



# AKILLI KONTROL SİSTEMLERİNİN YILDIRIMA KARŞI KORUNMASI SORUNLARI PROBLEMS OF PROTECTION OF SMART CONTROL SYSTEMS AGAINST LIGHTNING

The Journal of Global Engineering Studies

Volume:2 Issue:2 (2015)

Tomasz Kisielewicz<sup>a\*</sup> İlhan Tarımer<sup>b</sup> Mehmet Biçer<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Politechnika Warszawska, Warszawa, Polska, t.kisielewicz@ee.pw.edu.pl

<sup>b</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye, itarimer@mu.edu.tr

<sup>c</sup>Enerji Bakanlığı, Elektrik Üretim A.Ş. Gen. Müd. Ankara, Türkiye, mehmet.bicer@euas.gov.tr

## Özet

Bu makalede gelişen akıllı güç sistemlerinin emniyet ve korunma sorunları ele alınmıştır. Bu bağlamda, güç sistemlerinin, yıldırım tehdidine karşı korunmasındaki başlıca hususlar tartışılmıştır. Güç sistemlerinin gelişim ve korunma ihtiyaçlarının tarihi kısaca ifade edilmiş; akıllı güç sistemlerinin mimarisi, gelecekteki bir araştırma alanını işaret etmek amacıyla gösterilmiştir. Ayrıca, uygulanabilecek klasik korunma tedbirleri kısaca tartışılmıştır. Gelecekte, alçak gerilim dağıtım ve tesisat şebekelerinin bugünkünden daha karmaşık olması beklenmektedir. Bina içindeki her türlü cihazın tam emniyeti ve yıldırıma karşı tam korunması için, yıldırım deşarjları ve aşırı gerilimlerin neden olacağı dalgalanmalara karşı kapsamlı bir koruma konsepti gereklidir. Bu nedenle bu makale, alanın uzmanı olan veya olmayan tüm araştırmacılara ithaf edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Güç sistemleri emniyeti, yıldırımdan korunma, akıllı mimari.

## Abstract

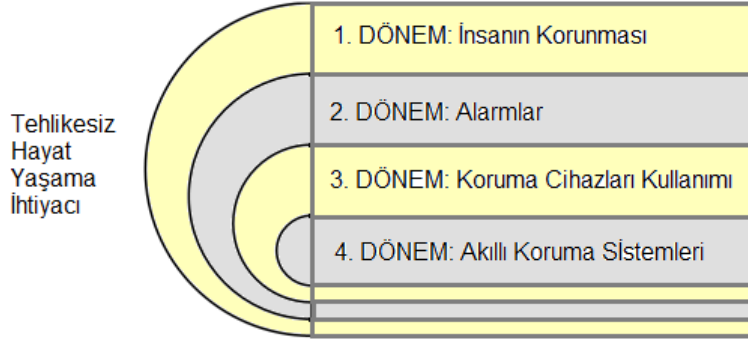
The present paper deals with a problem of safety and security of developing smart power systems. In the contribution an introduction to power systems protection against lightning source is discussed. The history of power systems developing and protection needs is briefly argued. The architectural smart power systems has been shown with aim to point out a future research area. The classical protection measures shall be applied are briefly discussed. It is expected that low-voltage distribution and installation networks will be more complex than today in the future. To achieve the resulting security and the full protection of the indoor appliances, a comprehensive protection concept is required against lightning discharges and surges. Therefore this paper is dedicated to specialist and non-specialist audience.

