

## Tokat-Uğrak Havzasında Erozyona Sebep Olan Yağmurların İncelenmesi

Kadri YÜREKLI<sup>1</sup>Fazlı ÖZTÜRK<sup>2</sup>

Geliş Tarihi : 15.09.1999

**Özet:** Tokat-Uğrak havzasında ölçülen günlük yağmurların erozyon indeksi, her bir yağmur olayının toplam kinetik enerjisi ve 30 dakikalık maksimum şiddetine göre saptanmıştır. Gözlem süresinde (1978-1998) 150 erozyona sebep olan yağmur olayı belirlenmiş ve bunların erozyon indeksi ve yağmur miktarları arasında ilişki kurulmuştur. Havzada bir yılda meydana gelen erozyona sebep olan yağmur olayının sayısı yıllara göre 2-15 arasında değişmiştir. Gözlem süresi için erozyona sebep olan yağmur olayların yıllık ortalaması 7.9 bulunmuştur. Aylık erozyon indeksi değerleri 0.20-14.52 MJ.cm/ha.saate, yıllık erozyon indeksi değerleri 0.40-24.16 MJ.cm/ha.saate arasında değişmiştir. Aylık ve yıllık erozyon indeksi değerlerinin log-normal dağılıma uygun olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Erozyona sebep olan yağmur, 30 dakikalık maksimum şiddet, kinetik enerji, erozyon indeksi.

### Evaluation of Rainfall Erosion Index for Tokat- Ugrak Watershed

**Abstract :** Erosion index of daily rainfall measured in Tokat-Ugrak watershed was determined according to total kinetic energy and maximum 30 min intensity of each erosive storm. During the observation period (1978-1998) 150 erosive storms were determined and a relationship between erosion index and rainfall amount was obtained. Between the years 1978 and 1998, the number of erosive events in each year varied between 2 and 15. The average number of erosive events for a year was found to be 7.9 during the observation period. Monthly erosive index values varied between 0.20 and 14.52 MJ.cm/ha.hour, yearly erosive index values varied between 0.40 and 24.16 MJ.cm/ha.hour. It was determined that monthly and yearly erosion index values were fitted to log-normal probability distribution.

**Key Words :** Erosive rainfall, maximum 30-min intensity, kinetic energy, erosion index.

#### Giriş

Günümüzde hızla artan dünya nüfusuna karşılık doğal kaynaklar artmamakta, aksine çeşitli nedenlerle azalmakta veya kalitesi bozulmaktadır. Yağışların düzensizliği su kaynaklarının verimine önemli ölçüde etkili olmaktadır. Yağışların arttığı dönemlerde akarsuyun verimi artmakta hatta bazı durumlarda kanal dışına taşarak zararlı olmaktadır. Yağışların azaldığı dönemlerde ise akarsuyun verimi azalmakta buna bağlı olarak da kuraklık meydana gelmektedir. Akarsuyun veriminin arttığı dönemlerde taşkınlardan korunmak ve kuraklığın meydana geldiği zamanlardaki ihtiyaç duyulan suyun karşılanması için akarsuyun depolanması gerekmektedir. Su biriktirme yapılarının depolama kapasitesini doğru olarak belirlemek, biriktirme yapısının hizmet süresi boyunca görevini tam olarak yerine getirmesini sağlayacaktır. Aksi durumda su isteğinin karşılanamadığı zamanlarda öngörülen işlev yerine getirilemeyeceği için projeden beklenen yarar sağlanamayacaktır. Su biriktirme yapılarının depolama hacminin azalmasına sebep olan etkenlerin başında havzadan su ile taşınan sediment miktarı gelir. Akarsulara değişik kaynaklardan sediment ulaşır. Bunların başında su toplama havzasından erozyon nedeniyle taşınan sediment gelmektedir.

Erozyonun sebep olduğu zararlar; toprak, su, bitki besin maddeleri kayıpları, mansap arazilerde neden olacağı taşkınlar ve sedimentasyonla can, mal ve arazinin değer kaybı tehlikesi ile yol, köprü gibi çeşitli yapıların zarar görmesi başlıkları altında sıralanabilir.

Bitkilere su ve besin maddeleri sağlayan toprağın kaybı, sert ana maddenin veya kayanın yüzeye çıkmasına sebep olacak, dolayısıyla bitkisel üretim azalacak veya sıfıra inecektir. Erozyon, özellikle toprağın organik madde ve besin maddelerince zengin olan üst kısmının kaybına sebebiyet vermektedir.

