

*Araştırma Makalesi - Research Article*

## IEC62305-2'ye Göre Yıldırım Risk Analizi: Hakkâri Üniversitesi Örneği

### Lightning Risk Analysis According to the IEC62305-2: A Case of Hakkari University

Ali ERDUMAN<sup>1\*</sup>, Fikret YILDIZ<sup>2</sup>

*Geliş / Received: 07/05/2019*

*Revize / Revised: 23/05/2019*

*Kabul / Accepted: 24/05/2019*

**Ö**z- Bu çalışmada IEC62305-2 standart kullanılarak risk analizi ve koruma sisteminin risk değeri üzerine etkisi araştırılmıştır. Örnek model olarak nüfus yoğunluğu açısından yükselen potansiyele sahip olan Hakkâri Üniversitesi modeli ele alınmıştır. Korunma sisteminin bulunması durumunda risk değerinin, koruma sistemlerinin bulunmadığı duruma göre önemli oranda azaldığı gözlenmiştir. LPD (Yıldırım koruma sistemi) ve SPD (Parafudr) sistemlerinin insanların hayat güvenliği için son derece önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler-** IEC62305-2, Yıldırım, Risk Analizi

**A**bstract- This paper studies the risk analysis and effects of protection systems on risk management based on IEC62305-2. Hakkari University was used as a case study for risk analysis due to potential on increasing population growth. It was shown that protection system (LPD and SPD) is significantly reduced risk value. Consequently, it is understand that protective system are important system to reduces risk of human life.

**Keywords-** IEC62305-2, Lightning, Risk Analysis

#### I. GİRİŞ

Yıldırım kaynaklı ölümler ve ciddi yaralanmalar dünyada üzerinde sıkça rastlanmaktadır. Ölüm ve yaralanmalara ek olarak ekonomik olarak da zarara sebep olmaktadır [1]–[3]. Türkiye'deki yıldırım kaynaklı zararlar göz önünde bulundurulduğunda her yıl 400 kişinin yıldırımdan dolayı öldüğü tahmin edilmektedir [3]–[5]. Franklin çubuğu ve Faraday kafesi yöntemleri uzun yıllardan beri insan nüfus yoğunluğunun fazla olduğu binaları, hastaneleri, okulları vb. yapıları yıldırımdan korumak için kullanılmaktadır [6], [7]. Bu tip yapıların içinde ve yapıya dışarıdan giren (Örneğin Telekom kabloları) karmaşık elektronik sistemlerinde yıldırımdan korunması gerekmektedir. Kapalı alanlara ek olarak, askerler, çiftçiler ve çobanlar açık alanda bir çok kez yıldırıma maruz kalmaktadırlar. Yıldırımın oluşturduğu zarar nüfus yoğunluğuna, bölgeye, sezona vb. etkilere bağlı olmasına rağmen, günümüz teknolojisi yıldırımın tespiti ve oluşan zararları azaltma konusunda yetersiz kalmaktadır [5], [8]. Bu yüzden yıldırımın sebep olduğu doğrudan veya dolaylı etkileri azaltmak için risk değerlendirme ve yıldırım korunma standartları göz önünde bulundurulmalıdır. Bunların yapılması kayıpların azaltılması, insan, hayvan, binalar ve cihazların güvenliği açısından son derece önemlidir.

Yıldırım riskinin değerlendirilmesinde ve korunma yöntemlerin belirlenmesinde 4 adet standart kullanılmaktadır. Bunlar; IEC 62305-1, IEC 62305-2, IEC 62305-3 ve IEC 62305-4 [2], [9]–[12] olarak sıralanmaktadır. Bu dört standart kısaca özetlenirse; IEC 62305-1 yıldırma karşı insan ve yapılar için genel kuralları tanımlar.

