

TOPRAKLAMA TESTLERİNİN İLERİ İRDELENMESİ BÖLÜM-2

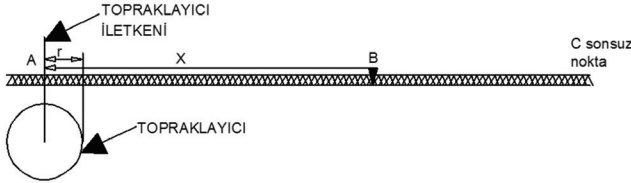
Nebi MUTLU

Elektrik Mühendisi
EMO Ankara Şubesi Üyesi
nebi.mutlu@emo.org.tr

3- TOPRAKLAMA SİSTEMİNE GÖRE REFERANS NOKTA:

Ben “ topraklayıcıdan yeterince uzak bir nokta ki sonsuz uzaklıktaki noktaya göre potansiyeli mühendislik açısından sıfır sayılabilsin” diyorum.

Topraklama yönetmeliği Madde 4 “Referans toprağı (nötr toprak): Topraklayıcıdan yeterince uzak bulunan ve topraklama tesisinin etki alanı dışında kalan yeryüzü bölümüdür. Bu bölümdeki herhangi iki nokta arasında, topraklama akımının neden olduğu gerilim ihmal edilecek kadar küçüktür (Şekil-2’ye bakınız).” der. Bu tanımdan giderek ideal referans nokta sonsuz uzaklıktaki noktadır. Çünkü sonsuz uzaklıkta artık topraklayıcının hiçbir etkisi olamaz. Söz konusu topraklayıcıdan bir arıza akımı akması halinde sonsuz uzak noktada oluşabilecek gerilim de doğal olarak sıfırdır. Bir A noktasındaki topraklayıcıdan arıza akımı akarken, sonsuz uzak noktaya göre topraklayıcıda ve referans olarak kabul edebileceğimiz bir B noktasındaki oluşacak gerilimleri inceleyelim. Hangi şartlarda B noktası referans nokta kabul edilebilir örnekle hesaplayalım:



A Noktasında r yarıçapı olan bir topraklayıcıdan X uzaklıktaki B noktasında gerilim sıfır kabul edilebilecek seviyede ise referans nokta diyebiliriz. Hangi X uzaklığındaki nokta bu özelliğe uyar hesaplayalım. Bazı kuruluş standartlarında 20 metre uzak noktanın referans nokta olduğunu yazmakta ki böyle sabit değer yazmanın çok yanıltıcı olduğunu burada göstereceğiz. Zaten Ulusal Yönetmelik veya uluslararası bir değere de rastlamak mümkün değildir. Şimdi A’da ki topraklayıcıdan bir I akımı akarken A noktasında ve B noktasında sonsuz uzaktaki 0 voltluk noktaya göre oluşacak potansiyel yükselmesini hesaplayalım:

Topraklayıcı yüzeyini saran dx kalınlığında x yarıçapında Q özgül direncine sahip

toprak tabakasındaki gerilim düşüm

$$\Delta v = \frac{QI \Delta x}{4\pi x^2}$$

$$V_a = \int_r^\infty \frac{QI dx}{4\pi x^2} = \frac{QI}{4\pi X} \left\{ \frac{1}{r} \right\} = \frac{QI}{4\pi r}$$

$$V_b = \int_r^\infty \frac{QI dx}{4\pi x^2} = \frac{QI}{4\pi x} \left\{ \frac{1}{X} \right\} = \frac{QI}{4\pi X}$$

Sayısal örnek Q=100 ohm.m r=10m I=10000A

$$V_A = \frac{100 \cdot 10000}{4 \cdot 3,14 \cdot 10} = 7960 \text{ volt}$$

X=20m uzaklığındaki B noktasında ise

$$V_B = \frac{100 \cdot 10000}{4 \cdot 3,14 \cdot 20} = 3980 \text{ volt}$$

bu değer yüksek, Topraklayıcıda oluşan gerilimin %5 i oluşması için B noktası ne

$$390 = \frac{100 \cdot 10000}{4 \cdot 3,14 \cdot X}$$

kadar uzak olmalı. 7960V*5%= 390V için

$$X = \frac{100 \cdot 10000}{4 \cdot 3,14 \cdot 390}$$

x=204 m olmalı buda topraklayıcı yarıçapının 20 katı uzaklıktadır.