Toprağın kaybedilmesi sebebiyle, toprağa infiltre olup bitki büyümesine yardımcı olacak veya derinlere sızarak yeraltı sularını besleyecek olan su, yüzey akış şeklinde kaybedilecektir.

Taşınan toprakla ve özellikle suda erimiş halde önemli miktarda bitki besin maddesi kaybı söz konusudur. Orijinal yerlerinden aşınıp, taşınan toprak taneleri akarsu yatağında yükselmelere sebep olmaktadır. Daraları yatak kesiti gelen büyük debileri taşıyamamakta, dolayısıyla sular akarsu yatağı dışına taşmakta ve civardaki araziler sedimentli sular

<sup>1</sup> Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Tokat

<sup>2</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Ankara

altında kalmaktadır. Bu suretle hem can ve mal kaybı tehlikesi, hem de ürün kaybı ile arazinin değerini yitirmesi söz konusu olmaktadır. Taşkın suları ile arazinin değerinin azalmasının yanı sıra civardaki yol, köprü ve diğer yapılar zarar görmektedir. Su ve rüzgar, erozyonun meydana gelmesine sebep olan aktif etkenlerdir. Bunlar etki itibarıyla farklı olmalarına karşılık, neticede her ikisi de üst toprağın hareketini temin etmektedir. Erozyona etki eden etmenler aşağıdaki şekilde formüle edilebilir (Öztürk, 1995).

$$E = f(C, T, V, S, H)$$

Burada;

E:Erozyon, C:İklim, T:Topografya, V:Bitki örtüsü, S:Toprak ve H:İnsan faktörünü temsil etmektedir.

İklim elemanlarından yağış, sıcaklık ve rüzgarın, yüzey akış ve erozyon üzerinde önemli etkisi vardır. Erozyonu etkileyen en önemli iklim unsuru yağmurdur (Doğan ve Güçer 1976; Öztürk, 1995).

Türkiye'de yaygınlığı bakımından su erozyonu, rüzgar erozyonuna göre daha etkindir. Bu sebeple erozyon dendiğinde ilk akla gelen su erozyonudur. Su, toprak parçacıklarını arazi yüzeyini kaplayan toprak kütesinden koparmak ve onları eğim doğrultusunda taşımak suretiyle erozyona neden olmaktadır. Erozyon olayı, yağmur damlasının toprağın yüzeyine vurması ve keşekleri parçalaması ile başlar. Bu olay, birbirini izleyen üç aşamayı kapsar. Birinci aşamada, toprak kütesini meydana getiren parçacıklar gevşer ve çözülür. İkinci aşamada, gevşemiş ve çözülmüş taneler taşınır. Üçüncü aşamada ise taşınan materyal bir yerde birikir. Benzer olay bir akarsu kesitinde de görülür. Söz konusu yerde önce oyulma, sonra taşınma ve sonunda çökme veya birikme meydana gelir. Önemli su erozyonu çeşitleri yağmur damlası, yüzey, parmak, oyuntu ve akarsu yatağı erozyonudur (Öztürk, 1995).

Yağmur damlası erozyonu: Şiddetli bir yağış sırasında, yağmur damlalarının ulaştıkları ortalama 32 km/saatlik hız nedeniyle bitki örtüsünden yoksun toprağa çarpmaları neticesinde agregatlar kırılır, yapı bozulur ve yüzey balçıkla kaplanır. Suyu toprağın alt katmanlarına sızdıran önemli kanalcıklar kapanır. Toprağın infiltrasyon hızı azalır. (Öztürk, 1995).

Eğimli arazilerde, yağmur damlasının çarpma gücü ile ana toprak kütesinden ayrılan ve yukarı doğru sıçrayan toprak taneleri eski yerlerine düşmeyip, eğimin etkisiyle, biraz daha aşağıya doğru düşer. Şiddetli bir yağış sırasında, bitkisel örtüden yoksun bir dekarlık bir tarlada 25 tondan fazla toprak tanesi damla etkisi ile sıçrayarak yer değiştirir. Yağmur damlası erozyonu, bu özelliği ile bir bakıma yüzey, parmak ve oyuntu erozyonlarının ilk aşamasıdır. Yağmur damlalarının çözülüp sıçradığı toprak tanelerinin büyük bir kısmını 2 mm'den daha küçük çapa sahip olanlar oluşturur. Çok az miktarda 2 mm'den büyük parçacık da aynı hareketi maruz kalır (Öztürk, 1995).