<sup>1\*</sup>Sorumlu yazar iletişim: [alierduman@hakkari.edu.tr](mailto:alierduman@hakkari.edu.tr), (<https://orcid.org/0000-0003-4116-3159>)

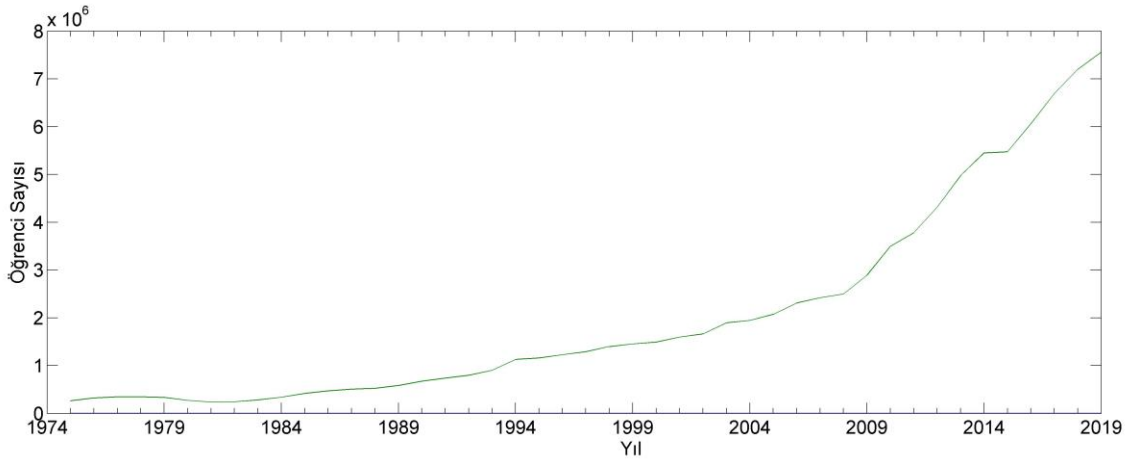
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Hakkâri Üniversitesi, Hakkari, Türkiye

<sup>2</sup>İletişim: [fikretyildiz@hakkari.edu.tr](mailto:fikretyildiz@hakkari.edu.tr), (<https://orcid.org/0000-0001-6289-2874>)

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Hakkâri Üniversitesi, Hakkari, Türkiye

Ayrıca, yıldırımdan korunma sistemlerinin tasarımı hakkında da bilgi verir. IEC 62305-2 insan kayıplarını, toplum için yapılan hizmet kayıplarını, kültürel miras kayıplarını ve ekonomik kayıpları göz önünde bulundurarak risk yönetiminden bahsetmektedir. IEC 62305-3 ise yapı içinde oluşan fiziksel hasarları azaltmak için gerekli korunma yöntemlerini kapsamaktadır. Son olarak, IEC 62305-4 da yapı içinde bulunan elektrik ve elektronik sistemlerde oluşan zararları azaltmak için gerekli koruyucu sistemlerin tasarımı, tamiri ve testlerini kapsamaktadır.

Üniversite nüfus sayısı her yıl bir önceki yıla göre artma eğilimi göstermektedir [13]. 1974-2019 yılları arasında Türkiye'deki yükseköğretim kurumlarındaki öğrenci sayılarının değişimi Şekil 1'de gösterilmiştir [14],[15]. Yoğun bir insan potansiyeline ve birçok yapıya ev sahipliği yapan üniversite kampüslerinde yıldırımın zarar verebileceği riskli alanlardandır. Bu nedenle üniversite kampüslerinin risk analizinin yapılması insanların ve yapıların korunması için bir zorunluluk haline gelmektedir.



