

ALÇAK GERİLİM DAĞITIM ŞEBEKELERİNDE GÜVENLİK VE KORUMA DÜZENİĞİ

Nejat Cahit GENÇER

Çamlıbel EDAŞ-SİVAS
ncg32@hotmail.com

ÖZET

Ülkemizde AG dağıtım şebekelerinde topraklama sistemi olarak TT sistemi uygulanmaktadır. TT sistemde dağıtım transformatörü nötrü (işletme topraklaması) ve dağıtımda kullanılan demir - beton direkler, saha dağıtım kutuları (box) gövdelerine koruma topraklaması yapılmaktadır. Dağıtım transformatörleri kol çıkışlarında termik manyetik şalterler(MCCB) veya NH eriyen telli sigortalar kullanılmaktadır. Her iki malzemede üretildikleri standartlar gereği anma akımlarının çok daha üzerinde bir akım geçtiğinde ancak 5 s gibi bir sürede(Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği 8.madde 3.5) enerjiyi kesebilmektedir. Alçak gerilim şebekesinde faz iletkenlerinin direk veya dağıtım kutusu metal gövdelerine bir teması halinde meydana veya iletkenlerin koparak yere düşmesi neticesinde meydana gelen kısa devre akımları sigortaların açma akımlarına ulaşmadığı için direklerin ve saha dağıtım kutularının (box) gövdelerinde Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği 8.madde a.1.i ye göre maksimum 50 V olması gerekirken bu ve daha üzerindeki tehlikeli dokunma gerilimleri uzun süreli veya devamlı kalmakta ve bu sırada metal kısımlara veya metal kısımların dokunduğu bahçe çiti, iletken çamaşır teli gibi yerlere dokunan insanlar ve diğer canlılar ölmekte veya yaralanmaktadır.

Bugüne kadar yaşanan elektrik kazaları karşısında üniversiteler, ilgili Bakanlık ve özellikle TEDAŞ Genel Müdürlüğü yeterli duyarlılığı göstermemiş, AG dağıtım panolarında bu yönde hiçbir proje geliştirmemiş teknik şartnamelerde muğlak ifadeler ile konu geçirilmiştir bu yüzden, elektrik mühendisi arkadaşlarımız boşu boşuna yargılanmış ve ceza almış, birçok canlı hayatını kaybetmiş veya yaralanmıştır. Bunun yanı sıra arızanın kısa sürede giderilememesi nedeni ile enerji kayıpları da gündeme gelmektedir.Bu bildiride yaşanan kazaların ve enerji kayıplarının önüne geçebilecek bir sistem üzerinde yapılan çalışmalar ve neticelerinden bahsedilecektir.

Kilit tanımlar: TT Sistem, Kısa devre,

GİRİŞ

Günümüzde Türkiye’de, şehir merkezleri – ilçeler – köy ve bağlılarında elektrik dağıtım şebekelerinin tesisi ve işletilmesi Elektrik Dağıtım Şirketlerinin sorumluluğundadır.

Ülkemizde alçak gerilim dağıtım şebekelerinde TT topraklama sistemi kullanılmaktadır.

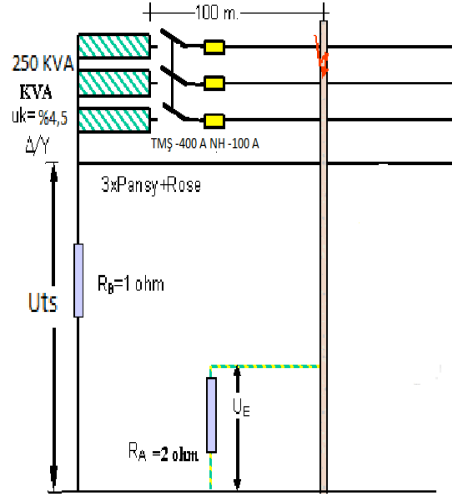
Dağıtım transformatörlerine ait dağıtım panolarında kol çıkışlarında termik manyetik şalterler (MCCB) veya eriyen telli bıçaklı sigortalar veya buşonlu sigortalarlar kullanılmaktadır. Termik manyetik şalterler (MCCB) ve eriyen telli sigortalar (NH veya buşonlu) sadece aşırı akım ve kısa devre koruması yapabilmektedirler. Direklerdeki veya dağıtım kutularındaki AG faz

iletkenlerinin direğin – panonun demir aksamına temas veya hava hatlarının koparak yere temas etmesi neticesi meydana gelen arıza akımları dağıtım panolarındaki gerek girişteki termik manyetik şalter (MCCB) gerekse de abone – sokak çıkışlarındaki termik manyetik şalterlerin (MCCB) ve eriyen telli sigortaların devreyi kesmediği görülmektedir.