Bu örnekten görüldüğü gibi topraklayıcı etki alanı dışındaki toprak parçası 20 m uzakta nokta diye bir şey yok. Bu noktanın uzaklığı topraklayıcının çapına bağlı olduğu görülmektedir. Bu uzaklık hata gerilimini %5 i kabulünden giderek bulduk bu kabul düştükçe yada yükseldikçe uzaklık 20 kattan aşağı yada yukarı olur.

Günümüzden 10-20 yıl önce dağıtım şebekeleri için 20 m kuralı doğru olabilirdi. O günlerde dağıtım şebekelerinde 1m yarıçaplı yani 2 m uzunluğu olan kökler yada 0.5 uzunluklu direk temelleri vardı. Kısa devre akımları küçüktü. Bu na göre 1*20 kat= 20 metre uzaklık etkisiz nokta olurdu. Ama günümüzde değil.

TEDAŞ (TÜRKİYE ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş.)'NİN “EL KİTABI 6” ADLI YAYININDA KONUMUZLA İLGİLİ BİR KISMI İNCELEYELİM:

Bu el kitabı TEDAŞ Yönetim Kurulu'nun 27.03.2001 tarih ve 5-51 sayılı kararı ile ONANMIŞTIR. Uyması gereken yönetmelik “Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği” ise 21.08.2001 Salı günü 24500 sayı ile yayınlanmıştır. Yaklaşık 5 ay öncedir. Yönetmeliğe göre 21.08.2001 den sonra revize edilmelidir. “Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği.” İle birlikte 25400 sayılı resmi gazetede yayınlanan yönetmelikler aşağıda verilmiştir.

Yönetmelikler

- Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği
- Adnan Menderes Üniversitesi Öğrenci Staj Yönetmeliği
- Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Lisans Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği

Bu el kitabının

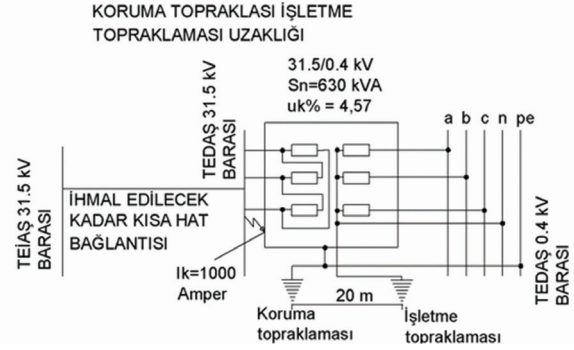
5 ELEKTRİK DAĞITIM TESİSLERİ BİNALARINDA (KÖK TR) TOPRAKLAMALAR

Maddesinin “5.2 – İŞLETME TOPRAKLAMASI” kısmı aynen aşağıya alınmıştır.

5-2 İŞLETME TOPRAKLAMASI

AG dağıtım panosundaki nötr barasından ayrı bir topraklama iletkeni ile ayrı bir topraklayıcıya irtibatlanarak yapılacaktır. Topraklayıcı 0.5 mt. x 1 mt. boyutunda 3 mm. kalınlığında galyanuz çelik levha veya 2 mt. boyutunda npl 65-65-7 galvaniz profilden olacak ve nötr barasına AG tesislerinde Faz-... toprak kısa devresinde oluşacak olan toprak arıza akımını taşıyabilecek kesitte 1 kV NYY kablo ile irtibatlanacaktır. ancak bu kesit 50 mm² den küçük olmayacaktır. Koruma topraklamasına ait topraklayıcı ile işletme topraklaması topraklayıcı arasındaki mesafe en az 20 mt olacaktır.

