

YILDIRIMDAN KORUMADA RİSK ANALİZİ

Özcan KALENDERLİ

İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü, Maslak - İstanbul
kalenderli@itu.edu.tr

ÖZET

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC), 2006 yılında yıldırım riskinin yönetimi üzerine IEC 62305-2 numaralı, kapsamlı bir risk değerlendirme standardı yayınladı. Ardından bu standardın eşdeğeri olarak, TSE, 2007 yılında TS EN 62305-2 ve pekçok ülke de kendi standartlarını yayınladılar. Yayımlanan bu kapsamlı standartların uygulaması, içeriğinin genişliği ve yapılacak işlemlerin çokluğu nedeniyle kolay ve kısa zamanda uygulanabilir değildir. Bu nedenle uygulamayı basitleştirmek ve kolaylaştırmak için pekçok yıldırım riskini değerlendirme yazılımı üretilmiştir. Bu çalışmada da hem bu standardın ülkemizde de gerektiği gibi kullanılmasını sağlamak hem de uygulamasını kolaylaştırmak için, görsel bir programlama diliyle Türkçe olarak hazırlanmış bir yıldırım risk hesaplayıcı yazılımı, özellikleri ve kullanımı ile ilgili bilgiler açıklanmıştır.

1. GİRİŞ

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC), 2006 yılında, yıldırımdan korunma ile ilgili IEC 61024 standardını yürürlükten kaldırarak yerine IEC 62305 serisi, beş ayrı bölümden oluşacak standartlardan ilk dördünü yayınladı [1-4]. Bu standartlardan ikinci bölümü, yıldırım riskinin yönetimi üzerine IEC 62305-2 numaralı, kapsamlı bir risk değerlendirme standardı idi [2]. Bu standardın yayınlanmasının ardından bu standardın karşılığı olarak, TSE, 2007 yılında TS EN 62305-2 [5] ve pekçok ülke de kendi eşdeğer standartlarını [6, 7] yayınladılar. Yayımlanan bu kapsamlı standartların uygulaması, içeriğinin genişliği ve yapılacak işlemlerin çokluğu nedeniyle kolay ve kısa zamanda uygulanabilir değildir. Literatürde bu zorluğu yenmek için farklı yollarla yapılan risk analizi çalışmalarından örnekler sunulmuştur [8-13]. Bu çalışmalar yanında, risk analizini basitleştirmek ve kolaylaştırmak için pekçok yıldırım riskini değerlendirme yazılımı üretilmiştir [14-18]. Üretilen bu programların ülkemizde bilinirliği ve kullanılabilirliği yok denecek kadar azdır. Ülkemizde genellikle bu standarda uygun

risk analizi yapılmadan yıldırımdan koruma uygulamaları yaygındır. Bunda varolan haliyle risk yönetimi standardının öğrenilmesinin ve kullanılmasının kolay olmamasının etkisi vardır.

Bu çalışmada, hem yıldırım risk yönetimi standardıyla ülkemizdeki kişileri daha fazla yakınlaştırmak hem de uygulamasını kolaylaştırmak için, görsel bir programlama diliyle yazılmış bir yıldırım risk hesaplayıcı yazılımı, özellikleri ve kullanımı açıklanmıştır.

2. RİSK YÖNETİMİ

Yıldırımdan dolayı meydana gelebilecek can, mal ve hizmet kaybını azaltmak için korunma önlemlerine gerek olup olmadığına ve korunma düzeyine, risk değerlendirmesi ile karar verilmelidir.

Yıldırım riski, bir yapıda veya hizmet tesisatında yıldırımdan dolayı meydana gelebilecek ortalama yıllık kayıp olarak tanımlanır. Risk, yapıyı ve hizmet tesisatını etkileyen yıllık yıldırım düşmesi sayısına, düşen yıldırımların hasar yapma olasılığına ve hasarın tutarına bağlıdır.