**Keywords:** Power systems safety, lightning protection, smart architecture.

\*Corresponding author

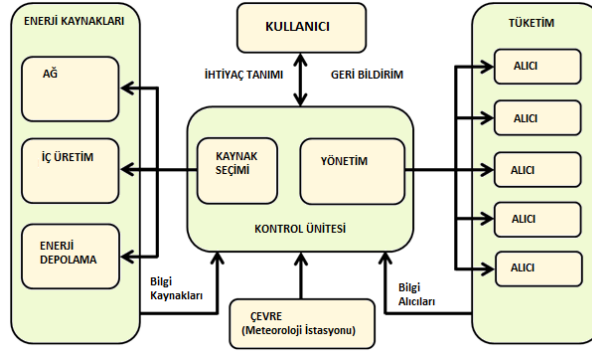
# 1 Giriş

Gökgürültülü yağışlar, insan hayatına sürekli doğal bir tehdit oluşturur. Bu tehdidi bertaraf edebilmek (zararlarından en az derecede etkilenmek) için, yıldırımdan korunma adıyla özel bir bilim dalı kurulmuştur. Uygarlığın gelişimi sonucu, bu konuyla ilgili araştırma alanları dönemin güncel ihtiyaçlarına karşılık gelecek şekilde ilerlemiştir. Şekil 1.1’de yıldırımdan korunma ile ilgili sorunlar ve bunlara getirilen çözümleri kapsayan dönemlerin kronolojik listesi verilmiştir. Buna göre, ilk dönemde insanların yalnızca ve basitçe korunmaya odaklanıldığı görülmektedir. Bu gereklilik, bir fırtına esnasında canlı bir kişi veya nesnelere arasında irtibat oluşturan elektrik devrelerinden doğrudan veya kısmi yıldırım deşarjlarının toprağa akmasının yol açtığı ölümlerden kaynaklanıyordu. Bu bağlamda, mesela eski Avrupa devletlerindeki insanlardaki bilinçsizce bir inanış yüzünden - zangoçların çanlara vurmasının yaklaşan fırtınayı durduracağına inanmaları gibi - onlar buldukları yerleşim içindeki yüksek kulelerde çoğu zaman şiddetli yıldırım çarpmalarına maruz kalıp ölecek hayatlarını kaybetmişlerdir [1]. Sonraki dönemde karşıdaki binaları yıldırım düşme tehlikesinden korumak bir ihtiyaç haline gelmiştir. Ancak o zamanda, samandan yapılmış çatılar yıldırım deşarjı sonrasında meydana gelen ateşlemeye karşı hayli savunmasızdı [1]. Sonraki dönem ise çoğu zaman ana hat üzerinden gelen deşarj akım dalgaları yüzünden hasara uğrayan genel elektrik ve elektronik elektrifikasyon ekipman ve tesisleriyle ilişkilendirilmiştir. Üçüncü dönem devam [2, 3] ederken, oldukça dinamik yeni dördüncü dönem başlamıştır ki, bu dönemin adı “akıllı sistemler” dir. Akıllı koruma sistemleri, bu alanda bir dizi yeni gereklilikler, fakat bir çok da fırsatlar ortaya koymaktadır [4, 5, 6, 7].



**Şekil 1.1:** Yıldırımdan korunmada başlıca gelişim dönemleri.

Geleneksel bir güç sistemi için akıllı sistem elektrifikasyonu ve bağlantı bilgilerinin geliştirilmesi, kullanıcı için ekolojik ya da diğer ön ayarlamalardan maksimum faydayı elde etmesi yolunda önemli ölçüde farklıdır. Bir elektrik şebekesini, sistemdeki sensörlerin ürettiği bilgi ve bu bilginin işlenmesi akıllandırmaktadır [17]. Bu surette şebekede güvenilirlik, ekonomiklik, verimlilik, emniyet ve dayanıklılık elde edilecektir. Lisanssız bir kullanıcı için akıllı elektrik üretim ve tüketim sisteminin şematik gösterimi Şekil 1.2’de verilmiştir. Lisanssız bir elektrik kullanıcısının, kurmuş olduğu iç elektrik tesisatında şebeke, iç üretim, iç elektrik donanımı / saklama birimi gibi kaynaklarının neler olacağına; bunları ne şekilde kuracağına ve nasıl yükleyeceğine karar verme imkânı vardır. Bunun için, geri besleme dâhil kul-



**Şekil 1.2:** Lisanssız kullanıcı için akıllı elektrik üretim tüketim sisteminin şematik gösterimi.

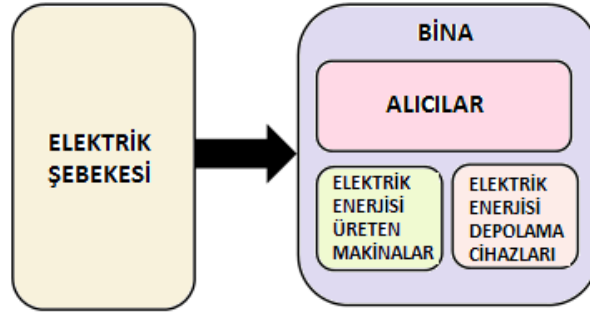
lanılacak programı tanımlamaya yardım eden algılama bilgilerini üreten kontrol biriminin mevcudiyeti önemlidir.