Şekil 1. Yıllara göre üniversite öğrenci sayısı değişimi [14,15]

Bu çalışmada Hakkâri bölgesinde oluşan yıllık yıldırım olayları göz önüne alınarak risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan verilere göre Hakkâri Bölgesinde yıllık yıldırım düşme olasılığı düşüktür [5], [16]. Ancak km<sup>2</sup>'ye düşen yıldırım oranı düşünüldüğünde ciddi sonuçlar ortaya çıkarabilir. Hakkâri Bölgesi dağlık bir yapıya sahip ve denizden yüksekliği de Türkiye ortalamasının üstündedir. Hakkâri ilindeki yapılar genellikle yıldırımdan koruma tesisatına sahip değil ya da standartlara uygun korunamamaktadırlar. Bu da yıldırım düşmesi durumunda oluşacak zararın boyutunu arttırmaktadır. . Tüm bu nedenlerden dolayı, öğrenci ve çalışan personel sayısı gün geçtikçe artan Hakkâri Üniversitesi'nin farklı koordinatlardaki Rektörlük ve Çölemerik Meslek Yüksekokulu binaları için yıldırım düşmesine karşı mevcut durumunun IEC 62305-2 ye göre risk analizi yapılmış ve ön görülen riskli alanlar için gerekli koruyucu sistemler önerilmiştir.

## II. MATERYAL VE METOD

IEC62305 standardı şematik olarak Şekil 2'de gösterilmiştir. Dört bölgeden oluşan standart; birinci olarak IEC62305-1 yıldırımdan korunmanın için genel kuralları, ikinci olarak IEC62305-2 risk yönetimi, üçüncü olarak IEC62305-3 yapılarındaki fiziksel hasarı ve hayati tehlikeleri, son olarak IEC62305-4'de yapılarda bulunan elektrik ve elektronik sistemlerin yıldırıma karşı korunmasının tanımlar. Bu çalışmada sadece IEC62305-2 standardı kullanılarak risk analizi yapılmıştır ve koruyucu sistemler için bir öneride bulunulmuştur. Yıldırım riski, yapıların zarar görme olasılığı ve yıldırım çarpması sonucu oluşan kayıp oranının çarpılması ile hesaplanabilir. IEC62305-2'ye göre 4 çeşit risk ve risk tolerans tanımlaması yapmaktadır. Bunlar Tablo1'de verilmiştir.

Yıldırım risk çeşitleri: (a) yapı içinde bulunan insan kayıp riski (R1), (b) yapı içindeki topluma hizmet için yapılan hizmetlerin kayıp riski (R2), (c) yapı içindeki kültürel miras değer kayıp riski (R3), (d) yapı içindeki ekonomik kayıp riski (R4) olarak tanımlanır. Bu risklere karşılık gelen kayıp oranları da aşağıdaki gibi tanımlanmıştır: (e) insan kaybı (L1), (f) Topluma yapılan hizmet kaybı (L2), (g) Kültürel miras kaybı (L3), (h) Ekonomik kayıp (L4) şeklindedir. Yıldırım riskinin tanımlanması da aşağıda verilmiştir.

I. Yıldırım yapıya düştüğünde oluşan yıldırım riski (S1):

- (a)  $R_A$ : Yaşayan canlıların dokunması ve adım voltajlarından dolayı şoklanması
- (b)  $R_B$ : Yapı içindeki yangın veya patlama etkisi
- (c)  $R_C$ : Elektrik ve elektronik sistemdeki aksamalar

II. Yıldırımın yapının yanına düşmesi sonucu oluşan yıldırım riski (S2):

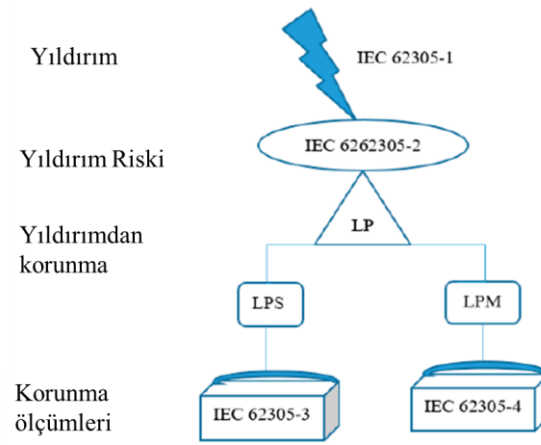
- (a)  $R_M$ : Elektrik ve elektronik sistemdeki aksamalar