Buna uyararak yapılmış bir 31.5/0.4 kV trafo merkezinin işletme topraklamasını koruma Topraklamasından 20 metre uzağa koyalım . Aşağıda basit şeması verilen bu sistem üzerinde bazı hesaplar yapalım:



Birkaç paragraf önce vermiş olduğum topraklayıcı merkezinden X metre uzak bir noktanın sonsuz uzak noktaya göre gerilim yükselmesi formülünü burada bir kez daha veriyorum. $V_x = \frac{QI}{4\pi X}$ formülde;

X= gerilim yükselmesi hesaplanan noktanın topraklayıcı ağıın eşdeğer küre merkezinden uzaklığı,

Q= topraklayıcının bulunduğu toprağın özgül direnci,

I = topraklayıcıya akan akımı

$\Pi = 3,14$ sabit sayıyı temsil etmektedir.

Yukarıda koruma topraklamasını dizayn ettiğimiz ağıın kapladığı alan 6x7,5 m² olsun; Bu alan yarıçapı 6,7 m olan küre içine sığar . Bu kürede potansiyel yükselmesi Va ve 20 metre uzakta ki B noktasında gerilim yükselmesi Vb olsun. Toprak özgül direnci 300 ohm. metre olsun.

$$V_a = \frac{100 \cdot 1000}{4 \cdot 3,14 \cdot 6,7} = 1188 \text{ volt}, \quad V_b = \frac{100 \cdot 1000}{4 \cdot 3,14 \cdot 20} = 398 \text{ volt.}$$

Görülüyorki 20 metre ileriye işletme topraklaması yaparsak bu sistemde $V = V_a - V_b = 790$ volt gerilim farkı olacaktır. Bu da trafonun alçak gerilim yıldız noktası ile gövde arasına gelecektir. Alçak gerilim buşingi ile gövde arasına ise $790 + 230 = 1020$ volt gelecektir. Bu ise uygun durum değildir. Halbuki işletme koruma birleşik olsa ve trafo merkezinde adım ve temas gerilimlerini düzenleyecek bir topraklama projesi yapılsa bu problem olmayacaktı. TEDAŞ' küçük güç ve küçük boyutlu merkezlerden gelen bu alışkanlığı bırakıp artık el kitaplarını topraklama yönetmeliğine göre revize etmesi, yönetmeliklerde olmayan topraklama yayılma direnci limitleri yerine alçak gerilimde dokunma gerilimi, yüksek gerilimde adım ve temas gerilimi limitlerine göre boyutlandırma yapması gerekmektedir.

4-ADIM , TEMAS GERİLİMİ ve TOPRAKLAYICI GERİLİM YÜKSELMESİ:

Adım gerilimi: Ayakta duran bir insanın 1 metre aralıklı adım attığı durumda arıza akımı akarken iki ayağı arasında ölçülen gerilimdir.

Temas gerilimi: Topraklayıcıdan topraklayıcıya yakın ayağı 1 metre geride ayakta dururken eli ile topraklayıcıya dokunduğu anda eli ile ayağı arasında arıza anında ölçülen gerilimdir.

Topraklayıcıda gerilim yükselmesi: Arıza anında topraklayıcı ile sonsuz uzakta bir nokta arasında ölçülen gerilimdir. Pratik olarak sonsuz noktaya voltmetre kablosu uzatamayacağımıza göre mühendislik anlamında yeterince uzak nokta alacağız. Yeterince uzak nokta ise %95 doğruluk için topraklayıcı çapının 10 katıdır. **(Bak MIL-HDBK-419A).**

Bir topraklayıcıya girip sonsuz noktaya doğru akan elektrik akımı akarken içinden geçtiği dx kalınlığında toprak katmanında bu katmanın yüzeyi ile ters ve kalınlığı ile doğru orantılı bir gerilim düşümü oluşturur. Bir veya birden fazla katmanlarda oluşan bu gerilimler temas, adım gerilimleri ve topraklayıcı gerilim yükselmesini oluşturur. Kolay anlatım nedeniyle bir küre topraklayıcıyı ele alacağız. Yukarıda verdiğimiz