Yapıyı etkileyen yıldırımlar, hasar kaynağı olarak;

- S1: Yapıya,
- S2: Yapının yakınına,
- S3: Hizmet tesisatlarına ve
- S4: Hizmet tesisatlarının yakınına

düşen yıldırımlar olarak gruplara ayrılabilir. Yıldırımlar,

- D1: Dokunma ve adım gerilimlerinden dolayı canlıların zarar görmesine,
- D2: Fiziksel hasarlara,
- D3: Elektromanyetik etkilerinden dolayı iç sistemlerin arızalanmasına ve

ek olarak tesislerde dolaylı olarak anahtarlama aşırı gerilimlerinin oluşmasına neden olabilirler.

Yapıyı ve hizmet tesisatını etkileyen yıldırım düşme sayısı, yapının ve hizmet tesisatının boyutlarına ve özelliklerine, çevresel özelliklerine ve bulunduğu bölgedeki yıldırım düşme yoğunluğuna bağlıdır. Yıldırım hasarının oluşma olasılığı; yapının, hizmet tesisatının ve yıldırım akımının özelliklerine ve uygulanan korunma önlemlerinin türüne ve etkinliğine bağlıdır. Dolaylı hasarın ortalama yıllık miktarı; yıldırım düşmesi sonucu oluşacak dolaylı etkilere ve hasarın büyüklüğüne bağlıdır. Korunma önlemlerinin özelliklerine bağlı olarak hasar olasılığı ve hasar miktarı azalır.

Yapılarda aşağıdaki kayıp tipleri göz önüne alınır:

- L1: Can kaybı,
- L2: Kamu hizmetlerinin kaybı,
- L3: Kültürel mirasın kaybı,
- L4: Ekonomik değerlerin kaybı.

Bir yapıda veya hizmet tesisatında yıldırımdan dolayı meydana gelebilecek her türlü kayıpla ilgili risk (R)

değerlendirilmelidir. Değerlendirilmesi gereken riskler aşağıda verilmiştir:

- R_1 : Can kaybı riski
- R_2 : Kamu hizmeti kaybı riski
- R_3 : Kültürel miras kaybı riski
- R_4 : Ekonomik değer kaybı riski

Riskleri değerlendirmek için risk bileşenlerinin tanımlanması ve hesaplanması gerekir. Her risk, risk bileşenlerinin toplamından oluşur. Bir risk hesaplanırken risk bileşenleri hasarın kaynağına ve türüne göre gruplandırılabilir. Her risk bileşeni aşağıdaki genel denklemle ifade edilir:

$$R_X = N_X \cdot P_X \cdot L_X \quad (1)$$

Burada:

N_X : Yıllık tehlikeli olay sayısı,

P_X : Yapının hasarlanma olasılığı,

L_X : Kayıptır.

Tehlikeli olay sayısı (N_X); yıldırım düşme yoğunluğuna (N_g), korunan yapının, çevresinin ve toprağın özelliklerine bağlıdır. Yapının hasarlanma olasılığı (P_X); yıldırım düşme yoğunluğuna (N_g), korunan yapının fiziksel özelliklerine ve sağlanan korunma önlemlerine bağlıdır. Kayıplar (L_X) ise, yapının kullanım şekline, içinde bulunan insanlara, kamuya verilen hizmet türüne, hasardan etkilenen malların değerine ve uygulanan korunma önlemlerine bağlıdır.

Risk yönetiminde aşağıdaki sıra izlenmelidir:

- Korunacak yapının kendisinin, yapıdaki tesisatların, yapıdaki nesnelerin, yapıdaki ve yapıya 3 m'den yakın insanların, yapıdaki hasardan etkilenen çevrenin ve özelliklerinin belirlenmesi,
- Yapıda olabilecek bütün kayıp tiplerinin ve bunlara karşılık gelen risk bileşenlerinin (R_X) belirlenmesi ve hesaplanması,
- Toplam riskin (R) hesaplanması,

- Yapı için katlanılabilir riskin (R_T) belirlenmesi,

- Risk (R) ile katlanılabilir riskin (R_T) karşılaştırılması ve korunma gerekliliğinin belirlenmesi:

$R \leq R_T$ ise yıldırımdan korunma gerekli değildir.