Arıza esnasında direklerde ve pano gövdelerinde oluşan gerilimlerin Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğinde (8.madde.a.1.i) belirtilen 50 V dolaylı dokunma üst değerinin çok üzerinde olması neticesinde, metal kısımlara - iletkenlere dokunan veya bu gerilimin toprakta oluşturduğu adım gerilimlerine maruz kalan her yıl yüzlerce insan ve diğer canlılar ölmekte, sakat

kalmakta veya yaralanmaktadır. Dağıtım Şirketleri bu tür arızaları ancak bir kaza olduğunda veya kol sonunda elektrik alan abonelerin düşük gerilim şikayetleri olduğunda haber alabilmektedir.

Yaşanan kazaların bir örneğini sayısal bir örnekle anlatacak olursak;



Sekil 1: Havai hatlı bir AG dağıtım şebekesinde faz-toprak kısa devre arıza durumu.

Δ/Y bağlı 31,5/0,4 kV gerilime sahip -250 kVA gücünde, bağlı kısa devre gerilimi $u_{kr} = \%4,5$ olan bir dağıtım transformatörüne ait dağıtım panosunda girişte 400 A termik manyetik şalter (MCCB) ve kol çıkışında 100 A eriyen telli NH00 bıçaklı sigorta bulunan 3 Pansy +Rose iletkenli bir havai hattın bir fazı, 100 m uzaklıktaki alçak gerilim demir direğine temas etmektedir (Şekil-1). Tesiste TT topraklama sistemi uygulanmıştır. Demir direğin koruma topraklaması yayılma direnci $R_A = 2 \Omega$ transformatörün işletme topraklaması değeri $R_B = 1 \Omega$ ölçülmüştür. Bu durumda meydana gelecek kısa devre akımını hesap edersek;

Transformatörün reaktansı ;

$$X_{rT} = \frac{\%u_{kr} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_{rT}} = \frac{\%4,5 \cdot (0,4kV)^2}{100 \cdot 250kVA} = 0,0288\Omega$$

$$X_{1T} = X_{2T} = 0,0288\Omega$$

$$X_{0T} = 0,9 \cdot 0,0288\Omega = 0,02592\Omega$$

Transformatörden çıkış yapan faz iletkeninin (Pansy) direğe kadar olan kısmının direnci ve reaktansı : (R_h, X_h)

$$R_h = 0,6752 \Omega /km \cdot 0,1 km$$

$$= 0,06752 \Omega, X_h = 0,031 \Omega$$

$$R_B = 1 \Omega \text{ (işletme topraklaması değeri)}$$

$$R_A = 2 \Omega \text{ (direğin koruma topraklaması yayılma direnci değeri)}$$

$$\text{Arıza anında toplam direnç değeri; } R_T = R_h + R_B + R_A \text{ dır.}$$

$$R_T = 0,06752 \Omega + 1 \Omega + 2 \Omega$$

$$R_T = 3,06752 \Omega \text{ olacaktır.}$$

(Toplam reaktans (X_T) çok küçük olduğu için ihmal edilerek $Z_T = R_T$ alınmıştır).

$$Z_T = R_T = 3,06752 \Omega \text{ olacaktır.}$$

$$\text{Topraktan geçen arıza akımı } I_E \text{ (A) = Faz-Nötr gerilimi (U) / } Z_T$$

$$= 230 V / 3,067 \Omega = 74,99 A$$

$$\text{AG Direk gövdesinde oluşan gerilim } U_E = I_E \cdot R_A$$

$$U_E = 74,99 A \times 2 \Omega = 149,9 V$$

$$\text{İşletme topraklaması (Nötr) üzerinde oluşan gerilim} = I_E \cdot R_B$$

$$U_{ts} = 74,99 A \times 1 \Omega = 74,99 V$$

olmaktadır.