III. Yıldırımın yapıyla bağlantılı bir noktaya düşmesi sonucu oluşan yıldırım riski (S3):

- (a)  $R_U$ : Canlıların dokunması sonucu yaralanması
- (b)  $R_V$ : Yapı içindeki yangın etkisi
- (c)  $R_W$ : Yapının içinde bulunan sistemlerin aksaması

IV. Yıldırımın yapıyla bağlantılı olan noktaya yakın düşmesi sonucu oluşan yıldırım riski (S4):

- (a)  $R_Z$ : Yüksek voltajdan dolayı elektrik ve elektronik sistemde oluşan aksamalar



Şekil 2. Iec62305 standardının tanımlanması

Tablo 1. Yıldırım risk değerlendirilmesi

Risk Türü	Yıldırım Düşme Noktası		S1		S2		S3		S4		Tolerans
	$R_A$	$R_B$	$R_C$	$R_M$	$R_U$	$R_V$	$R_W$	$R_Z$			
R1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	$10^{-5}$	
R2		*	*	*		*	*	*		$10^{-3}$	
R3		*		*		*				$10^{-3}$	
R4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	$10^{-3}$	

Risk yönetim formülü de aşağıda tanımlandığı gibidir.

$$R_X = N_X \times P_X \times L_X$$

(1)

Burada  $R_x$ : yıldırım riskini,  $N_x$ : yıllık yıldırım risk sayısını,  $P_x$ : yapıda zarar oluşma olasılığını ve  $L_x$ : yıldırım çarpması sonucu oluşan kayıpların oranını tanımlar. Formülde verilen her bir katsayının altındaki x alt indisine ait detaylar IEC62305-2 standardında açıklanmıştır. Burada ilgili detaylar tekrara değinilmemiştir.

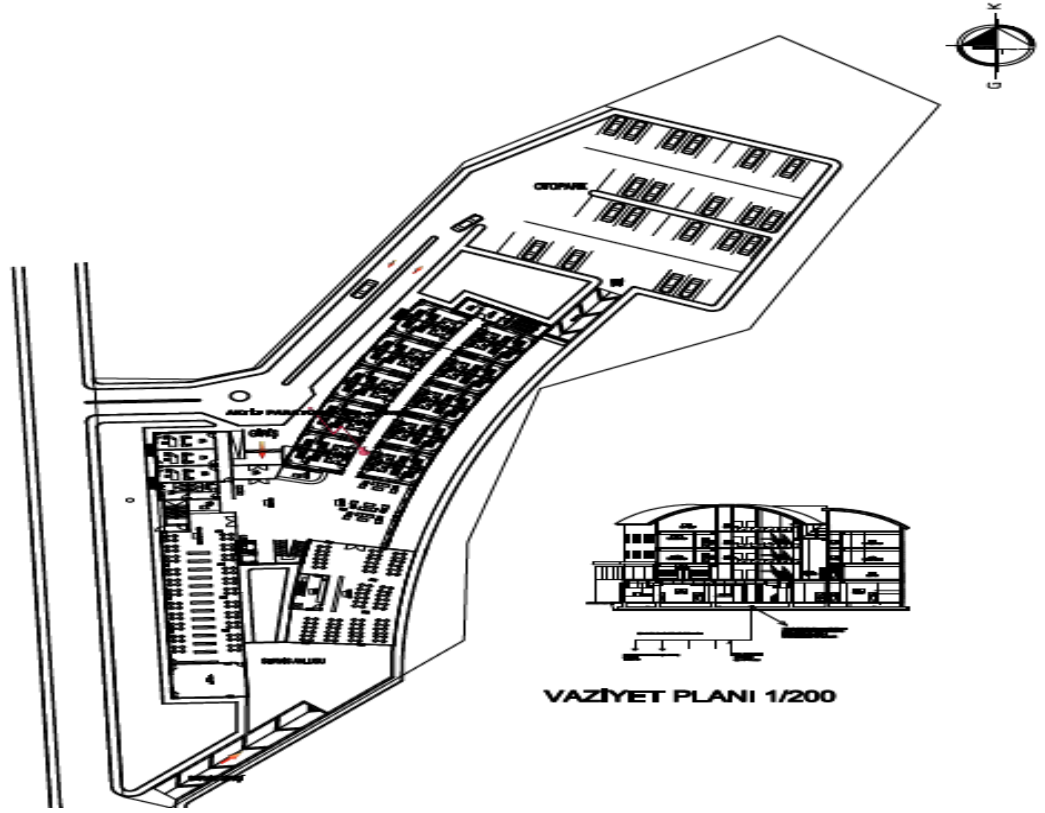
Çalışmada örnek model olarak alınmış olan Rektörlük (Şekil-3) ve Çölemerik Meslek Yüksekokulu (Şekil-4) binaları beş farklı bölgeye (Z1, Z2, Z3, Z4 ve Z5) ayrılmıştır. Risk değerlendirilmesi için kişi sayısı, binada bulunma süreleri, yapı bilgileri ve bölge bilgileri giriş parametresi olarak kabul edilmiştir. Bölge bilgilerine örnek olarak, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı orajlı gün haritasındaki en yüksek yıldırım düşme yoğunluğu değeri 10 (1/km<sup>2</sup>/yıl) olarak kabul edilmiştir [17]. IEC62305-2 standartları altında risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu binalar ile ilgili gerekli bilgiler Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 2.** Rektörlük binası: kişilerin bölgelere göre dağılımı