$V = \frac{QI}{4\pi X}$ Formülünü kullanarak topraklayıcıda ve 1 metre (bir adım) uzakta oluşan gerilim yükselmesi ile ilgili tabloyu inceleyelim:

Q=300 I=1000A	$V = \frac{QI}{4\pi X}$		
	Vx (volt)	Temas ve adım gerilim notasyonu	Temas ve adım gerilim örnek değerleri
xa=r=6,7 m	3564,978		
xb=r+1=7,7 m	3101,994	dVa-b	463
xc=r+1+1=8,7 m	2745,443	dVb-c	357

Bu tabloda topraklayıcı yüzeyinde (yani a noktasında) sonsuz noktaya göre -3564,978 volt gerilim oluşmaktadır. Bu değer topraklayıcıda gerilim yükselmesi olarak adlandırılır. Topraklayıcıdan 1 metre uzaktaki b noktasında gerilim yükselmesi 3101,994 volt olmaktadır. B noktasında durup topraklayıcıya dokunan personelin eli ile ayağı arasında dVa-b = 463 volt gerilim oluşmaktadır ki bu temas (dokunma)

gerilimdir. Topraklayıcı civarında herhangi bir adım (1 metre) aralıkta herhangi iki nokta arasındaki gerilim farkı yani o iki noktadan birine bir ayağını diğerine diğer ayağını basan personel için o iki nokta bölgesindeki adım gerilimidir. Örneğimizde ki b noktasında 3101,994 volt b gerilim yükselmesi olurken c noktasında 2745,443 volt gerilim yükselmesi oluşmaktadır. İki nokta arasında 357 volt gerilim farkı yani adım gerilimi oluşmaktadır. Adım ve temas gerilimini topraklama yönetmeliğine göre böyle anlatırken birde bu örneği spesifik olarak atlar için aşağıdaki tabloda verelim. Bu tabloyu yaratırken atın ön ve arka ayağı arasında 2 metre, ön ayağı ile dudakları arasında yatay mesafeyi 1,5 m varsayalım. Çeşitli boyutlarda olabilir ama şurası gerçek ki atların adım aralığı insanlardan daha uzundur. Topraklayıcıya atın dokunan dudağı ile arka ayağı arasında oluşacak gerilimi irdeleyelim İlk önce atın ön yağı dudakları topraklayıcıya dokunurken ön ayağı 1,5 m geride normal yerinde olsun. Bu pozisyonda temas gerilim hesaplınsın. Sonra at kafası başka tarafa çevirirken ön ayağı topraklayıcı dibinde olsun ki bu kez arka ayaklar doğal olarak 2 m geride olacaktır. Bu pozisyona göre adım gerilimi hesaplayalım. Bu durumu aşağıdaki hesap tablosu ile irdeleyelim:

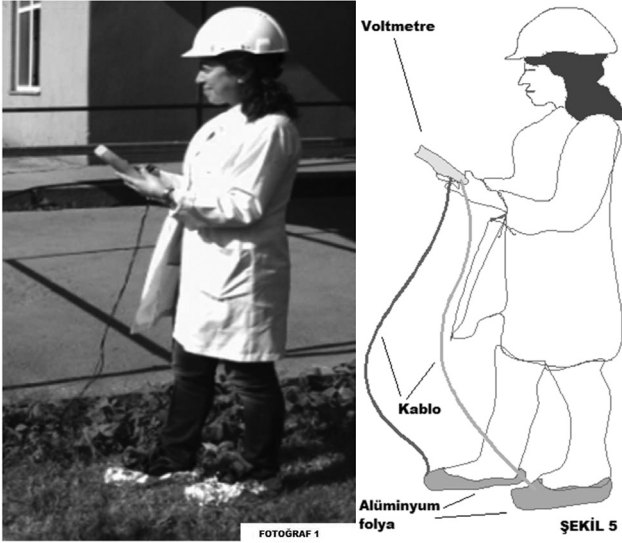
		$V = \frac{QI}{4\pi X}$	
Q=300 I=1000A		Vx (volt)	Temas ve adım gerilim notasyonu
xa=r=6,7 m	3564,978		Temas ve adım gerilim örnek değerleri
xb=r+1,5=8,2 m	2912,848	dVa-b	652
xc=r+2=8,7 m	2745,443	dVa-c	820

Bu tabloya baktığımız zaman atın ayak aralığı ve dokunma mesafesi insanlara göre daha fazla olduğu nedeniyle atlar adım ve temas geriliminden daha fazla etkileneceğini görürüz.