Bu çalışmada bir binadaki akıllı elektroteknik altyapının, binaya düşen yıldırım akım deşarjlarının etkisinden korunmasındaki problemler ortaya konmuş; binada mevcut akıllı kontrol cihazlarının korunması sorunları değerlendirilmiş; binanın elektrik ileten birimlerinde dolaşacak aşırı gerilime karşı koruma cihazlarının önleyebileceği tehlikeli olayların ve tehlike olasılıklarının bertaraf edilmesi tartışılmıştır.

## 2 Binalarda Akıllı Sistemler

Üzerinden IP tabanlı her veriyi hızlı ve güvenilir bir şekilde taşıyan, elektronik aletlerin birbirleri ile ağlar kurabildiği geniş-bant teknolojisini haiz elektrik hatları, akıllı elektrik şebekesini meydana getirirler. Bu sayede telefon, IPTV, gibi birçok uygulama, ekstra kablolama gerektirmeden gerçekleşebilir. Meydana getirilen akıllı sistemlerin elektrik bileşenleri şematik olarak Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Bir binadaki elektrik tesisatının ayırt edilebilir tarafı, binaya monte edilen cihaz ve alıcılar yardımıyla bir taraftan elektrik enerjisi kullanması, diğer taraftan elektrik üretmesi ve depolamasıdır. Bir binaya dahili ihtiyaçlar için elektrik üretim / saklama / tüketim sisteminin kurulması, burada lisanssız olarak elektrik kullanımının mümkün olacağı varsayımını güçlendirir; öyle ki [18]: şebekeden bina yükleri için güç çekilirken, fotovoltaik paneller vasıtasıyla kendi iç tüketimi için ve depolama maksatlı olarak enerji üretmesi; mevcut saklama elemanlarına düşük tarifeler ile enerji depolaması; kendi ürettiği elektriği enterkonnekte şebekeye satışı da mümkün olmaktadır. Akıllı sistemlerin işleyişi iklim şartları yüzünden ve ilgili ülkenin yönetmelikleri gereğince değişebilir. Polonya’da olduğu kadar, Türkiye’de de akıllı sistemlerin yaygınlaştırılması meselesi esasen, aşağıda sıralanan kriterlere göre ele alınmaktadır [18]:

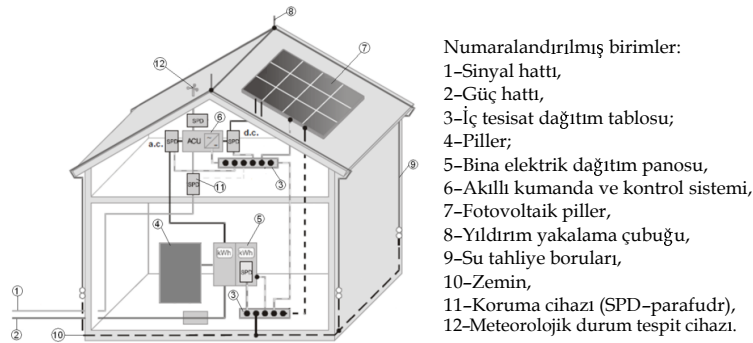
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu’nun, elektrik piyasası için uygun düzenlemeler oluşturması,
- Gerek Türk Standartlar Enstitüsü, gerekse Polonya Standardizasyon Komitesi’nin uluslararası standartlara uyum sağlayacağı bir harmoninin ortaya konması,



Şekil 2.1: Lisanssız elektrik kullanımı için üretim ve kullanım altyapısının blok gösterimi.

- Bilim Sanayi Teknoloji ile Ekonomi Bakanlıkları'nın, akıllı şebeke(ler) işi için altyapıyı hazırlaması,
- Yönetmelik kapsamında gerekli anlaşmaları imzalayan üreticilere, talep etmeleri halinde, süreli üretim kaynak belgesi verilmesi.