Bölge	Tanımı	Kişi sayısı	Bulunma süresi (Saat/kişi)
Z1	Dış Giriş Alanı	4	8760
Z2	Dış Bahçe	2	8760
Z3	Arşiv	56	8760
Z4	Ofisler	110	2088
Z5	Bilgisayar Merkezi	0	8760

**Tablo 3.** Rektörlük binası bölge bilgileri

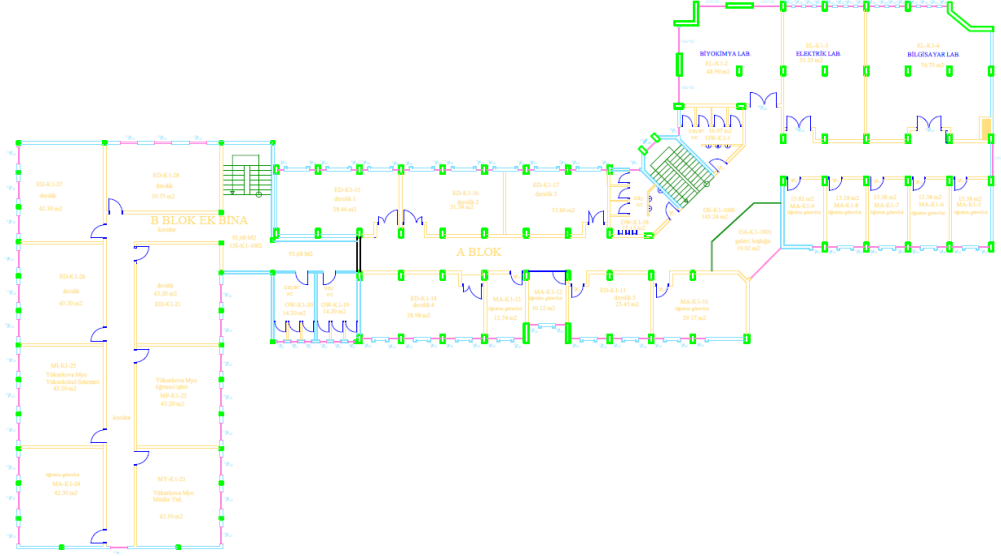
Yıldırım düşme yoğunluğu (Km <sup>2</sup> ) Ng (1/km <sup>2</sup> /yıl)	10 (1/km <sup>2</sup> /yıl)
Yapı Uzunluğu (L)	99,66 m
Yapı Genişliği (W)	34,5 m
Yapı Yüksekliği (H)	17,1 m
Yapının yerleşim faktörü (Cd)	Ayrık yapı: yakınında başka cisimler olmaması
LPS (Yıldırım koruma sistemi) (Pb)	Yapı LPS ile korunmuyor
(Pta)	Korunma tedbiri yok
Eş potansiyel kuşaklama (Peb)	SPD (Parafodur) yok
Dış uzaysal zırh (Ks1)	1
Zemin yüzeyi (rt)	Mermer
Yangın riski (rf)	Risk yok
Yangına karşı korunma(rp)	Otomatik sabit yangın söndürme tesisleri,
L1: İnsan hayatının kaybı (hz)	Özel tehlike yok
L1: İnsan hayatının kaybı (Lt)	D1 yaralanmalar (Lt)
L1: İnsan hayatının kaybı (Lf)	D2 fiziksel hasar (Hastane, otel, okul, kamu binası)
	D3 iç sistemlerin arızalanması
L1: İnsan hayatının kaybı (Lo)	(Hastanenin yoğun bakım ünitesi ve ameliyathane)