4-1 Adım ve temas gerilimi ölçümü.

4-1-a Personelin ayağına folya geçirerek ölçüm.

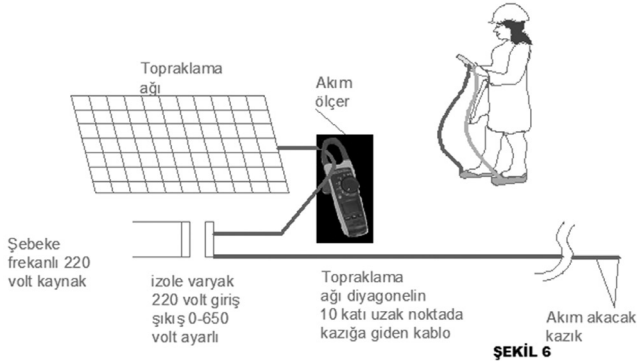
4-1-a-1 Adım gerilimi ölçümü:



FOTOĞRAF 1

ŞEKİL 5

Şekil 5'i üretebilmem için gerekli olan modellik görevini üstlenen Fotoğraf 1'de görüntülediğim sayın Ayşen Koçyiğit kızımıza teşekkürlerimi borç bilirim. Sayın Ayşen Koçyiğit ile adım ve temas geriliminin bir personel yardımı ile nasıl ölçülebileceğini görsel olarak anlatmaya çalışacağım. Bu yöntemde ayaklara giyilen bir izole ayakkabı altına alüminyum folya geçirdik. Bu folya ile bilekler arasında ayakkabının bir kısmı kaplanmadı ki bedene elektriksel geçiş olmasın. Bu ölçmede topraklama ağında örneğin 1000 Amper arıza akacağını düşünelim. ölçme yapmak için arıza yokken izole bir trafo ile topraklama ağından sonsuz uzak sayılabilecek noktaya şebeke frekanslı akım akıtıyoruz.



ŞEKİL 6

Şekil 6'da görülen topraklama ağına izole trafonun bir ucunu, ağ çapının 10 katı uzağa akım akıtmak üzere çakılan kazığa izole olarak yere serilmiş bir kablo vasıtası ile izole trafonun diğer ucunu bağlıyoruz. Akım topraklama ağı yayılma direnci, yere serilen kablonun direnci ve uzağa çakılan akım kazığının yayılma direncinden seri olarak geçecektir. İzole trafonun

çıkış gerilimi bu üç direncin toplamı olan dirençten yeterince akım geçirebilecek şekilde ayarlanır. Ölçme sırasında izole trafo çıkış gerilimi uçları yer değiştirilerek bir kez de 180 derece polaritede uygulanır. Adım gerilimi ölçeceğimiz voltmetre ile personelin iki ayağı arasında bir kez akım akmazken gerilim okunur. Buna V_0 diyelim. Bir kez bir polaritede akım akarken okuyalım ve buna V_1 diyelim. Bir kez de diğer polaritede akım akarken gerilim okuyalım ve buna da V_2 diyelim .