Ülkemiz için yağışların erozyona sebep olma potansiyellerinin belirlenmesi çalışmalarına uzun süreden bu yana devam edilmektedir. Güçer (1972), 55 istasyona ait

erozyon indekslerini aylık ve yıllık olarak elde etmiştir. Doğan (1987), 25 yıllık gözlem süresine sahip 60 istasyona ait yağış diyagramlarını analiz ederek her yağışın toplam kinetik enerjisini ve 30 dakikalık maksimum şiddetlerini belirlemiş ve haritalar hazırlamıştır.

Bu çalışmada amaç, toprak ve su koruma programları geliştirmek ve optimum amenajman uygulamalarını belirlemek için kullanılan Universal Toprak Kayıp Eşitliği (USLE) ile erozyon, sediment verimi ve su kalitesiyle ilgili CREAMS, AGNPS, RUSLE, MUSLE gibi birçok modelin gerekli parametrelerinden birisi olan yağmurun erozyon indeksini, Tokat-Uğrak havzası için her bir yağmurun erozyon indeksinden yararlanarak aylık ve yıllık olarak elde etmek ve aylık ve yıllık erozyon indeksinin beliri olasılıklarını uygun fonksiyonları kullanarak hesaplamaktır.

### Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı olarak seçilen Uğrak havzası, Yeşilirmak havzası içerisinde yer almakta olup, alanı 7.0 km<sup>2</sup>, havza çevre uzunluğu 14 km, uzunluğu 4.5 km, genişliği 1.6 km, maksimum yüksekliği 1485 m, minimum yüksekliği 1100 m, ortalama yüksekliği 1293 m, ortalama eğimi %20.6 ve ana akarsu uzunluğu 6.7 kilometredir (Akar, 1994).

Havza toprakları genellikle ağır ve orta ağır bünyelidir. Havza arazilerinin % 74.7'sinde kuru tarım yapılmakta, % 15.8'i mera, % 6.3'ü orman % 3.2'si ise fundalık olarak ayrılmıştır (Akar, 1994).

Havzada üç adet yağmur gözlem istasyonu mevcuttur. Havzanın 16 yıllık ortalama yağmur miktarı 506.6 mm ve ortalama yüzey akış katsayısı ise %3 olarak bulunmuştur (Akar, 1994).

### Erozyona sebep olan yağmurların seçimi

Erozyona sebep olan yağmurların seçiminde, bir yağmur olayından sonra altı saat ve daha fazla sürenin geçmesi halinde her bir olay ayrı olarak değerlendirilmiştir (Wischmeier and Smith, 1978). Ayrıca bir yağış olayında 15 dakikalık şiddeti 2.41 mm/saat ve daha fazla ise bu, erozyona sebep olan yağmur olarak dikkate alınmıştır (Banasik ve Gorski, 1993). Bir yağış olayında 15 dakikada düşen yağmur miktarı altı mm ve daha az ise değerlendirme dışı bırakılmıştır (Richardson ve ark., 1983).

### Yağmurun kinetik enerjisinin belirlenmesi

Erozyona sebep olan yağmur olaylarının seçiminden sonra her yağmur olayının bir saatlik kinetik enerjisi (E<sub>j</sub>), aşağıda verilen eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Banasik ve Gorski, 1993).

$$E_j = (206 + 87 \log I_j) \Delta P_j \quad (1)$$

Burada;

E<sub>j</sub> = j. saatteki yağmurun kinetik enerjisi, J/m<sup>2</sup>,

I<sub>j</sub> = j. saatteki yağmur şiddeti, cm/saat,

ΔP<sub>j</sub> = j. saatteki yağmur miktarı, cm.

Bir yağmur olayının bir saatteki kinetik enerjisi belirlendikten sonra, yağmur olayının toplam kinetik enerjisi, yağmur olaylarının saatlik kinetik enerjilerinin toplanmasıyla hesaplanmıştır (Banasik ve Gorski, 1993).

$$E = \sum E_i \quad (2)$$

Burada;

E = Bir yağmur olayının toplam kinetik enerjisi, J/m<sup>2</sup>.