Şekil 3. Hakkari üniversitesi rektörlük vaziyet planı

Tablo 4. Çölemerik meslek yüksekokulu bölge bilgileri

Yıdırım düşme yoğunluğu ( $Km^2$ Ng ( $1/km^2/yıl$ ))	10 ( $1/km^2/yıl$ )
Yapı Uzunluğu (L)	71 m
Yapı Genişliği (W)	41 m
Yapı Yüksekliği (H)	16 m
Yapının yerleşim faktörü (Cd)	Tepe veya tepelik üzerinde ayrılc yapı
LPS (Pb)	Yapı LPS ile korunmuyor
(Pta)	Korunma tedbiri yok
Eş potansiyel kuşaklama (Peb)	SPD yok
Dış uzaysal zırh (Ks1)	1
Zemin yüzeyi (rt)	Tarımsal
Yangın riski (rf)	Yangın (Düşük)
Yangına karşı korunma(rp)	Tedbir yok
L1: İnsan hayatının kaybı (hz)	Özel tehlike yok
L1: İnsan hayatının kaybı (Lt)	D1 yaralanmalar (Lt)
L1: İnsan hayatının kaybı (Lf)	D2 fiziksel hasar (Hastane, otel, okul, kamu binası)
L1: İnsan hayatının kaybı (Lo)	D3 iç sistemlerin arızalanması (Hastanenin yoğun bakım ünitesi ve ameliyathane)



Şekil 4. Çölemerik meslek yüksekokulu vaziyet planı

Tablo 5. Çölemerik meslek yüksekokulu binası: kişilerin bölgelere dağılımı

Bölge	Tanımı	Kişi sayısı	Bulunma süresi (Saat/kişi)
Z1	Dış Giriş Alanı	1	2088
Z2	Dış Bahçe	7	8760
Z3	Arşiv	2	8760
Z4	Ofisler	1141	2088
Z5	Bilgisayar Merkezi	1	2088