Akan akımı akım devresinde ki kablolardan birine geçireceğimiz pens ampermetre kullanmak en pratik yoldur. Gerilim okumak içinde bir AC Tru_RMS voltmetrenin proplarını personelin ayağındaki alüminyum folyalara maşalarla tutturuyoruz.

$$V = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_2^2}{2} - V_0^2}$$

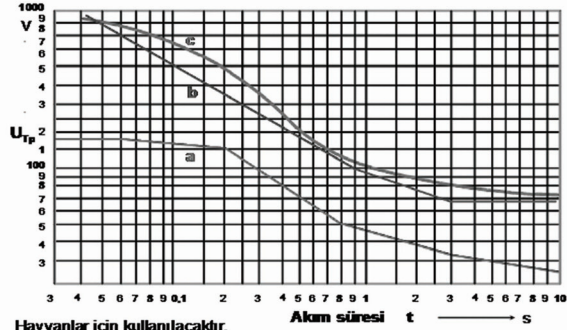
Ölçtüğümüz bu üç gerilimi yukarıdaki formülü kullanarak V gerilimini elde ederiz. Boştaki gerilim $V_0=0$ ise yada pratik olarak sıfır sayılabılırsa o zaman $V_1=V_2$ olur ve $V=V_1=V_2$ olur ki bu formüle de ihtiyaç olmaz. Yukarıda yeterince akım akıtmaktan söz etmiştik. Akım yeter seviyedeysse V_1 , V_2 bir birinden 10% den aşağı farktadır. Akım büyüdükçe akım akmazken ki var olan V_0 gerilimi V_1 , V_2 yanında küçük kalacak ve V_1, V_2 arasındaki fark azalacaktır. Burada belirttiğim 10% farkın altında kalacak şekilde akım artırılacaktır. Böylece yeterli akım seviyesine erişilmiş olacaktır. Buradaki V bizim ürettiğimiz akım seviyesinde ki adım gerilimidir. Bunu tesisin en büyük arıza akımına icra edeceğiz. Böylece arıza anında oluşacak adım gerilimini bulmuş olacağız. Bu nu da sayısal olarak açıklayalım:

Tesisimiz enterkonnekte ağdaki bir trafo merkezinin orta gerilim barasından beslenen bir dağıtım merkezi olsun ve en riskli arıza değeri olan söz konusu trafo merkezine bitişik sayılabilecek bir dağıtım merkezinde ölçümlerimizi yaparsak Enterkonnekte sistemde olan Trafo merkezleri orta gerilim barasında ki kısa devre akımı 1000 Amperle sınırlandırıldığından Dağıtım merkezindeki maksimum kısa devre akımı $I_k=1000$ Amper olabilir. Ölçme sırasında $I=10$ Amper, $V_0=5$ mV, $V_1=52$ mV , $V_2=47$ mV okuyalım.

$$V = \sqrt{\frac{52^2 + 47^2}{2} - 5^2} \quad V=49,3 \text{ mV} \quad V_{adım} = I_k * V/I$$

$$V_{adım} = 1000 * \frac{49,3}{10} = 4930 \text{ mV} \quad V_{adım}=4,93 \text{ Volt olur.}$$

SINIRLI AKIM SÜRELERİ İÇİN İZİN VERİLEN EN YÜKSEK DOKUNMA GERİLİMLERİ



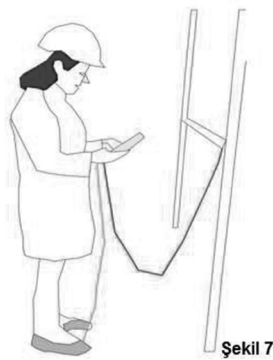
- a: Hayvanlar için kullanılacaktır.
 b: Eski VDE 141 değerleri.
 c: Yeni kabul edilen eğri. Bu eğri sadece Y.G. şebekeleri için kullanılacaktır. 36

Personel izole ayakkabı giymemişse , mıcır döşenmesi gibi tedbirler alınmamışsa arazide oluşan adım gerilimi personele 4,93 volt olarak gelecektir. Dağıtım merkezindeki kısa devre durumunda kesicinin açma süresi 1 saniye olsun aşağıda bir kopyasını verdiğim ve “21.08.2001 tarih ve 24500 sayılı Elektrik Tesislerinde Topraklama Yönetmeliği” inde yayınlanmış olan en yüksek dokunma gerilimleri eğrisinde 1 saniye nin karşılığı yaklaşık 100 voltur. $4,93v < 100v$ olduğu için uygun denir.

