak personelin seçimi, montaj ihalesinin yapıldığı aşamada, olası tartışmalara meyden vermemek için belirlenmelidir.

2.3 Kontrol ve Test Sonuçlarının Belgelendirilmesi

Saha kontrollerinin her bir tesisat elemanı için kayıt altına alınması ve belgelendirilmesi Ek-1'de verilen örnek formdaki bilgilerin sahada birer, birer gözden geçirilmesi ile bu tesisat elemanlarının devreye alınmadan önceki kontrol ve testlerinin belgelendirilmesi ise Ek-2'de verilen örnek formdaki testlerin tamamlanması ile yapılır. Ek-1 ve Ek-2'de verilen örnek formlar her bir ekipman ve tesisat

Kontrol Kodu	Kontrolü Yapılacak Tesisat Elemanı	Referans Doküman	Kayıt Formu	Testteki Sorumluluklar			
				T	M	İ	İ
T 1.1	Transformatörler			1	2	7	2
T 1.2	Şalterler (SWG, MCC vb.)			1	2	7	2
T 1.3	Motorlar			1	2	7	2
T 1.4	Kablo Tesisatı			1	2	7	2
T 1.5	Konduit Tesisatı			1	2	7	2
T 1.6	Aydınlatma Tesisatı			1	2	7	2
T 1.7	Haberleşme Sistemleri			1	2	7	2
T 1.8	Topraklama			1	2	7	2
T 1.9	Direkt Temas Önlemleri			1	2	7	2
T 1.10	Şalter ve Akü Odaları			1	2	7	2
T 1.11	Akü Grupları			1	2	7	2
T 1.12	Yardımcı Ekipmanlar			1	2	7	2
T 1.13	Prizler			1	2	7	2
Kısaltmalar :		1 : Testi Yapan 2 : Tanıklar 3 : Denetleme 4 : Kontrol		5 : Onay 6 : İmza 7 :Gözden Geçirme			
T : Taşeron M : Müteahhit İ : İş Sahibi							

Tablo 1. Montajı yapılan elektrik tesisat elemanlarının saha kontrollerinin yapım ve kontrollerinde bulunacakların görev ve sorumlulukları.

Test Kodu	Testi Yapılacak Tesisat Elemanı	Referans Doküman	Kayıt Formu	Testteki Sorumluluklar			
				T	M	İ	
T 2.1	Transformatörler			1	2	2	
T 2.2	Şalterler (SWG, MCC vb.)			1	2	2	
T 2.3	Dirençler			1	2	2	
T 2.4	Aküler			1	2	2	
T 2.5	Senkron Motorlar			1	2	2	
T 2.6	Asenkron Motorlar			1	2	2	
T 2.7	Generatörler			1	2	2	
T 2.8	Kablo Tesisatı			1	2	2	
T 2.9	Aydınlatma Tesisatı			1	2	2	
T 2.10	Topraklama Sistemi			1	2	2	
T 2.11				1	2	2	
Kısaltmalar :		1 : Testi Yapan 2 : Tanıklar 3 : Denetleme 4 : Kontrol		5 : Onay 6 : İmza 7 : Geçirme :Gözd			
T : Taşeron M : Müteahhit İ : İş Sahibi							

Tablo 2. Geçici kabulü yapılacak elektrik sistemi ile tesisat elemanlarının testlerinde bulunacakların sorumluluklarının paylaşımı.

elemanı için geliştirilmiş olup, istenen ilaveler ve revizyonlarla veya herkesin kabul edeceği standart bir formata getirilebilir.

Belgelendirme tesisat elemanlarının montajında olası tereddütleri ortadan kaldıracığı gibi, daha sonra yapılacak kontrollerde referans bilgi olması bakımından önemlidir

2.4 Malzemelerin / Ekipmanların Montaj Yerine Nakli

Elektrik tesisatının montajından sorumlu yüklenici ya da taşeronu montajı yapılacak malzemeleri ambardan ya da depodan veya piyasadan satın alarak montaj alanına sağlam bir şekilde nakleder. Nakil işleminden sorumlu kişi malzemeyi veya ekipmanı

sağlam, kusursuz ve orijinal paketinde/ambalajında teslim alarak montaj yerine ulaştırmakla sorumludur.