### III. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Giriş parametreleri (kişi sayısı, bina bulunma süresi vb) IEC62305-2 standardında işlenerek sonuç bulgularına ulaşılmıştır. Gerekli standart hesaplamaları excell ortamında gerçekleştirilmiştir. Bu sayede herhangi bir parametre değişikliğinin risk analiz sonuçlarına nasıl etki ettiğini hızlıca değerlendirip yorum yapmamıza imkân sağlamıştır. Örnek model olarak kullanılan Hakkâri Üniversitesi rektörlük binası (Tablo 6) ve Çölemerik Meslek Yüksekokulu binasında (Tablo 7) herhangi bir yıldırım koruma sistemi (LPD) ve SPD (parafudr), mevcut değildir. Sınıf II tipi LPs ve SPD Kullanılması durumunda mevcut durumdaki risk değerleri Tablo-8'de gösterildiği gibi  $0,0051 \times 10^{-5}$  değerine düşmüştür. Benzer olarak Tablo 9'da Çölemerik Meslek Yüksekokulu için gerekli LPS ve SPD sistemlerinin kurulması sayesinde R1 değeri 5,140 değerinden 0,0303 değerine düşürülebilmektedir. Bu değerler Tablo 1'de verilen tolerans değerlerinin altındadır ve standartlara uygundur.

Tablo 6. Rektörlük binası: koruma olmaması durumunda r1 değerinin hesaplanması (değerler  $\times 10^{-5}$ )

Hasar tipi	Sembol	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Yapı
D1 Elektrik çarpmasından dolayı yaralanma	Ra	0,006	0	0,008	0,039	0	0,053
	RU	0,000	0	0,082	0,000	0	0,082
D2 Fiziksel hasar	RB	0,000	0	0,166	0,155	0	0,321
	Rv	0,000	0	1,636	0,163	0	1,799
<b>Toplam</b>		0,006	0	1,892	0,358	0	<b>2,255</b>

**Tablo 7.** Çölemerik meslek yüksekokulu binası: koruma olmaması durumunda r1 değerinin hesaplanması (değerler x 10<sup>-5</sup>)

Hasar tipi	Sembol	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Yapı
D1 Elektrik çarpmasından dolayı yaralanma	Ra	0,001	0,000	0,001	0,098	0,005	0,104
	RU	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,002
D2 Fiziksel hasar	RB	0,001	0,000	0,007	4,878	0,100	4,987
	Rv	0,000	0,000	0,000	0,047	0,001	0,048
<b>Toplam</b>		0,002	0,000	0,009	5,024	0,106	<b>5,140</b>

**Tablo 8.** Rektörlük binası: koruma olması durumunda r1 değerinin hesaplanması (değerler x 10<sup>-5</sup>)

D1 Elektrik çarpmasından dolayı yaralanma	Ra	0,000	0	0,000	0,002	0	0,002
	RU	0,000	0	0,002	0,000	0	0,002
D2 Fiziksel hasar	RB	0,000	0	0,003	0,008	0	0,011
	Rv	0,000	0	0,033	0,003	0	0,036
<b>Toplam</b>		0,000	0	0,038	0,013	0	<b>0,051</b>

**Tablo 9.** Çölemerik meslek yüksekokulu binası: koruma olması durumunda r1 değerinin hesaplanması (değerler x 10<sup>-5</sup>)

D1 Elektrik çarpmasından dolayı yaralanma	Ra	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,005
	RU	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001
D2 Fiziksel hasar	RB	0,000	0,000	0,000	0,244	0,005	0,249
	Rv	0,000	0,000	0,000	0,047	0,001	0,048
<b>Toplam</b>		0,000	0,000	0,000	0,296	0,006	<b>0,303</b>