Akıllı bir elektrik sisteminin teknik alt yapısındaki tipik unsurlar, Şekil 2.2'de gösterilmiştir. Bu şekilde (6) numaralı birimde, bina elektrifikasyonunu denetleyen ve yöneten kontrol birimi gösterilmiştir ki bu birim, özellikle olumsuz hava(lar)da yıldırım münasebetiyle oluşacak aşırı gerilim dalgalanma etkisine maruz akıllı kontrol sistemidir. Böyle bir binaya veya yakınındaki bir alana doğrudan yıldırım düşmesi ihtimali riski, bu mülk ve müşterilatındaki her türlü sistemde ve binanın farklı bölgelerinde çeşitli elektromanyetik alanların doğmasına sebep olur. Bu bina ya da müşterilatındaki sistemlerin farklı noktalarında indüklenen elektromanyetik alanlar ise binaya doğrudan yıldırım çarpma ihtimalini artırır. Muhtemel güç veya sinyal hatları üzerinde yıldırım akımlarının etkisiyle oluşan dalgalanmalar ise, sistemde doğrudan veya dolaylı (indüktif) yoldan hasar oluşturabilir; bu durum da gerek iç dağıtım tesisatında ve gerekse dış hatlarda tehlikesi oldukça yüksek olan önemli bir konudur.



Şekil 2.2: Bir binadaki akıllı bir elektroteknik altyapısı [8].

### 3 Tehditler ve Koruma

IEC standartları çerçevesinde bir tesisin yıldırımdan korunması için öncelikli iş olarak tesis altyapısı değerlendirilerek risk analizleri yapılır; olası risklere göre tesisin korunma bağlamındaki net durumu ortaya konur [9]. Buna paralel olarak günümüzde, önceden ve yeni yapılan tüm tesis ve binaların akıllı bir sistem olması veya akıllı cihazlarla donatılarak korunması hayli önemsenmektedir. Akıllı sistemlerde öncelikli yıldırım tehdidi altyapıyı meydana getiren bileşenlerle ilgilidir. Güç besleme elemanındaki parçalar (elektrik enerjisini üreten ve gerektiğinde üretilen elektriği saklayan ekipmanlar, cihazları kontrol eden ve ölçüm yapan birimler, şebekeyi/tesisatı meydana getiren kablolar ile kontrol birimi), geleneksel cihazlar ile birlikte çalışır vaziyettedir. Mevcut şebekenin iletişim altyapısı üzerinden koordineli bir şekilde birbirine bağlanan bu unsurlar, akıllı bir sistem ve şebeke kavramını oluşturur. Fonksiyonel olmayan elektronik ve elektrikli cihazlardan oluşan akıllı sistemler, özellikle (fonksiyonel hale getirilmiş) kontrol sistemlerinin ve temelden akıllı kontrol sistemlerinin (1 numaralı birimin), kendi operasyonel giriş / çıkış işaretlerini, 2 numaralı birime (güç hattına) ve dolayısıyla tüm iç tesisat dağıtım tablosuna (3 numaralı birime) aktarırlar.

Akıllı sistemlerde yıldırım düşmesi sonunda doğan aşırı gerilim dalgalanmalarının, sistemin altyapı elemanlarına (güç, sinyal hattı ve dağıtım tablosuna) muhtemel etkilerinden korunma sorunları, birincil olarak bu darbenin yalıtım hasarı şeklindeki potansiyel kalıcı etkilerini azaltmak ile ilişkilidir. Bu sorunlar, yıldırımdan korunma durumunu, otomatik çalıştırmayı ve yıldırım etkilerini düşürmeyi de ihtiva eder [7]. Bu bakış açısından, akıllı bir sistem için geliştirilen enstrumentasyon araçları ve bunlarla ilişkili yazılımların göreceği zarar, büyük önem taşıyacaktır. Bir akıllı sistemdeki veya akıllı kontrol sistemindeki başlıca problemler, elektrik enerjili hatların veya sinyal hatlarının denetim fonksiyonları ve denetimin kesilmesi durumundaki olası etkilerle ilişkili olup aslında, sistemin kendisini devre dışı bırakma ihtimalini azaltmakla ilgilidir.

Akıllı sistemler, yıldırım dalgalanmalarının fiziki etkilerine karşı, IEC 62305'de tarif edilen birinci ve dördüncü tedbirler ışığında kontrol ve ölçüm sistemlerinin önceliğini sağlayacak şekilde korunabilirler [10, 11]. Yıldırım düşmesi sonrasında binadaki muhtemel fiziki zararı; aynı zamanda elektrikli / elektronik ekipmanın muhtemel arızalarını azaltan koruyucu önlemler ile tehdit altında olan kısımlar, Tablo 3.1'de verilmektedir [11].

