

Doğal Yağışların Laboratuvar Tipi Yapay Yağışlar ile Karşılaştırılması

Günay Erpul¹,Mustafa Çanga¹

Geliş Tarihi : 15.05.1999

Özet: Bu çalışmada, A.Ü.Z.F. Toprak Bölümü Araştırma Laboratuvarında kurulan yapay yağmurlama aleti yağışlarının, Ankara Bölgesi doğal yağışları ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yağışların erozyon oluşturma gücünü belirlemede en önemli yağış karakteristikleri olan damla büyüklüğü ve damla düşme hızlarından yararlanılmıştır. Karşılaştırma parametreleri olarak kinetik enerji (0.5 mV^2), momentum (mV), birim damla vuruş alanındaki kinetik enerji ($0.5 \text{ mV}^2 / \text{A}$) ve birim damla vuruş alanındaki momentum (mV / A) incelenmiştir.

Her bir parametre için, yapay yağış erozyon oluşturma gücünün doğal yağışinkine oranını gösteren "oransal erozyon oluşturma gücü" hesaplanmıştır. Elde edilen yüzde değerler, dört parametreden sırasıyla momentum ve kinetik enerjinin, yapay yağışların doğal yağışları betimlemesinde kullanılacak en uyumlu parametreler olduğunu ve çoğunlukla % 70'in üzerinde betimlediğini göstermiştir. Fakat, birim damla vuruş alanındaki kinetik enerji ve momentum kullanılarak hesaplanan oransal erozyon oluşturma gücü yüzdesi çoğunlukla % 100'ün üzerinde olmuş ve dolayısıyla bu parametreler için, yapay ve doğal yağış arasında uyum görülmemiştir. Bu uyumsuzluk, yapay yağmurlama aleti bir boyutlu ortalama damla büyüklüklerinin, benzer intensiteli doğal yağışlar damla çapı orta değerlerinden çok büyük olmasına bağlıdır.

Anahtar Kelimeler: Damla büyüklüğü, damla düşme hızı, kinetik enerji, momentum

Comparasion of the Natural Rainfall with Laboratory Simulated Rainfall

Abstract: In this study, a comparasion of simulated rainfall of a rainfall simulator constructed in the Research Laboratory of Soil Science Department, Agricultural Faculty of Ankara University, with the natural rainfall of Ankara Region were performed. Drop size and drop fall velocity which are the most important rainfall characteristics in determining rainfall erosivity were made use of. Kinetic energy (0.5 mV^2), momentum (mV), kinetic energy per unit of drop impact-area ($0.5 \text{ mV}^2 / \text{A}$) and momentum per unit drop impact-area (mV / A) were investigated as comparison parameters.

For each parameter, a "relative erosivity" presenting the ratio of the erosivity of the simulated rainfall to that of natural rainfall was calculated. The percentage values obtained have shown that of parameters momentum and kinetic energy would be respectively the most suitable for the simulated rainfall to represent the natural rainfall which was more than 70 % generally. However, relative erosivities calculated by using both kinetic energy and momentum per unit of drop impact-area were mostly larger than 100 %, meaning, that the simulated rainfall excessively represented the natural rainfall. This excessiveness was ascribed to that uniform mean drop sizes of the simulated rainfall were much bigger than the median drop sizes of natural rainfall with identical intensities.

Key Words: Drop size, drop fall velocity, kinetic energy, momentum

Giriş

Yapay yağmurlayıcılar, tarım arazilerinde yüzey akış, geçirgenlik ve toprak erozyonu araştırmalarını hızlandırmak amacıyla yıllardır kullanılmaktadır. Yapay yağışların küçük ölçekli verilerinin daha büyük alanlardaki toprak kayıplarının tahmin edilmesinde kullanılması ve araştırma sonuçlarının gerçekçi bir biçimde yorumlanması, her şeyden önce doğal yağış karakteristiklerinin doğru olarak bilinmesine bağlıdır.

Doğal yağışların erozyon oluşturma gücü ile doğrudan ilişkili en önemli karakteristikleri yağış intensitesi, damla büyüklük dağılımı ve damla düşme hızlarıdır (Laws, 1940; Laws and Parsons, 1943; Meyer and McCune, 1958; Meyer, 1958 ve Meyer, 1960). Yapay yağışlarla da bu karakteristikler, bazı sınırlamalar dışında, gerçeğine en yakın bir şekilde elde edilebilmelidir. Meyer (1965), yapay yağışların doğal yağışlarla karşılaştırılmasında kullanılabilecek olası parametreleri belirlemiştir. Bunlar a) kinetik enerji,

b) momentum, c) birim damla vuruş alanındaki kinetik enerji, d) birim damla vuruş alanındaki momentum ve e) bu değişkenlerin yağış intensitesi ile bağıntılarıdır. Adı geçen parametreler, intensite hariç, yağış damla büyüklük dağılımı ve damla düşme hızlarından hesaplanırlar (Hudson, 1971). Böylece bir yağış, damla büyüklükleri ve damla vuruş hızlarındaki değişmelerle ayırt edilebilir (Park ve ark., 1982). Imeson (1977), yapay yağış verilerinin geniş ölçüde kullanılabilmesi için, belirli intensitelerde yapay yağmurlayıcılar ile doğal yağışlardakine benzer damla büyüklüklerinin ve düşme hızlarının elde edilmesi gerekliliği üzerinde durmuştur. Taysun (1985), yapay yağışların doğal yağışlarla kıyaslanmasında göz önünde bulundurulacak bazı parametrelerin detaylı açıklamasını yapmıştır.