$R > R_T$ ise $R \leq R_T$ olacak şekilde yıldırımdan korunma gereklidir ve önlem alınmalıdır.

- Korunma önlemlerinin olması ve olmaması halindeki toplam kayıpları karşılaştırarak, korunmanın ekonomik olarak değerlendirilmesi.

3. RİSK ANALİZİ YAZILIMI

Çalışmanın ana konusunu oluşturan "Yıldırım Risk Hesaplayıcı" isimli program, yazılımı ve kullanımı kolay, Microsoft Visual Basic 6.0 Enterprise Edition ortamında Visual Basic programlama dili kullanılarak, yazı ve açıklamaların Türkçe yapıldığı arayüzler şeklinde tasarlanmıştır. Programda tab kontrollü yedi bölüm (arayüz) vardır. Arayüzlerden altısı kullanıcıdan bilgi alır. Yedinci ve sonuncu bölüm sonuçlar arayüzüdür. Program esnek ve güvenilir çalışmaya uygun tasarlanmıştır. Risk yönetimindeki sıra izlenerek aşağıda tanıtılan arayüzler oluşturulmuştur.

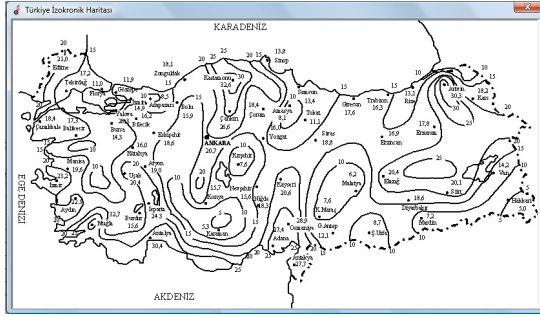
Şekil 1'de programın açılış ve başlangıç arayüzü gösterilmiştir. Burada yapının uzunluk, genişlik ve yükseklik gibi boyutları yazılarak; hasar riski, yangın riski ve ekranlama gibi özellikleri seçilerek girilmektedir.

Şekil 1: Programın açılış ekranı: "Yapı" arayüzü.

Şekil 1'den de görülebileceği gibi, program boyunca hem elle girilen sayısal değerler için alanlar, hem de belli seçenekler arasından seçim yapmak için aşağıya açılan menüler kullanılmıştır.

Şekil 2'de görülen "Çevre Koşulları" arayüzünde, açılan menülerden yararlanarak "Konum Faktörü" başlığı altında yapının yükseklik bakımından çevresindeki yapılara göre durumu, "Çevre Faktörü" başlığı altında bulunduğu bölge seçilebilmektedir. Bu arayüzde yapının bulunduğu bölgenin yıllık yıldırımlı gün sayısını yazmak gerekmektedir. Bunun için programa Türkiye izokronik haritası (Şekil 3) eklenmiştir. Haritadan bakılarak bölgenin yıllık yıldırımlı gün sayısı öğrenilebilir.

Şekil 2: "Çevre Koşulları" arayüzü.



Şekil 3: "Türkiye İzokronik Haritası" ekranı.

Şekil 4'teki "Servis Hatları" arayüzünde "Enerji Hattı", "Diğer Yerüstü Servisler" ve "Diğer Yeraltı Servisleri" olmak üzere üç kısım bulunmaktadır. Burada açılan menülerde her durum için olası; örneğin hava hattı veya yeraltı kablolarının ve yakında bir dağıtım transformatörünün varlığı, sayısı, ekranlaması gibi kullanıcı için kolay seçim seçenekleri verilmiştir.

Şekil 4: "Servis Hatları" arayüzü.

Şekil 5'teki "Koruma Önlemleri" arayüzünde, açılan menülerde verilen seçeneklerle yapıda yıldırımdan, yangından ve aşırı gerilimden korunmak için var olan veya olmayan koruma önlemleri sorgulanmaktadır. Yıldırımdan korumanın düzeyi, korumanın elle veya otomatik yapıp yapılmadığı seçimle belirtilebilmektedir.