#### IV. SONUÇLAR

Hakkâri Üniversitesi rektörlük binası ve Çölemerik Meslek Yüksekokulu binaları için IEC62305-2 standartları altında risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Örnek yapıların koruma sistemi bulunması ve bulunmaması durumundaki risk değerleri hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Rektörlük binasında koruma sistemleri kullanılması durumunda risk değerinin  $2,225 \times 10^{-5}$  değerinden  $0,051 \times 10^{-5}$  değerine kadar düştüğü görülmüştür. Benzer olarak Çölemerik Meslek Yüksekokulu binası içinde risk değerinin  $5,140 \times 10^{-5}$ 'ten  $0,303 \times 10^{-5}$  değerine düştüğü görülmüştür. Elde edilen sonuçlar altında yıldırım düşmesi sonucu korumasız bir yapının insan ve ekonomik kayıpları yüksek olabilmektedir. IEC62305-2 standardının uygulanması sonucunda risk değerinin azaldığı, önerilen korunma yöntemlerinin, insan ve maddi kayıpların azaltılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Gan, C., Zeng, W., Yang, Y., Ji, Y., & Liu, G. (2010). Study on risk assessment of lightning disaster based on the lightning location information on campus. *Conference Record of IEEE International Symposium on Electrical Insulation*, 1–3. <https://doi.org/10.1109/ELINSL.2010.5549827>
- [2] Goh, H. H., Sim, S. Y., Shaari, J., Azali, N. A., Ling, C. W., Chua, Q. S., & Goh, K. C. (2017). A review of lightning protection system - Risk assessment and application. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 8(1), 221–229. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v8.i1.pp221-229>
- [3] Gomes, C., Gomes, A., Lubasi, F. C., & Doljinsuren, M. (2016). Concerns of the application of lightning protection risk assesment for small structures. *2016 33rd International Conference on Lightning Protection, ICLP 2016*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICLP.2016.7791384>
- [4] Gunay, D., & Gunay, A. (2011). Quantitative developments in turkish higher education since 1933. *Journal of Higher Education and Science*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.5961/jhes.2011.001>
- [5] Holle, R. L. (2015). A Summary of Recent National-Scale Lightning Fatality Studies. *Weather, Climate, and Society*, 8(1), 35–42. <https://doi.org/10.1175/wcas-d-15-0032.1>
- [6] T.C Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2019). <https://www.mgm.gov.tr/>. (n.d.).
- [7] Liu, C. H., Muna, Y. B., Chen, Y. T., Kuo, C. C., & Chang, H. Y. (2018). Risk analysis of lightning and surge protection devices for power energy structures. *Energies*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/en11081999>
- [8] Mamiş, M. S., Keleş, C., Arkan, M., & Kaya, R. (2016). Lightning surge analysis of Faraday cage using alternative transient program-electromagnetic transients program. *IET Generation, Transmission & Distribution*, 10(4), 1016–1022. <https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2015.0794>
- [9] Mikdat Kadioğlu.(2019). *Türkiyede İklim Değişikliği Risk Yönetimi*. [https://www.undp.org/content/dam/turkey/docs/projectdocuments/EnvSust/UNDP-TR-Iklim Degisikligi Risk Yonetimi.pdf](https://www.undp.org/content/dam/turkey/docs/projectdocuments/EnvSust/UNDP-TR-Iklim%20Degisikligi%20Risk%20Yonetimi.pdf)
- [10] Öztopal, A. (2017). Türkiye'nin Yıldırım ve Şimşek Gözlemlerinin İncelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi-Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*. <https://doi.org/10.21205/deufmd>
- [11] Srivastava, A., & Mishra, M. (2015). Positioning of lightning rods using Monte Carlo technique. *Journal of Electrostatics*, 76, 201–207. <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2015.05.029>
- [12] Tarimer, I., Kuca, B., & Kisielewicz, T. (2012). A case study to risk assessment for protecting airports against lightening. *Elektronika Ir Elektrotehnika*, 1(1), 49–52. <https://doi.org/10.5755/j01.eee.117.1.1052>
- [13] Tilev-Tanriover, Kahraman, A., Kadioğlu, M., & Schultz, D. M. (2015). Lightning fatalities and injuries in Turkey. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15(8), 1881–1888. <https://doi.org/10.5194/nhess-15-1881-2015>
- [14] Yüksek Öğretim Kurumu (2019). <https://www.yok.gov.tr/Documents/Yayinlar/Yayinlarimiz/buyume-kalite-uluslararasılaşma-türkiye-yuksekogretim-icin-bir-yol-haritasi.pdf>