Bu çalışmada Ankara Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü Araştırma Laboratuvarında kurulan yapay yağmurlama aleti yağışlarının, Ankara Bölgesi doğal

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Ankara

yağışları ile karşılaştırılması yapılmış ve yapay yağışların doğal yağışları betimlemesinde kullanılabilecek en uygun parametreler belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Karşılaştırma parametreleri

Bir yağışın kinetik enerjisi (KE), damla düşme hızının karesi (V^2) ile doğru orantılı olarak değişirken; bir yağışın momentumu (M), damla düşme hızı (V) ile doğru orantılı olarak değişir. Bir yağışın kütlesi "m" olarak açıklandığında, birim yağış ünitesinin kinetik enerjisi, $KE = 0.5 mV^2 / m$ ve $KE \propto [V^2]$; ve momentumu, $M = mV / m$ ve $M \propto [V]$ olur (Meyer, 1965; Taysun, 1985). Burada görüldüğü gibi iki parametre doğrudan yağış miktarı ile ilişkilendirilmiştir.

Diğer iki parametre, birim damla vuruş alanındaki KE ve M, yağış miktarından daha çok damla vuruş alanı (A) ile ilişkilendirilmiştir. Damla vuruş alanı her bir büyüklük kümesindeki damla sayısı ile damla çapının karesinin (D^2) çarpımıyla orantılı olacaktır. Damla sayısı da toplam kütle (m) veya su ağırlığının bireysel damlaların kütesine veya ağırlığına (D^3) bölünmesi ile bulunur (Meyer, 1965; Taysun, 1985).

Sonuçta birim damla vuruş alanı şu şekilde açıklanabilir:

$$A \propto [m / D^2] D^2 \propto m / D \quad [1]$$

Birim damla vuruş alanındaki KE,

$$KE / A \propto mV^2 / A \propto mV^2 / (m / D) \propto [D] [V^2] \quad [2]$$

ve birim damla vuruş alanındaki M,

$$M / A \propto mV / A \propto mV / (m/D) \propto [D] [V] \quad [3]$$

olacaktır. Kısaca söyleyebiliriz ki: birim damla vuruş alanındaki KE ve M sırasıyla $[D] [V^2]$ ve $[D] [V]$ ile orantılıdır. Matematiksel olarak çıkarılan dört parametre incelendiğinde, hepsinin damla büyüklüğü ve damla düşme hızının bir fonksiyonu olduğu görülecektir (Park ve ark., 1982). Tartışılan parametreler yağışların erozyon oluşturma gücünün bir göstergesi olduğundan, aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Erozyon Oluşturma Gücü

$$\propto [\text{damla çapı}, D]^a [\text{damla düşme hızı}, V]^b \quad [4]$$

Bu bağıntı şunu açıklar: Karşılaştırma parametresi olarak KE ve M kullanıldığında, $a = 0$; KE / A ve M / A kullanıldığında $a = 1$ olacaktır. Benzer şekilde, M kullanıldığında, $b = 1$; KE kullanıldığında, $b = 2$ olacaktır.

Yağışların oransal erozyon oluşturma gücü

Yapay yağışlar erozyon oluşturma gücünün (E_y) doğal yağışlarinkine (E_d) oranı, oransal erozyon oluşturma gücünü (E) verir ve karşılaştırma için temel oluşturur:

$$E = [D_y / D_d]^a [V_y / V_d]^b \quad [5]$$

Burada "y" yapay yağış ve "d" doğal yağışı göstermek için kullanılmıştır. D_y / D_d , ortalama damla büyüklük oranı ve V_y / V_d , ortalama damla düşme hızı oranıdır.

Bir yağış değişik damla büyüklükleri ve düşme hızlarından oluştuğu için, Eşitlik [5]'de belirli damla büyüklük kümesinin ağırlık payı göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak, bu çalışmada kullanılan yapay yağmurlama aleti ile bir boyutlu damlalar elde edilebilmektedir, ki bu durumda ortalama çap, D_y , damla orta değerine, D_{y50} , eşittir. Bunun yanında, Ankara Bölgesi doğal yağışları için damla orta değerinin, D_{d50} , yağışları temsil ettiği varsayılmıştır; damla büyüklüğü çeşitliliği dikkate alınmamış ve hesaplamalarda ağırlık payları yerine, hem yapay ve hem de doğal yağışların ortalama değerleri kullanılmıştır.