Pratikte mevcut bina ve yapılarda yıldırım düşmesinin neden olduğu büyük problemler, birincil olarak güç besleme hatlarında ve aşırı gerilim koruma cihazlarında (AGKC'lerinde) ortaya çıkar. Akıllı cihazlarla kontrol edilecek hale getirilen tesislerdeki veri iletimini yöneten çiplerin seçimi ve montajı ise yıldırım deşarjı ve dalgalanmalarıyla ilişkili ikincil problemleri doğurur [12, 13, 14]. Yapılan bazı araştırmalarda, yıldırım deşarjlarının dolaşımından doğan potansiyel riskler ele alınmış [15, 16]; fenomen fırtınalar, parametreleştirilerek incelenmiştir.

Yönlendirme ve kontrol cihazları, esasen aşırı gerilim koruma cihazları (AGKC'leri) vasıtasıyla korunur [11, 12, 13]. Güç ve veri iletim hatlarında aşırı gerilim koruma cihazlarının (AGKC'leri) seçim ve montajı, yıldırım darbesinin şok etkisine bağlıdır; bu da sistem üzerinde taşınan veri iletimini doğrudan etkiler. Aşırı gerilim

**Tablo 3.1:** *Tipik koruma tedbirleri*

Binadaki Fiziki Zararı Azaltmaya Yarayan Koruma Tedbirleri	Elektrikli ve Elektronik Ekipmanların Arızalarını Azaltmak İçin Koruyucu Önlemler
a) Tam ve mükemmel su tesisatı yapılması,	i. Topraklama bağlantısı ve kompanzasyonun yapılması,
b) Çatlak boruların bakım ve onarımının yapılması,	ii. Elektromanyetik kalkan kullanılması,
c) Topraklama ve bağlantısının yapılmış olması,	iii. İndüksiyon döngülerinin azaltıcı hat yönlendirmesi,
d) Yedek tesisat ve bağlantıların bulunması	iv. Aşırı gerilim dalgalanmasını önleyen sistem ve cihazların

koruma cihazlarının doğru seçimi ve bunların doğru şekilde monte edilmesi, sistemin dayanacağı maksimum anma akım veya darbesi ile yapılacak korumanın seviyesinin belirlenmesine bağlıdır. Yıldırıma karşı yapılacak bu koruma, herhangi bir durumda, aşırı gerilim koruma cihazları (AGKC)'nda karşı karşıya kalınan yüksek enerji ile koordineli olmak ve muhtemel yangın riskini azaltmak öngörüsünde olmak durumdadır. Nihayet, aşırı gerilim koruma cihazlarının etkililiğine tesir eden tesisat iletkenlerinin kalitesi ve bunların montaj şartları da özel bir rol oynamaktadır. Bu şartlar, AGKC'nın çıkışında gözüken efektif gerilim değerinin yükselmesini ardışıl olarak tetikleyecek nihai koruma seviyesini de etkiler.

## 4 Sonuçlar

Bu çalışmada IEC standartları çerçevesinde ve güvenilirlik temel alınarak, bir tesisdeki akıllı kontrol sistemlerinin yıldırımdan korunmalarındaki problemlerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bina ve tesislerdeki her türlü elektrikli ve elektronik sistemi yıldırımdan korurken tesislerin yerleşimi, yapısı ve elektrifikasyon sistemine ilişkin tüm verilerin önemli olduğu görülmüştür. Bu bağlamda muhtemel yıldırım deşarjları ve dalgalanmalarına karşı akıllı kontrol sistemlerinin korunması ve kontrolü problemleri analiz edilerek incelenmiş; buna bağlı olarak aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Akıllı sistemlerin gelişimi yıldırımdan korunmada yeni bir dönemin ortaya çıkmasına katkı yapmaktadır;
- Akıllı sistemlerin çalıştırılmasındaki faydalar, yıldırım akımlarının etkisiyle olarak azalabilir;
- Akıllı sistemin bulunduğu altyapı bileşenlerinin işlevselliğinde ve dolaylı etkilerindeki bir bozukluk, yıldırım deşarjına maruz bina ve tesisin fonksiyonel bileşenlerine, hatta tüm sisteme dahi aktarılabilir;
- Hassas kontrolün yapıldığı birimin yıldırımdan korunması ve böylece sisteme tehlikesizce kumanda edilmesi, bakım ve iyileştirmenin münferiden ve devamlı olarak yapılmasını gerektirir;