Şekil 5: "Koruma Önlemleri" arayüzü.

Şekil 6'da can kaybına (kayıp türü I) ve servis kaybına (kayıp türü II) ilişkin bilgilerin değerlendirildiği "Kayıp Türü I-II" arayüzü gösterilmiştir. Burada yaşamsal tehlikeler, yangından ve aşırı gerilimlerden can kaybı olma olasılığı sorgulanmakta, elektrik, iletişim, gaz, su gibi servislerin kesintiye uğrama olasılığı değerlendirilmektedir.

Şekil 6: "Kayıp Türü I-II" arayüzü.

Şekil 7'de kültürel miras kaybına (kayıp türü III) ve ekonomik kayıplara (Kayıp türü IV) ilişkin bilgilerin değerlendirildiği "Kayıp Türü III-IV" arayüzü gösterilmiştir. Burada kültürel miras kaybının önemli olup olmadığı sorgulanmakta, yangın, aşırı gerilim, adım ve dokunma gerilimleri nedeniyle ekonomik kayıplar ayrıntılı değerlendirilmekte, kabul edilebilir ekonomik risk sınırı sorulmaktadır.

Şekil 7: "Kayıp Türü III-IV" arayüzü.

Şekil 8’de görülen programın sonuç ekranında, daha önce diğer adımlarda girilen veriler toplanarak, ilgili standartta anlatılan risk hesaplama denklemlerinin sonucu hesaplanarak gösterilir. Sonuçta can kaybı, servis kaybı, kültürel miras kaybı ve ekonomik kayıp, yıldırımın doğrudan çarpma olasılığına ve dolaylı etkilene olasılığına göre değerlendirilmektedir. Katlanılabilir risk değerleri ile karşılaştırarak yapılan değerlendirmede, katlanılabilir risk değerleri sabit olup, standartta verildiği gibi alınmıştır.

Programda eğer adımlar arasında geçiş yaparken doldurulmamış alanlar kalmışsa, hesaplama düğmesine tıklandıktan sonra bir uyarı mesajı çıkmaktadır. Tüm alanlar doldurulduysa, program doğrudan, dolaylı ve toplam risk değerlerini göstermekle beraber bu çizelgenin altına "Koruma gereklidir" veya "Koruma gerekli değildir" şeklinde bir sonuç kararı yazmaktadır. Ayrıca programda girilen bilgiler ve elde edilen sonuçlar bir dosyaya yazdırılarak bir rapor dosyası elde edilebilmektedir.

Kayıp Türü	Kabul Edilir Risk	Doğrudan Çarpma Riski	Dolaylı Çarpma Riski	Toplam Risk
Can Kaybı	1.00E-05	2.84E-10	0.00E+00	2.84E-10
Servis Kaybı	1.00E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kültürel Miras Kaybı	1.00E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ekonomik Kayıp	1.00E-05	1.42E-04	8.89E-03	9.03E-03

Risk, insan yaşamı için kabul edilir değerin altındadır.
 Risk, servis kaybı için kabul edilir değerin altındadır.
 Risk, kültürel mirasın kaybı için kabul edilir değerin altındadır.
 Risk, ekonomik kayıp için kabul edilir değerin üzerindedir.

KORUMA GEREKLİ!

Şekil 8: Programın "Sonuçlar" arayüzü.

4. SONUÇ

Geliştirilen yazılım, IEC 62305-2 ve TS EN 62305-2’de verilen hesaplamalara ve yöntemlere dayalı Türkçe bir yazılımdır. Yazılım, basit yapılarda risk değerlendirmesi yapmayı kolaylaştırmak amacıyla hazırlanmıştır. Karmaşık yapıları ve özel durumları değerlendirmek için yine ilgili standartlara bakarak değerlendirme yapılması önerilir. Bu amaçlar için program geliştirilmeye devam edilmelidir.