#### Yağmurun erozyon indeksi

Bir yağmur olayından erozyon miktarını hesaplamak için o yağmurun erozyon indeksi değerlerine ihtiyaç vardır. Erozyon indeksi aşağıda verilen eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Ateşian, 1974; Richardson ve ark., 1983; Banasik ve Gorski, 1993).

$$E_i = (1/100) E I_{30} \quad (3)$$

Burada;

E<sub>i</sub> = Yağmurun erozyon indeksi, MJ.cm/ha.saat,  
I<sub>30</sub> = 30 dakikalık maksimum yağmur şiddeti, cm/saat.

#### Aylık ve yıllık yağmurun erozyon indeksi

Aylık ve yıllık yağmurların toplam erozyon indeksi, bireysel yağmur olaylarının E<sub>i</sub> değerlerinin toplanmasıyla elde edilmiştir.

#### Erozyon indeksi ile yağmur miktarı arasındaki ilişki

Erozyon indeksi ile yağmur miktarı arasındaki genel ilişki aşağıda verilmiştir (Richardson ve ark., 1983; Banasik ve Gorski, 1993; Bagarello ve D'asaro, 1994)

$$E_i = a P_i^b \quad (4)$$

Burada;

E<sub>i</sub> = Erozyon indeksi, MJ.cm/ha.saat,  
P = Erozyona sebep olan günlük yağmur miktarı, cm,

Bu genel ilişkideki a ve b parametreleri çalışma alanı için bilgisayar programları yardımıyla belirlenmiştir.

#### Olasılık dağılımları

Tokat-Uğrak havzasında ölçülen aylık ve yıllık erozyona sebep olan yağmurların erozyon indeksi değerlerinin uygun olduğu dağılım biçimini saptamak için, olağan, logaritmik olağan, uç-1 ve logaritmik Pearson III dağılım biçimleri kullanılmıştır. Bu amaç için belirtilen dağılımların genel ilişkisi yerine, Chow ve ark. (1988)'da verilen frekans faktörü ilişkisinden yararlanılmıştır.

Tokat-Uğrak havzasında ölçülen aylık ve yıllık erozyona sebep olan yağmurların erozyon indeksi değerlerinin uygun olduğu dağılım biçimi Okman (1994)'da verilen esaslara göre belirtilmiştir. Bu amaçla yukarıda verilen olasılık dağılım biçimleri için frekans

faktörü ilişkisinden saptanan aylık ve yıllık erozyon indeksi değerleri ile bunların saptanmasında göz önüne alınan tekrarlanma süreleri olağan, logaritmik olağan, uç-1 ve logaritmik Pearson III dağılım biçimlerinin olasılık kağıtlarına noktalanmış ve bu noktaların bir doğru üzerinde olduğu dağılım uygun olarak kabul edilmiştir.

#### Bulgular ve Tartışma

##### Erozyona sebep olan yağmur olayları

Çalışma alanı olarak seçilen Tokat-Uğrak havzasında 1978, 1981-1998 yıllarında 150 adet erozyona sebep olan yağmur olayına rastlanmıştır. Bu olayların yıllara göre dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir. En fazla erozyona sebep olan yağmur olayının meydana geldiği 1982 ve 1988 yıllarına ait ortalama yıllık yağmur miktarları sırasıyla 496.9 ve 594.8 mm dir. Ancak bu değerler gözlem süresi içindeki en büyük yıllık yağmur miktarları değildir. Havzada gözlenen en büyük yıllık yağmur miktarı gözlem süresi için 607.2 mm olup 1990 yılında gözlenmiştir. Uğrak havzasında bir yıldaki erozyona sebep olan yağmur olayının sayısı yıllara göre 2-15 arasında değişmektedir. Gözlem süresince ortalama olarak bir yılda 7.9 erozyona sebep olan yağmur olayı gerçekleşmiştir.