- Daha önceden geliştirilen yıldırımdan korunma uygulamaları, akıllı sistemlerin korunması için yeterli bir dayanak teşkil eder;
- Akıllı sistemlerin gelişimi ve buna bağlı olarak, yeni cihazların ve onların yeni akıllı sistemlerdeki konfigürasyonlarının ortaya çıkması, yıldırımdan korunma alanında yapılacak araştırmaların çoğalmasını teşvik edecektir.

## Kaynaklar

- [1] V. Cooray, *The Lightning Flash*, IEE Power Energy Series 34, 2003.
- [2] A. I. Sowa and J. Wiater, *EMC investigations and real lightning risk of fire protection systems*, *Przegląd Elektrotechniczny*, 83(9) (2007), 88–90.
- [3] G. B. Lo Piparo and G. Carrescia, *Protezione contro le sovratensioni*, Ed. TNE 2002.
- [4] S. Massucco, *Genova smart city*, Smart Grid International Forum, Rome-Italy, 2010.
- [5] T. Kisielewicz and Z. Flisowski, *Problematyka ochrony kontrolno-sterowniczych smart systemów przed przepięciami atmosferycznymi*, VII Konferencja Naukowo-Techniczna: Urządzenia Piorunochronne w Projektowaniu i Budowie 2014, Dom Technika NOT, Cracow, Poland.
- [6] E. J. Prendergast, *Smart Grid: A Global Perspective*, IEEE Smart Grid World Forum, Brussels, Belgium, 2010.
- [7] C. Tong, Y. Gao, M. Tong and L. Zhang, *Dynamic lightning protection of smart grid transmission system*, International Conference on Lightning Protection, Vienna, Austria, 2-7 September 2012
- [8] Dehn - Blitzplaner: *Manuale per la protezione contro i fulmini*, <http://www.dehn.it/it/service/downloads/bpl.shtml>, 2011.
- [9] İ. Tarımer, T. Kisielewicz, B. Kuca and M. Biçer, *Tesisleri yıldırma karşı korumada risk yönetimi değerlendirmesi*, *Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi*, 1(2) (2014), 62–68.
- [10] IEC 62305-1, *Protection against lightning - Part 1: General principles*, Ed.2, December 2010.
- [11] IEC 62305-4, *Protection against lightning - Part 4: Electrical and electronic systems within the structures*, Ed.2, December 2010.
- [12] T. Kisielewicz, F. Fiamingo, C. Mazzetti, B. Kuca and Z. Flisowski, *A Case Study to Effective Protection of Sensitive Apparatus by Means of Voltage Limiting SPD*, *Przegląd Elektrotechniczny*, 88(6) (2012), 57–59.

- [13] W. Bassi, N. M. Matsuo and A. Piantini, *Currents and charge absorbed by low-voltage SPDs in overhead distribution systems due to lightning*, 11<sup>th</sup> International Symposium on High Voltage Engineering (Conf. Publ. No. 467), 1999.
- [14] Z. Benesova, R. Haller, J. Birkl and P. Zahlmann, *Overvoltages in photovoltaic systems induced by lightning strikes*, International Conference on Lightning Protection, Vienna-Austria, 2-7 September 2012.
- [15] C. A. Nucci, *A survey on CIGRÉ and IEEE procedures for the estimation of the lightning performance of overhead transmission and distribution lines*, Asia-Pacific Symposium on Electromagnetic Compatibility, APEMC, Beijing-China, 2010.
- [16] J. Birkl and C. F. Barbosa, *Modeling the current through the power conductors of an installation struck by lightning*, 11<sup>th</sup> International Symposium on Lightning Protection, XI SIPDA, Fortaleza-Brazil, 2011.
- [17] C. Tong, M. Tong, J. Luo, Y. Gao and L. Zhang, *Dynamic Lightning Protection of Smart Grid Transmission System*, International Conference on Lightning Protection (ICLP) Vienna-Austria, 6(12) (2012), 1–10.
- [18] <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/07/20110721-7.htm>, 24. 11.2015.