Gerek yükleme/boşaltma gerekse nakilde kullanılacak taşıtların uygun evsafa ve güçte olması, nakil güzergâhının nakledilecek ekipmanın boyutlarına uygun olması, altyapının nakledilecek ekipmanın ağırlığını kaldırabilmesi gerekir. Malzemenin / ekipmanın boyut ve önemine göre hava şartlarının nakil işlemine uygun ve nakil işleminin mümkünse iş ve trafik yoğunluğunun düşük olduğu saatlerde yapılması tercih edilmelidir.

Tesisat elemanı sahadaki montaj yerine götürülmeden önce bulunduğu ambarda/depoda gözle herhangi bir çarpmanın, kırılmanın olup olmadığı amacıyla kontrol edilmelidir. Bu şekilde bir kontrol tahribatın nerede olduğu hakkında bir fikir verebileceği gibi, tesisat elemanının montajdan sonra tekrar sökülerek değiştirilmesi için gerekli süreci ortadan

kaldıracaktır.

Bu kontrol, ambar/depoda yapılacağı gibi, özel ambalaja sahip tesisat elemanları için montaj alanında da yapılabilir.

2.5 Montajın Kalite Kontrolü

Elektrik tesisat elemanları ile aksesuarlarının projelere, yapımcı firmanın talimatlarına, emniyet kurallarına uygun olarak sahadaki montajları, montaj süresince ve montaj tamamlandıktan sonra gözle kontrol edilmelidir. Bu kontroller esnasında ekipmanın doğru ve düzgün olarak monte edilip edilmediği, herhangi bir parçasında meydana gelen ezilme, kırılma gibi tahribatlarda tespit edilebilecektir.

Elektrik tesisat elemanlarının montaj yeri nemli, tozlu veya parlayıcı, patlayıcı mahsuller içeren normalden farklı bir ortam ise, ekipmanlar ve aksesuarlarının ilgili standartlara uygun olması ve montajlarının buna göre yapılması gerekir.

Elektrik tesisat elemanları ile bunların uzantı, eklenti ve tamamlayıcı parçaları olarak aşağıdaki gruplamalar yapılabilir;

- Transformatörler,
- Şalterler (MCC, Orta ve Yüksek gerilim şalterleri), alçak gerilim panelleri,
- Motorlar
- Kablolar,
- Havai hat iletkenleri,
- Konduit ve tepsisi tesisatı,
- Aydınlatma tesisatı,
- Haberleşme tesisatları,
- Topraklama tesisatı,
- Statik elektrik ve yıldırıma karşı koruma tesisatı,
- Direk temasa karşı alınacak tedbirler,
- Akü odaları,
- Akü grupları,
- Prizler,
- Dizel generatörler,
- Transformatör ve MCC'ler arasın-



daki elektriksel bağlantı elemanları (Bus-duct),

- Kapasitör Panelleri,
- DC Rectifier (DC UPS),
- AC UPS,
- Motor Kontrol İstasyonları (LCS),
- Elektrikli proses ısıtıcıları (heating),
- Elektrikli ısıtma (tracing),
- Uçak ikaz lambaları,
- Hız kontrol cihazları, vb.

Yukarıdaki elektrik tesisat elemanlarından Transformatörlerin montajının kalite kontrolü Ek-1'e göre yapılabilir. Benzer kalite kontrol formları diğer ekipmanlar için geliştirilmiştir/ geliştirilebilir.

2.6 Geçici Kabul Öncesi Testler

Elektrik tesisatı geçici de olsa devreye alınmadan önce montaj aşamasında ve sonrasında yapılan saha tetkiklerinde belirlenen kusurların giderilmiş, eksiklerin tamamlanmış olması gerekir. Geçici kabul aşamasına gelindiğinde ise montajı yapılan ekipmanların gözle tespit edilemeyen eksik ve kusurları giderilmeye çalışılır. Bu aşamadan sonra sistem artık devreye alınmaya hazır olup, güvenli bir şekilde çalıştırılabilir. Elektrik tesisatı elemanlarının devreye alınma sürecinde veya daha sonra çalıştırılırken ortaya çıkabilecek, can ve mal güvenliğini tehlikeye düşürecek, işletmenin performansını etkileyebilecek eksikliklerin montaj esnasında veya sonrasında tespit edilmesi, giderilme-

[illegible]

Ek-1: Transformatörlerin montajının kalite kontrolü

si bazen de test edilerek ortaya çıkarılması gerekir.