E<sub>i</sub> = a P<sub>i</sub><sup>b</sup> eşitliğindeki a ve b katsayıları çalışma alanında gerçekleşen toplam 150 erozyona sebep olan yağmur olayı için sırasıyla 0.044 ve 1.296 olarak bulunmuştur. Korelasyon katsayısı ise 0.62 olmuştur. ABD'de 22 havzada yapılan bir çalışmada a katsayısı 0.06-0.79 arasında, b katsayısı ise 1.59-1.99 arasında bulunmuştur. Aynı çalışmada a katsayısının yaz aylarında kış aylarına göre daha yüksek olduğu ifade edilmektedir (Richardson ve ark., 1983). Polonya'da yapılan bir çalışmada a ve b katsayıları sırasıyla 0.143-0.291, 0.896-1.886 arasında, İtalya-Sicilya'da yapılan çalışmada aynı katsayılar sırasıyla 0.066-0.944, ortalama 0.332 ve 1.219-2.082, ortalama 1.548 olarak tespit edilmiştir (Banasik ve Gorski, 1993; Bagarello ve D'asaro, 1994).

##### Aylık ve yıllık yağmurların erozyon indeksi

Bireysel yağmur olaylarının E<sub>i</sub> değerlerinin toplanmasıyla elde edilen aylık ve yıllık erozyon indeksi değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Aylık erozyon indeksi değerleri 0.20-14.52 MJ.cm/ha.saat arasında, yıllık erozyon indeksi değerleri ise 0.40-24.16 MJ.cm/ha.saat arasında değişim göstermektedir. Uğrak havzasında 1997 yılında erozyona sebep olan yağmur olayı izlenmemiştir. Uğrak havzasının ele alınan gözlem süresi için yıllık erozyon indeksi ortalama 12.43 MJ.cm/ha.saat olarak elde edilmiştir (Çizelge 2).

Aylık erozyon indeksi değerlerinin yıllık toplam erozyon indeksine göre yüzde değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 1. Erozyona sebep olan yağmurların yıllık dağılımı

| Yıllar | Erozif yağmur sayısı |
|--------|----------------------|
| 1978   | 8                    |
| 1979   | *                    |
| 1980   | *                    |
| 1981   | 8                    |
| 1982   | 15                   |
| 1983   | 6                    |
| 1984   | 7                    |
| 1985   | 8                    |
| 1986   | 11                   |
| 1987   | 8                    |
| 1988   | 15                   |
| 1989   | 7                    |
| 1990   | 8                    |
| 1991   | 10                   |
| 1992   | 4                    |
| 1993   | 11                   |
| 1994   | 3                    |
| 1995   | 12                   |
| 1996   | 7                    |
| 1997   | -                    |
| 1998   | 2                    |
| Toplam | 150                  |

\*Gözlem verileri elde edilememiştir.

Çizelge 3'ten görüleceği gibi 1992 yılı temmuz ayında meydana gelen yağmurun erozyon indeksi, 1992 yılı toplam erozyon indeksinin % 95.7'sini oluşturmaktadır. Aynı şekilde 1994 yılı mart ayındaki indeks, 1994 yılı toplam erozyon indeksinin % 70.7'sini, 1985 yılı ekim ayındaki indeks, 1985 yılı toplam erozyon indeksinin % 56.2'sini oluşturmaktadır. Ortalama değerler incelendiğinde 19 yıllık ortalama yıllık toplam erozyon indeksinin % 20.1'i mayıs, % 18.7'si haziran, % 11.1'i ekim, % 11.1'i temmuz, % 9.9'u eylül, % 7.9'u nisan, % 5.6'sı mart, % 2.5'i kasım, % 3.1'i ağustos, % 0.9'u ocak, % 3.4'ü şubat ve % 0.5'i aralık ayında gerçekleşmiştir. Aylık ortalama erozyon indeksi değerlerinin birikimli toplamları alındığında Şekil 1'deki eğri elde edilmiştir. Şekil 1'deki eğriden de kolayca görülebileceği gibi nisan, mayıs, haziran, eylül ve ekim aylarında doğru parçasının eğimi diğer aylara göre daha dik durumdadır. Buradan da söz konusu aylarda yağmurların erozyona sebep olan özelliklerinin daha yüksek olduğunu anlaşılmaktadır. Gözlem süresi boyunca erozyona sebep olan yağmurların fazla olduğu aylar ise en yüksek olduğu aydan başlamak üzere; haziran, mayıs, eylül, nisan ve ekim, temmuz, mart, şubat ve kasım, aralık ve ocak şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 2. Aylık ve yıllık erozyon indeksi değerleri, (MJ.cm/ha.saat)