Alçak gerilim (AG) direğindeki R_A toprak yayılma direncine bağlı olarak oluşan tek kutuplu toprak kısa devre akımı (I_E) dolayısı ile direk gövdesinde oluşan ve transformatörün işletme topraklaması üzerinde, nötr hattındaki oluşan gerilim hesap edilecektir.

$$R_A(\Omega) \quad Z_t(\Omega) \quad I_E(A) \quad U_{ts}(V) \quad U_E(V)$$

$$2 \quad 3,067 \quad 74,99 \quad 74,99 \quad 149,9$$

$$1 \quad 2,067 \quad 111,27 \quad 111,27 \quad 111,27$$

$$0,296 \quad 1,363 \quad 168,74 \quad 168,74 \quad 50,0$$

Yukarıda yapılan hesap neticesinde ;

$R_A = 2 \text{ ohm}$ olduğunda, AG direği gövdesinde 149,9 V oluşmakta,

Arıza akımı $I_E = 74,99$ A değerinin 100 A sigorta değerinden küçük olmasından dolayı sigorta atmamakta ve AG direği üzerinde sürekli olarak 149,9 V bulunmakta bu sırada direğe temas eden veya yaklaşan insanlar ve diğer canlılar 50 V'luk tehlikeli gerilim seviyesinden çok daha büyük gerilim değerlerine maruz kalmaktadırlar.

Yine hesaplamadan görüldüğü gibi faz teması olan direğin topraklama direnci R_A düştükçe direk gövdesindeki gerilimde (U_E) düşmektedir. AG direği koruma topraklaması yayılma direnci $R_A = 0,296 \Omega$ olduğunda ancak direk gövdesinde gerilim değeri (U_E) 50 V değerine düşmektedir. Ancak, $0,296 \Omega$ gibi bir değer elde edilmesi pratikte imkansız olup, bu değer elde edilse dahi nötr gerilimi Elektrik Tesislerinde

Topraklamalar Yönetmeliği'ne göre müsaade edilen 50 V değerinin çok üzerine çıkmaktadır. Nötr barasında meydana gelen yüksek gerilim (168,74 V) alıcılara nötr hattı ile ulaştığı için daha büyük tehlikeler oluşmaktadır. Bu durum potansiyel sürüklenmesi olarak tarif edilmekte bu durumdan dolayı da birçok elektrik kazası yaşanmakta ayrıca cihazlar yüksek gerilime maruz kalarak hasarlanmakta yangınlara sebebiyet verebilmektedir. Bu durumda oluşan ise arıza akımı $I_E = 168,74$ A olmaktadır. Dağıtım panosundaki hat başındaki sigorta değeri 100 A olup, 100 A sigortanın 5 s deki açma akımı $I_{açma} = 580$ A dir. Bu durumda dahi $I_{açma} = 580$ A > 168,74 A olduğu için sigorta, arıza akımını 5 s'de kesemeyecek olduğu için yeterli koruma yoktur. (168 A bir değer 100 A lik bir NH bıçaklı sigortayı yaklaşık 80 dakikada açabilmektedir) (kaleporselen firması üretimi 00 boy NH sigorta akım –zaman karakteristiğinden alınmıştır). Bununla birlikte, AG direğinin gövdesinde ise (U_E) 50 V meydana gelmekte, yine bu durumda da sigorta zamanında açma yapmadığı için özellikle yağışlı havalarda bu gerilim değeri büyük tehlikelere yol açabilmektedir.

Alçak gerilim dağıtım şebekelerinde yukarıda tanımlanan bir çok arıza durumunda arızalı sistemin kısa sürede devre dışı edilmesini sağlayacak koruma teçhizat ve sistemleri alçak gerilim dağıtım panolarında ve teknik şartnamelerinde mevcut bulunmamak- tadır.

Sonuç olarak; bu tür arıza durumlarında AG ve müşterek direklerin, koruma topraklaması yayılma direnç değerlerini düşürmek için ilave topraklama yapmak da çözüm olmamakta ve meydana gelen elektrik kazalarından ve oluşan enerji kayıplarından dolayı maddi ve manevi olarak tüm ülkemiz etkilenmektedir.