Riskin katlanılabilir düzeye veya bunun altına düşürülebilmesi için uygun korunma önlemlerinin seçilmesi gerekir. Yine de yıldırım tesisi yapılması zorunlu ise veya riske girilmek istenmiyorsa, risk analizinin sonucuna bakılmaksızın ama risk analizinden yararlanarak cana, mala zarar vermeyen, ekonomik koşullara uygun uygulama yapılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] IEC 62305-1, Protection against lightning - Part 1: General principles, International Electrotechnical Commission, 2006.
- [2] IEC 62305-2, Protection against lightning - Part 2: Risk management, International Electrotechnical Commission, 2006.
- [3] IEC 62305-3, Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard, International Electrotechnical Commission, 2006.
- [4] IEC 62305-4, Protection against lightning - Part 4: Electrical and electronic systems within structures, International Electro-technical Commission, 2006.
- [5] TS EN 62305-2, Yıldırımın Korunma - Bölüm 2: Risk Yönetimi, 2007.
- [6] VDE 0185-305-2, Protection against lightning - Part 2: Risk management, 2006.
- [7] BS EN 62305-2, Protection against lightning - Part 2: Risk management, 2006.
- [8] Darveniza, M., Flisowski, Z., Kern, A., Landers, E. U., Mazzetti, C., Rousseau, A., Sherlock, J., Lo Piparo, G. B., "An approach to problems of risk management for structures and services due to lightning flashes", *Journal of Electrostatics*, Vol. 60, No. 2-4, March 2004, pp. 277-286.
- [9] Shindo, T., Suda, T., "A study of lightning risk", *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, Vol. 3, No. 5, pp. 583-589, Sept. 2008.
- [10] Chunyu, G., Wenlong, Z., Yufeng, Y., Yanfei, J., Gang, L., "Study on risk assessment of lightning disaster based on the lightning location information on campus", 2010 IEEE Int. Symp. on Electrical Insulation (ISEI), San Diego, CA, 6-9 June 2010, pp. 1 - 3.
- [11] Gellén, T. B., Szedenik, N., Kiss, I. and Németh, B., "On the problems regarding the risk calculation used in IEC 62305", *J. Phys.: Conf. Ser.* 301, 2011.
- [12] Guo, Z., Lin, G., He, Q., Chang, Y., Zhu, Y., Wang, Z., Xu, Y., Cao, J., "Regional lightning risk assessment based on fuzzy comprehensive evaluation method", 2010 Seventh Int. Conf. on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), Yantai, Shandong, 10-12 Aug. 2010, pp. 1340 - 1343.
- [13] Mazetti, C., Flisowski, Z., "Risk due to Lightning for Structure and its Equipment", *Journal of Lightning Research*, Vol. 1, 2007, pp. 69-79.
- [14] Surtees, A. J., Gillespie, A., Kern, A. Rousseau, A., "Development of a risk assessment calculator based on a simplified form of the IEC 62305-2 standard on lightning protection", 27th Int. Conf. on Lightning Protection (ICLP 2004), Avignon, France, 13-16 Sept. 2004.
- [15] Bouquegneau, C., Lecomte, P., "New lightning protection standardization trends for the lightning risk assessment; use of the risk multilingual 3 software", 2010 Asia-Pacific Symp. on Electromagnetic Compatibility (APEMC), Beijing, 12-16 April 2010, pp. 1189 - 1192.
- [16] Dickson, A. S., Van Coller, J. M., Jandrell, I. R., "Development of a complete risk analysis calculator based on the IEC62305-2 risk management document", 28th Int. Conf. on Lightning Protection (ICLP 2006), Kanazawa, Japan, 2006, pp. 1194-1199.
- [17] Loboda, M., Szewczyk, M., Flisowski, Z., "Lightning risk numerical calculation programme based on new version of IEC 62305-2", 26th Int. Conf. on Lightning Protection (ICLP 2002), Cracow, Poland, September 2-6, 2002, Vol. II, pp. 843-847.
- [18] Loboda, M., Szewczyk, M., Flisowski, Z., "Comparison of lightning risk calculation results using different software based on new standard IEC 62305-2", 28th Int. Conf. on Lightning Protection (ICLP 2006), Kanazawa, Japan, 2006, pp. 1200-1204.