| Yıllar   | A y l a r |      |      |      |       |      |       |      |      |      |      |      | Yıllık Toplam |
|----------|-----------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|---------------|
|          | 1         | 2    | 3    | 4    | 5     | 6    | 7     | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |               |
| 1978     |           |      |      |      |       | 0.81 | 1.87  |      | 4.59 | 3.17 | 1.07 |      | 11.52         |
| 1979     | *         | *    | *    | *    | *     | *    | *     | *    | *    | *    | *    | *    | *             |
| 1980     | *         | *    | *    | *    | *     | *    | *     | *    | *    | *    | *    | *    | *             |
| 1981     | 3.25      |      |      | 1.89 | 0.93  |      | 3.26  |      | 9.49 |      |      | 0.60 | 19.41         |
| 1982     |           |      | 1.05 | 2.84 | 10.13 | 8.52 |       | 1.63 |      |      |      |      | 24.16         |
| 1983     |           |      |      |      | 3.94  | 2.67 |       |      | 1.19 | 0.35 | 2.21 |      | 10.36         |
| 1984     |           |      | 1.00 |      | 3.63  | 2.37 | 0.98  | 0.88 |      |      |      |      | 8.85          |
| 1985     |           | 0.61 | 1.41 |      | 3.12  | 0.45 |       |      |      | 7.16 |      |      | 12.74         |
| 1986     |           | 0.52 |      | 3.06 | 2.51  | 8.09 |       |      | 0.76 | 0.64 |      |      | 15.57         |
| 1987     |           | 0.52 |      |      | 1.03  | 2.58 |       | 0.27 |      | 4.21 |      |      | 8.61          |
| 1988     |           |      | 0.86 | 0.71 | 2.57  | 6.63 | 0.53  |      | 0.38 | 3.94 |      |      | 15.62         |
| 1989     |           |      |      |      | 3.87  | 1.47 |       |      | 1.05 | 0.97 |      |      | 7.36          |
| 1990     |           |      |      | 3.14 | 4.72  | 0.35 |       |      | 0.69 |      | 1.23 |      | 10.13         |
| 1991     |           |      | 0.31 | 3.38 | 4.36  |      |       |      | 3.40 |      |      |      | 11.45         |
| 1992     |           |      |      | 0.41 |       | 0.28 | 14.52 |      |      |      |      |      | 15.17         |
| 1993     |           |      |      | 3.40 | 3.64  | 3.74 |       |      | 0.58 | 2.37 |      | 1.07 | 14.81         |
| 1994     |           |      | 2.23 |      |       | 0.39 |       |      |      | 0.54 |      |      | 3.15          |
| 1995     |           |      |      | 4.00 | 3.14  | 9.17 | 4.03  |      | 1.18 |      | 1.21 |      | 22.72         |
| 1996     |           |      |      |      | 1.32  | 3.42 |       | 4.54 | 2.40 |      |      |      | 11.68         |
| 1997     |           |      |      |      |       |      |       |      |      |      |      |      | -             |
| 1998     |           | 0.20 |      |      |       |      | 0.20  |      |      |      |      |      | 0.40          |
| Ortalama | 3.25      | 0.46 | 1.14 | 2.54 | 3.49  | 3.39 | 3.63  | 1.83 | 2.34 | 2.59 | 1.43 | 0.84 | 12.43         |

\*Gözlem verileri elde edilememiştir.

Çizelge 3. Aylık erozyon indeksinin yıllık erozyon indeksine göre yüzde (%) değerleri