TESPİTLER-ÖLÇÜMLER

Topraklama sistemi TT sistemi ile tasarlanan alçak gerilim dağıtım şebekelerindeki tek kutuplu faz - toprak arızaları – nötr iletkeninin kopması gibi arıza hallerinde, nötr iletkenleri ve AG dağıtımında kullanılan şebeke elemanları (direk-box) üzerinde (50 V) gerilim değerleri oluştuğu için, birçok tehlikeli durumu ortaya çıkmaktadır.

Yaşanan tehlikelerin önüne geçebilmek için yaptığım gözlemler neticesinde bir transformatör bölgesinde bir faz-metal travers -direk-pano teması halindeki bir arıza durumunda meydana gelen tek kutuplu faz-toprak arıza akımının topraktan daha sonrada transformatör çıkışındaki dağıtım panosunda işletme topraklamasından devreyi tamamlamasından dolayı işletme topraklaması direncinden dolayı dağıtım panosundaki nötr barasında bir gerilim oluşturacağı ve nötr gerilimini arttıracacağı, işte tam bu noktada nötr gerilimin kontrol edilerek gerilim yükselmesinin bir arıza hali göstergesi olduğunun anlaşılacak bir düzenek ile enerjinin kesilebileceği düşünülmüştür.

Nötr geriliminin normal şartlar altındaki değerlerini tespit edebilmek için dağıtım panosunda, işletme topraklamasının bağlandığı nötr barasına ve referans toprak olarak kabul edilebilecek olan trafo direği

veya trafo binasının panodaki koruma topraklaması arasına bir Voltmetre ile bağlanarak ölçümler yapılmıştır.

Teknik olarak nötr noktasında gerilim değerinin 0 V olacağı düşünülse de 80 trafo bölgesinde yapılan ölçümlerde nötr geriliminin 1-5 V civarında değerlerde olduğu görülmüştür.

Nötr gerilimlerinin günün değişik saatlerinde yine 1-5 V arasında değişik değerlere ulaşması üzerine ölçümler sabah-akşama doğru ve akşam, sokak aydınlatmaları devre girdikten sonra, yüklü kollarından birinin tümüyle devreden çıkarılması, yine yüklü kollarından birinin sadece bir fazının sigortalarının çıkarılması ve dengesizlik oluşturması gibi olmak üzere ölçümlemeler yenilenmiştir. Suni olarak oluşturulan dengesizliklerde nötr geriliminin 2-3 V gibi yükseldiği ancak hiçbir surette 5 V'u geçmediği görülmüştür.

Ölçümlemeler göstermiştir ki her trafo bölgesinin kendisine ait bir karakteristik nötr gerilim değeri vardır. Bu değer belirli bir aralıkta seyretmekte ve bunun üzerine bir arıza hali hariç çıkmamaktadır.

SAHA TESTLERİ VE ÇÖZÜM

Yapılan tespitlerden hareketle; Alçak gerilim dağıtım panolarında normal şartlar altında ölçülen koruma topraklaması barası ve nötr barası arasındaki geriliminin arıza durumlarında yükseleceği düşünülerek nötr gerilim değerinin en yüksek değerinden yaklaşık 2-3 V üzerine çıkıldığında devreyi tümüyle enerjisiz bırakacak bir düzenek tertip edildiğinde, arıza durumlarında transformatör direği-pano koruma topraklaması ve işletme topraklaması arasındaki gerilimin yükselmesinin alçak gerilim dağıtım panosunda tespit edilerek elektrik şebekesinin enerjisinin otomatik olarak kesilmesi sağlanmalıdır.

AG dağıtım panosundaki nötr ve koruma topraklaması barası arasındaki 1 V gibi küçük gerilimleri (true RMS) dahi değerini