Bu şekilde geçici kabul aşamasına
gelindiğinde;

- Tesis aşamasında ortaya çıkan anormallikler giderilmiş,
- Elektrik sistemindeki hatalar düzeltilmiş,
- Çeşitli makineler, cihazlar vb. hareketli, sabit tesisat elemanları çalıştırılabilir duruma gelmiş olacaktır.

Mekanik montaj kontrolü yapılan her türlü elektrik tesisat elemanı ile bunların uzantı, eklenti ve tamamlama

İş yeri İşletme No Yıl	
Test kodu : T 2.1	
Rapor No	
Test Tarihi	
TRANSFORMATÖRLERİN SAKA KONTROLÜ	
Transformasyon No : _____ / Tipi : _____	
Ölçme Değerleri :	Ölçü : KVA (Sakın değiştirilmez) / V
Ölçme sınıfı : _____	
Montaj : Yeri ☐ / Sargıların test durumu ☐	
Montaj yeri : Dahili ☐ / Harici ☐ / Organize alanlar ☐	
Ölçme sonucu : ☐ / Montaj sonucu : Kuru ☐ / Nemli ☐ / Havuz etkisiyle değil ☐	
MİKAN OLARAK MONTAJ TAM YIL DÜZGÜN YAPILMIŞ ☐	
AKSESUAR KONTROLLERİ	
Ölçü sonucu : ☐ / Sığartıcı : Kuru ☐	
Başvı sonucu : ☐ / Kademeli değişimlerin potansiyeli : ☐	
Ölçü sınıfı : (Bakışlı) / Akım : _____ / Trip : ☐	
Ölçü sınıfı : Akım : _____ / Trip : ☐	
Ölçü sınıfı : Akım : _____ / Trip : ☐	
Ölçü sınıfı : Akım : _____ / Trip : ☐	
N. tip primer hatları ile ilgili : ☐ / Sağlama tipi : malzemenin kuruma ayarı	
(SOLAKİYON DRENENİN ÖLÇÜMÜ)	
YG Sargısı : _____ / Toprak A0 Sargısı : _____ / Toprak YG Sargısı : _____ / A0 Sargısı : _____ / Yarıtmalı Kontaktör : _____	R ₀ : _____ / Mühür R ₀ : _____ / Mühür R ₀ : _____ / Mühür R ₀ : _____
TEST SONUÇLARI	
P ☐ / N ☐ / P ☐ / N ☐ / P ☐ / N ☐ / P ☐ / N ☐	P ☐ / N ☐ / P ☐ / N ☐ / P ☐ / N ☐ / P ☐ / N ☐
YALITKAN SINIRI DAYANIM TESTLERİ	
Yalıtkan sınırı Tipi : _____	
Test Metodu : _____	
Ölçme değeri : ☐ / Kritik : _____ / Ölçme değeri : ☐ / Kritik : _____	
Yüksek Test : _____	
YÜKTE YAPILAN TESTLER	
Dönüşüm oranı : _____ / Sağlama sonucu : ☐	
Kademeli değişimlerin potansiyeli : ☐	
Test : ☐ / Kontaktör yük testi : potansiyeli gösterenler için : _____ / Test sonucu : P : Geçerli / N : Geçerli	
Test aletleri : _____	
Yapımın Forması	
Kontrol : _____	Kontrol : _____
Onay : _____	Onay : _____
İmza : _____	İmza : _____
Tarih : _____	Tarih : _____

Ek-2: Transformatörlerin geçici kabul öncesi kontrol ve testleri

yıcı parçalarının geçici kabul öncesi testleri, doğası gereği her tesisat elemanı, eklenti ve tamamlayıcı parçaları için yapılması gerekmez. Hangi tesisat elemanlarının testlerinin yapılacağına karar verilerek kabul testlerine ait formlar geliştirilmiştir/ geliştirilebilir. Ek-2'de transformatörler için hazırlanmış bir test formu örnek olarak verilmektedir.

**18-21 Ekim 2017 tarihlerinde düzenlenen V. ETUK kapsamındaki III. Güç ve Enerji Sistemleri Sempozyumu'nda sunulan bildiri metnidir.*

Geleceği Birlikte Kuruyoruz

Oda gereksinimleri için yapılan **Yeni Hizmet ve Eğitim Merkezi** katkılarınızla büyüyecektir.



Bağış Hesabı Banka Bilgileri
Banka Adı: **Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.**
Hesap Adı: **Elektrik Mühendisleri Odası**
IBAN No: **TR86 0006 7010 0000 0050 6926 90**