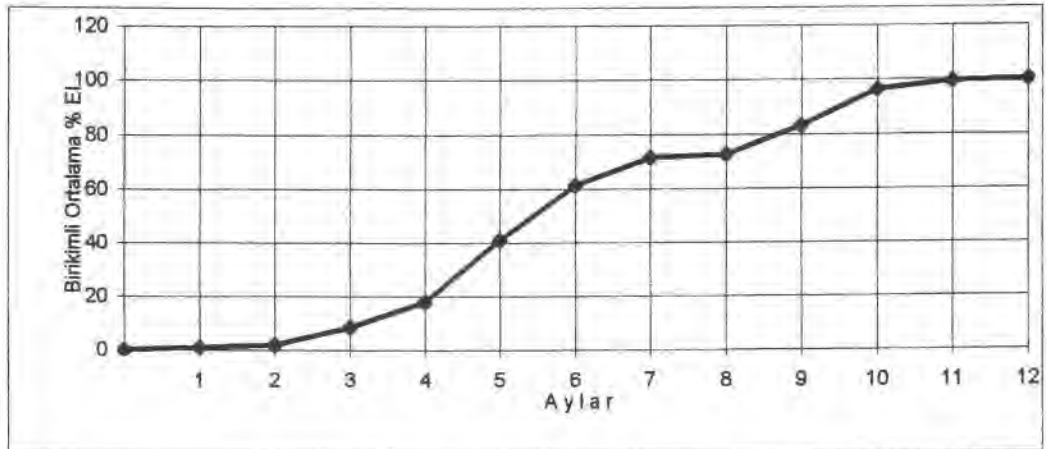
| Yıllar   | A y l a r |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      | Toplam |
|----------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
|          | 1         | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12   |        |
| 1978     | 0.00      | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 7.07  | 16.23 | 0.00  | 39.83 | 27.56 | 9.31  | 0.00 | 100.00 |
| 1979     | *         | *    | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *    | *      |
| 1980     | *         | *    | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *     | *    | *      |
| 1981     | 16.73     | 0.00 | 0.00  | 9.75  | 4.77  | 0.00  | 16.79 | 0.00  | 48.88 | 0.00  | 0.00  | 3.08 | 100.00 |
| 1982     | 0.00      | 0.00 | 4.34  | 11.76 | 41.91 | 35.24 | 0.00  | 6.76  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 100.00 |
| 1983     | 0.00      | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 38.04 | 25.73 | 0.00  | 0.00  | 11.48 | 3.42  | 21.34 | 0.00 | 100.00 |
| 1984     | 0.00      | 0.00 | 11.29 | 0.00  | 41.05 | 26.75 | 11.02 | 9.90  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 100.00 |
| 1985     | 0.00      | 4.75 | 11.04 | 0.00  | 24.49 | 3.51  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 56.21 | 0.00  | 0.00 | 100.00 |
| 1986     | 0.00      | 3.33 | 0.00  | 19.63 | 16.09 | 51.99 | 0.00  | 0.00  | 4.88  | 4.08  | 0.00  | 0.00 | 100.00 |
| 1987     | 0.00      | 6.00 | 0.00  | 0.00  | 11.94 | 30.00 | 0.00  | 3.17  | 0.00  | 48.89 | 0.00  | 0.00 | 100.00 |
| 1988     | 0.00      | 0.00 | 5.49  | 4.53  | 16.46 | 42.43 | 3.41  | 0.00  | 2.41  | 25.25 | 0.00  | 0.00 | 100.00 |
| 1989     | 0.00      | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 52.59 | 20.03 | 0.00  | 0.00  | 14.24 | 13.14 | 0.00  | 0.00 | 100.00 |
| 1990     | 0.00      | 0.00 | 0.00  | 31.00 | 46.61 | 3.45  | 0.00  | 0.00  | 6.81  | 0.00  | 12.14 | 0.00 | 100.00 |
| 1991     | 0.00      | 0.00 | 2.74  | 29.47 | 38.10 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 29.68 | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 100.00 |
| 1992     | 0.00      | 0.00 | 0.00  | 2.72  | 0.00  | 1.56  | 95.72 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 100.00 |
| 1993     | 0.00      | 0.00 | 0.00  | 22.96 | 24.59 | 25.25 | 0.00  | 0.00  | 3.94  | 16.02 | 0.00  | 7.24 | 100.00 |
| 1994     | 0.00      | 0.00 | 70.72 | 0.00  | 0.00  | 12.28 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 17.01 | 0.00  | 0.00 | 100.00 |
| 1995     | 0.00      | 0.00 | 0.00  | 17.60 | 13.81 | 40.35 | 17.72 | 0.00  | 5.20  | 0.00  | 5.32  | 0.00 | 100.00 |
| 1996     | 0.00      | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 11.28 | 29.31 | 0.00  | 38.84 | 20.57 | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 100.00 |
| 1997     | 0.00      | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00   |
| 1998     | 0.00      | 50.0 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 50.0  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 100.00 |
| Ortalama | 0.88      | 3.37 | 5.560 | 7.86  | 20.09 | 18.68 | 11.10 | 3.09  | 9.89  | 11.14 | 2.53  | 0.54 | 100.00 |

\*Gözlem verileri elde edilememiştir.