ölçebilen, 0,1 V'tan başlayarak değişik gerilimlere ve 0,1 s'den başlayarak değişik zamanlara set edilebilir set edilen gerilim değerlerinin üzerine çıkıldığında set edilen süre sonunda kontak verme özelliği olan cihaz temin edilmiştir. Bu cihazın açma kumandası verebileceği açtırma bobini olan bir termik manyetik şalter (MCCB) (In=50 A) temin edilmiş ve birlikte düzenek oluşturulmuştur (Şekil-2). Oluşturulan düzeneğin (10 V'a ve 5 s'ye set edilmiş halde) denenmesi, demir direk tipi bir transformatör postası olan ağaç + demir direkli – alüminyum havai hat iletkenli alçak gerilim şebekesinde yapılmıştır. Bu transformatöre ait AG dağıtım panosunda normal işletmede nötr barası ve koruma topraklaması barası arasında 1 V gerilim değeri okunmuştur. Daha sonra enerji kesilerek 150 metre ilerdeki alçak gerilim dağıtım şebekesindeki koruma topraklaması olmayan taşıyıcı tipteki demir direğe, faz iletkenleri sıra ile izolatörden açılarak demir travers üzerine düşürülmüş, sonra, sokak aydınlatma armatürü faz giriş iletkeni direğe – traverse temas etmesi sağlanmıştır. Yapılan dört ayrı deneyde arıza yaptırılan fazlardan 82 A civarında gibi bir akım geçtiği, nötrde 142 V gibi bir gerilimin meydana geldiği ve 50 A lik giriş TMS (MCCB) ve NH00 boy 100 A lik abone çıkış sigortalarının 5 s boyunca açmadığı, 5 s sonunda cihazın TMS nin açtırma bobinini enerjilemesi sonucu düzeneğin devreyi hatasız kestiği ve TMS'yi trip konumuna getirdiği görülmüştür.

Daha sonra nötr iletkeni transformatöre yaklaşık 300 m mesafede kesilerek yere bırakılmıştır (kaynağa ters taraftan ve son direktten 3 direk öncesinden). Bu durumda nötr gerilimin 65 V'a çıktığı set edilen 5 s süre sonunda TMS'nin devreyi açtığı görülmüştür.

Yine 300 metre ilerde bu kez koruma topraklaması olan bir direkte sokak fazı direğe temas ettirilmiş ve nötr gerilimi 145 V oluşan akım ise 85 A olmuştur.

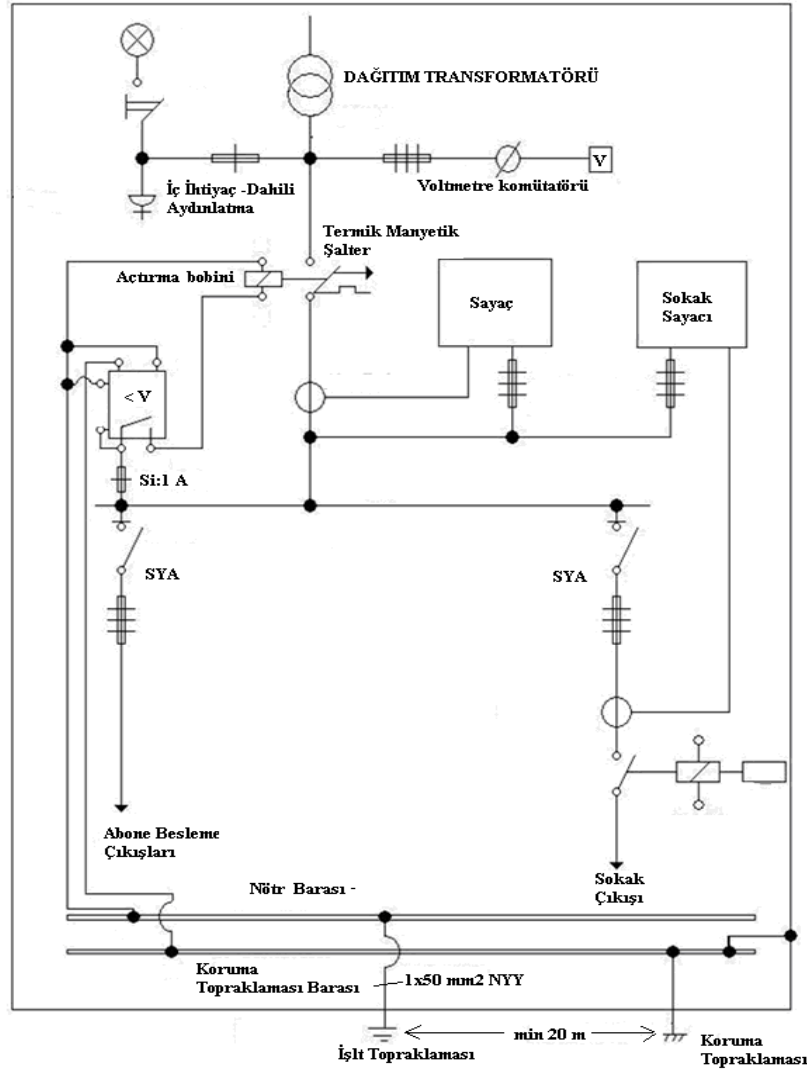
Yapılan tüm deneylerde cihaz daha önceden nötrdeki aşırı gerilim değeri olarak 10 V aşıldığında 5 s'de kontak verme zamanına ayarlandığı (set edildiği) için, 5 s sonra normalde açık olan kontaklar kapalı duruma gelerek, termik manyetik şalterin (MCCB) açtırma bobini enerjileyerek termik manyetik şalteri(MCCB) açtırmış ve böylelikle gerilim altında bulunan ve tehlike yaratan bulunan direğin - iletkenin ve tüm transformatör bölgesinin enerjisini kesmiştir.