4-1-a-2 Temas gerilimi ölçümü:



Fotoğraf 2



Şekil 7

Temas gerilimi ölçümünde de akım devresi aynı kalır sadece personel, voltmetre bağlantısı seçilmiştir. Personel dokunmaya hazırlandığı önünde duran dağıtım merkezi ekipmanı metal ve topraklı gövde kısmına voltmetrenin bir ucunu, ekipmandan 1 metre geride duran ayağındaki alüminyum folyanın birine de diğer ucunu bağlarız ve yukarıda izah ettiğimiz I, V_0, V_1, V_2 değerlerini ölçeriz ve V_{temas} (temas gerilimini) olabilecek en yüksek arıza akımına irca ederiz. Sayısal açıklayalım:

$$V = \sqrt{\frac{75^2 + 69^2}{2} - 3^2} \quad V = 72 \text{ mV}$$

$$V_{temas} = 1000 * \frac{72}{10} = 7200 \text{ mV}$$

Yazımızın 3. bölümü bir sonraki sayıda yayınlanacaktır.

GÜNEY GÖNEÇ KONFERANSI “BİLİM İNSANININ SORUMLULUKLARI”

3 Aralık 2011 tarihinde aramızdan ayrılan, ülkemiz bilim ve demokrasi tarihine önemli katkıları bulunan Hocaların Hocası Güney Göneç 10 Aralık 2015 Perşembe günü EMO Ankara Şubesi'nde düzenlenen “Bilim İnsanın Sorumlulukları” konferansı ile anıldı. Moderatörlüğünü Prof.Dr.Haluk Tosun'un yaptığı etkinlikte Prof. Dr.Gencay Şaylan, “Bilin İnsanın Sorumlulukları” başlıklı sunumun yaptı.

EMO ANKARA ŞUBESİ THM-TSM-ÖZGÜN MÜZİK KOROLARINA ENSTRÜMAN ÇALAN ÜYELERİMİZİ BEKLİYORUZ

EMO Ankara Şubesi Sosyal Etkinlikler Komisyonu`nun çalışmalarını yürüttüğü Türk Sanat Müziği - Türk Halk Müziği ve Özgür Müzik grupları yeterli katılım olması halinde çalışmalarına başlayacaktır. Türk Sanat Müziği- Türk Halk Müziği ve Özgün Müzik çalışmalarına katılacak müzik enstrümanları çalan üyelerimizi enstrümanları ile birlikte çalışmalara bekliyoruz. Kayıtlar devam ediyor.

TÜRK SANAT MÜZİĞİ - TÜRK HALK MÜZİĞİ – ÖZGÜN MÜZİK ÇALIŞMALARI BAŞLIYOR

EMO Ankara Şubesi Sosyal Etkinlikler Komisyonu`nun çalışmalarını yürüttüğü Türk Sanat Müziği - Türk Halk Müziği ve Özgür Müzik grupları yeterli katılım olması halinde çalışmalarına başlayacaktır. Türk Sanat Müziği- Türk Halk Müziği ve Özgün Müzik çalışmalarına katılım ve kayıt için Şubemizle iletişime geçebilirsiniz. Müzik enstrümanları çalan üyelerimizi enstrümanları ile birlikte çalışmalara bekliyoruz.

YAPI DENETİMDE ELEKTRİK MÜHENDİSLERİNİN DENETİM SINIRI YENİDEN 120 BİN METRE KARE OLARAK BELİRLENDİ

Danıştay 6. Dairesi 26 Ekim 2015 tarih ve 2015/4609 sayılı kararı ile Elektrik ve Makine Mühendislerinin yapı denetim sınırı yeniden 120.000 m2 olarak belirlendi. TMMOB'nin konuyla ilgili açtığı davayı sonuçlandıran Danıştay 6. Dairesi kararında, “Dava konusu 05.02.2013 tarihli, 28550 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliğinin de Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmeliğinin 10. maddesinin İPTALİNE karar verilmiştir.” denildi.