Tokat-Uğrak havzasında meydana gelen aylık ve yıllık erozyona sebep olan yağmurların erozyon indeksi değerlerinin logaritmik normal dağılım biçimine uygun olduğu saptanmıştır. Polonya'da altı havzada yapılan bir çalışmada yıllık erozyon indeksinin üç havzada logaritmik normal, diğer üç havzada ise gamma dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir (Banasik ve Gorski, 1993). Tokat-Uğrak havzası için logaritmik normal dağılımın doğrusal grafiklerinden elde edilen bazı aşılma olasılıkları için aylık ve yıllık erozyon indeksi değerleri çizelge 4'te verilmiştir.

Tokat-Uğrak havzasında aylık ve yıllık erozyon indekslerinin belirli olasılıkları logaritmik normal dağılıma

göre hesaplanmıştır. Aylık erozyon indeksi %1 olasılıkla 12.8 MJ.cm/ha.saat değerine eşit olacak veya aşacaktır. Yine aylık EI değerinin % 50 olasılıkla 1.3 MJ.cm/ha.saat olması beklenmelidir. Aylık EI değerinin %75, %90 ve %99 olasılıkla 0.1 MJ.cm/ha.saat olduğu ve olasılıklar arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir. Benzer şekilde yıllık erozyon indeksi %1 olasılıkla 37.4 MJ.cm/ha.saat değerine eşit olacak veya aşacaktır. Yıllık EI değerinin % 50 olasılıkla 9.4 MJ.cm/ha.saat olması beklenmelidir. Uğrak havzasında %99 olasılıkla yıllık erozyon indeksi 2.3 MJ.cm/ha.saat ve daha küçük olarak beklenmelidir (Çizelge 4).



Şekil 1. Uğrak havzası ortalama erozyon indeksi % birikimli eğrisi

Çizelge 4. Uğrak havzasında log-normal dağılıma göre elde edilen aylık ve yıllık erozyon indeksi değerleri (MJ.cm/ha.saad)

|             | P (X≥x) % |      |      |      |     |     |     |     |
|-------------|-----------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
|             | 1         | 5    | 10   | 25   | 50  | 75  | 90  | 99  |
| Aylık (EI)  | 12.8      | 6.4  | 4.5  | 2.5  | 1.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Yıllık (EI) | 37.4      | 25.0 | 20.0 | 14.0 | 9.4 | 6.2 | 4.4 | 2.3 |

### Kaynaklar

- Akar, F. 1994. Tokat-Uğrak havzası yağış ve akım karakteristikleri (Ara Rapor 1977-1992), Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Tokat Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Tokat.
- Ateşian, J. K. H. 1974. Estimation of rainfall erosion index. Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE, Vol. 100 No. IR3, 10817, 293-307.
- Bagarello, V. and F. D'Asaro, 1994. Estimating single storm erosion index. Transactions of the ASAE, Vol. 37(3): 785-791.
- Banasik, K. and D. Gorski, 1993. Evaluation of rainfall erosivity for east Poland. Runoff and Sediment Yield Modeling, Proceedings of Warsaw Symposium, September 1993, 129-134.
- Chow, V. T., D. R. Maidment and L. W. Mays, 1988. Applied hydrology. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Doğan, O. ve C. Güçer, 1976. Su erozyonunun nedenleri-oluşumu ve üniversal denklem ile toprak kayıplarının saptanması. Topraksu Genel Müdürlüğü Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No:41, Teknik Yayın No:24, Ankara.
- Doğan, O. 1987. Türkiye yağışlarının erosiv potansiyelleri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 165, Ankara.
- Güçer, C. 1972. Yağışların erosiv potansiyellerinin hesaplanması ve Türkiye yağışlarının erosiv potansiyelleri. Topraksu Genel Müdürlüğü Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 14, Teknik yayın No:11, 105, Ankara.
- Richardson, C. W., G. R. Foster and D. A. Wright, 1983. Estimation of erosion index from daily rainfall amount. Transactions of the ASAE. Paper No: 80-2504, 153-156.
- Okman, C. 1994. Hidroloji. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 1388, Ankara.
- Öztürk, F. 1995. (Ed. A. Balaban) Türkiye'nin toprak ve su koruma sorunları. Kültürteknige Giriş, Editör A. Balaban, Genişletilmiş 2.Baskı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1402, Ders Kitabı: 404, 148-165, Ankara.
- Wischmeier, W. H. and D. D. Smith, 1978. Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning, Agricultural Handbook No.537, USDA-ARS.