Bu testler yaklaşık 3 saat boyunca tüm güvenlik önlemleri alınmak sureti ile devam ettirilmiş akla gelen her türlü arıza oluşturulmuş ve düzeneğin hatasız olarak arızayı tespit ederek enerjiyi hatasız olarak kestiği görülmüştür.

TEKNİĞİN UYGULAMASI

Önerilen teknik sistemdeki tüm alçak gerilim dağıtım panolarına

uygulanabileceği gibi yeni yapılacak tesislerde de kullanılabilecektir. Bunun için alçak gerilim dağıtım şebekelerinde halen kullanılmakta olan her türlü dağıtım panosundaki termik manyetik şalterin (MCCB) açtırma bobinli olanlarla değiştirilmesi veya mevcut termik manyetik şaltire (MCCB) açtırma bobini takılması gerekecektir. 630 kVA ve üzerindeki transformatörlerin sekonder devrelerinde TMŞ bulunmayıp acil açtırma butonu (AAB) bulunuyorsa kontak çıkışı direkt olarak AAB'ye bağlanacaktır. Alçak gerilim dağıtım panosu içerisine montaj edilecek cihazın düşük bir maliyeti olup (bir örneği 72x72x72 mm) kablağı da son derece kolaydır. Bu yeni sistem mevcut dağıtım panolarına ve yeni yapılacak alçak gerilim dağıtım panolarına montaj edilebilmesi için dağıtım panoları teknik şartnamelerine eklenmesi ve mevcut projelerde ise tadilat yapılması gerekecektir.



Şekil 2. Dağıtım Panosu içerisine yerleşim şeması

SONUÇ

Türkiye’de mevcut alçak gerilim elektrik dağıtım şebekelerinde kullanılan dağıtım panolarında TT topraklama sisteminden kaynaklanan tek kutuplu faz-toprak arızaları ve nötr kopmalarında meydana gelen arıza akımları, panolardaki sigortaların açma akımlarının altında kalmaları veya sigortaları 5 s içerisinde açtırarak devreden çıkaramayacak kadar az değerlerdedir. Direk ve dağıtım kutularının metal gövdelerinde oluşan tehlikeli gerilimler elektrik kazalarının yaşanması yol açmaktadır. Ayrıca nötr üzerinden potansiyel sürüklenmeleri ile kullanıcı cihazlarının yüksek gerilimlere maruz kalarak yangınlara ve elektrik kazalarına yol açmaktadır.

Yaşanan kazaları önlemek üzere tasarlanan “Alçak Gerilim Dağıtım Şebekelerinde Güvenlik ve Koruma Düzenegi” çok özel durumlar hariç elektrik kazaları ve enerji kayıplarını çözebilecek oldukça ekonomik bir çözüm bir yapıya sahip olduğu yapılan test ve deneylerle ortaya konulmuştur.

KAYNAKLAR

1- Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği T.C.Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Ankara 2001

NOT: Uygulamalar Patent Başvurusu yapan (TPE-16/05/2011 tarih 2011/04768 sayılı kayıtlı başvuru) N.Cahit GENÇER’den gerekli yazılı izinler alınarak yapılabilecektir. Aksi davranışlarda bulunanlar hakkında gerekli yasal işlemler yapılacaktır