

# Estimating Temporal Probability of Rainfall-induced Landslides by Rainfall-frequency Analyses

Tolga ÇAN<sup>1</sup>, Engin ÇİL<sup>1</sup> ve Tamer Y. Duman<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana  
(E-posta: [tolgacan@cukurova.edu.tr](mailto:tolgacan@cukurova.edu.tr))

<sup>2</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520 Ankara

Earthquake, rapid snow melting and heavy rainfall is the most common landslide triggering factors. The temporal probability of landslides could be estimated by discontinuous and continuous probability density functions. In this study, temporal probability of landslides around Mersin city were determined by continuous probability functions considering the historical landslide archive and long term maximum daily rainfall records.

In the study area, regional landslide events were occurred on December 1968 and 2001, corresponding maximum daily rainfall of 199 mm and 175mm, respectively. However, in landslide rainfall interaction, antecedent rainfall data should also be considered. As a result, cumulative maximum rainfall records from Mersin meteorology station of 1, 3, 5, 10, 15 and 30 days were calculated for each year from 1929 to 2009. Antecedent cumulative rainfall records for 3, 5, 10, 15 and 30 days prior to landslide generation for the years 1968 and 2001 were than considered. It has been seen that the 3 days cumulative rainfall data was about 300 mm and there was no considerable rainfall increment up to 15 days earlier to landslide events. Therefore, mean recurrence intervals of rainfall triggered landslides were evaluated according to the 3 days maximum cumulative antecedent rainfall values. In order to estimate recurrence intervals of rainfall induced landslides several distribution functions were considered during rainfall–frequency analyses. The goodness of fit of the used distribution functions were evaluated by Kolmogorov-Smirnov and Chi-square tests. The best fit model was obtained by LogGumbel distribution and the recurrence interval of 3 day, 300 mm cumulative rainfall was calculated as 50 years. According to the obtained recurrence interval of 50 years, exceedance probabilities of landslides for 5, 10, 25, 50 and 100 years time periods were calculated by Poisson distribution. It is believed that the obtained temporal probabilities will be contributed very much during the landslide hazard assessments of the region.

**Key words:** *landslide, temporal probability, rainfall-frequency analysis, recurrence interval, exceedance probability.*

## Yağışlara Bağlı Gelişen Heyelanların Zamansal Olabilirliğinin Yağış-Frekans Analizleri ile Kestirimi

Heyelanlar genel olarak deprem, kar erimesi ve aşırı yağışlar gibi tetikleyici faktörlerin etkisi altında oluşmaktadır. Heyelanların zamansal olabilirlikleri kesikli veya sürekli olasılık yoğunluk fonksiyonları ile tahmin edilebilmektedir. Bu çalışmada Mersin ili çevresinde tarihsel heyelan arşiv kayıtları ve uzun yıllar maksimum günlük yağış değerleri göz önünde bulundurularak sürekli olasılık fonksiyonları ile heyelanların zamansal olabilirliği belirlenmiştir.

Çalışma alanında, bölgesel ölçekli heyelan olaylarının 1968 ve 2001 Aralık aylarında meydana geldiği, bu tarihlerdeki günlük maksimum yağış değerlerinin sırasıyla 199 mm ve 175 mm olduğu belirlenmiştir. Ancak, heyelan–yağış etkileşiminde, olay öncesi yağış değerlerinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu nedenle, Mersin meteoroloji istasyonuna ait, 1929-2009 yılları arasında, her yıl için 1, 3, 5, 10, 15, ve 30 günlük kümülatif maksimum yağış değerleri hesaplanmıştır. Heyelan öncesi meydana gelen yağış değerlerinin hesaplanmasında, 1968 ve 2001 yıllarındaki heyelan olaylarının meydana geldiği günden 3, 5, 10, 15 ve 30 gün geriye gidilerek elde edilen kümülatif yağış değerleri dikkate alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, 3 günlük kümülatif yağış değerlerinin 300 mm'ye yaklaştığı ve bu tarihlerden 15 gün öncesi yağış değerlerine kadar olağanüstü bir artışın olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, yağışların tetiklemesi sonucu oluşan heyelanların, ortalama tekrarlanma periyodu 3 günlük maksimum yağış değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Heyelanların tekrarlanma periyodunun bulunması amacıyla yağış-frekans analizleri, farklı dağılım fonksiyonları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan dağılımların uyum iyiliği Kolmogorov–Smirnov ve Ki-Kare testleri ile belirlenmiştir. Buna göre LogGumbel dağılımı 3 günlük kümülatif yağış değerleri için uygun görülmüş ve yaklaşık 300 mm'lik yağış değeri için 50 yıllık tekrarlanma aralığı elde edilmiştir. Poisson dağılımı kullanılarak elde edilen 50 yıllık tekrarlanma aralığına ilişkin bölge içerisinde en az 1 defa heyelan olayının gerçekleşme (aşılma) olasılıkları, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık zaman dilimleri için hesaplanmıştır. Elde edilen zamansal olasılık değerlerinin, bölgede yapılacak heyelan olası tehlike değerlendirmelerine önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** *heyelan, zamansal olabilirlik, yağış-frekans analizi, tekrarlanma aralığı, aşılma olasılığı.*