Yapay ve doğal yağışlar damla büyüklüğü ve damla düşme hızları

Farklı su yükleri ve intensitelerde yapay yağmurlama aleti ile elde edilen damla büyüklüğü ve damla düşme hızları Erpul ve Çanga (1999)'dan ve Ankara Bölgesi doğal yağış verileri ise Sayın (1990)'dan alınmıştır. Sayın (1990) tarafından geliştirilen damla orta değeri ve yağış intensitesi bağıntısından, benzer intensiteler için damla orta değerleri hesaplanmıştır.

$$D_{50} = I(0.028 + 0.334 I)^{-1} \quad [6]$$

Burada I, intensitedir ve birimi cm h^{-1} dir. Doğal yağışlar damla düşme hızları, düşme yüksekliği ve damla büyüklüğünden yararlanılarak Laws (1941) ve Gunn ve Kinzer (1949) nomografından bulunmuştur. Serbest düşen damlaların terminal hızlarına eriştikleri ve ortalama hızları temsil ettikleri varsayılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Belirli intensitelerde yapay ve doğal yağışlar damla büyüklükleri ve damla düşme hızları Çizelge 1'de verilmiştir. İki yağışın karşılaştırılmasını veya birbirlerine olan uyumun bulunmasını sağlayacak ortalama damla büyüklük ve hız oranları hesaplanmıştır. Şekil 1'de % 100 betimleme hattı boyunca hesaplanan değerler gösterilmiştir. Oranların 1'e yaklaşması iki yağış parametrelerinin tam uyumunu belirtir. % 100 betimleme hattına V_y / V_d değerleri D_y / D_d 'den çok daha yakın bulunmuştur. Bu yalnız damla düşme hızına bağlı parametreler, hem KE ve hem de M ile hesaplanacak E'nin daha iyi uyum göstereceği izlenimini vermiştir. D_y / D_d hattın epeyce üst kısmında kalmıştır, bu yüzden, damla büyüklük oranına bağlı parametreler, hem KE / A ve hem de M / A ile hesaplanacak E'nin ise uyumsuzluk göstereceği beklenmektedir. Yapay yağış ortalama damla büyüklüklerinin doğal yağışlardakilerin yaklaşık iki katı olması (Çizelge 1) uyumsuzluğa neden olmuştur.

D_y / D_d ve V_y / V_d kullanımı ile tartışılan parametrelerin E'si hesaplanmıştır (Eşitlik [5]). Örneğin, $D_y / D_d = 2.06$ ve $V_y / V_d = 0.89$ olduğunda, düşme hızının karesi ile orantılı KE dikkate alınarak çözülen $E = \% 78$ 'dir. Aynı şekilde, düşme hızı ile orantılı M ile yapılan hesapta $E = \% 88$ 'dir. Yine aynı damla büyüklük oranı ve damla düşme hızı oranı alınıp % E, KE / A ve M / A'dan hesaplandığında değerler sırasıyla %162 ve %182 olmuştur (Çizelge 1).

Dört parametre karşılaştırıldığında, en uyumlu değer % 88 ile M ve en aşırı değer % 182 ile M / A hesabının sağladığı belirlenmiştir. Her bir intensitede bulunan D_y / D_d ve V_y / V_d değerlerinin birbirine çok yakın

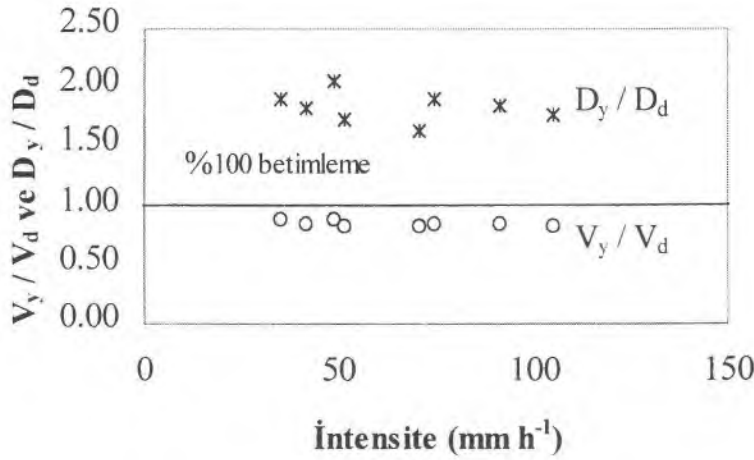
olması, yukarıda verilen örneğin bütün hesaplamalar için geçerli olduğunu belirtir (Şekil 2). Betimlemede en iyi uyumu sırasıyla M ve KE göstermiştir; KE / A ve M / A uyum göstermemiştir.

Çizelge 1. KE, M, KE / A ve M / A parametreleri kullanılarak oransal erozyon oluşturma gücünün hesaplanması.

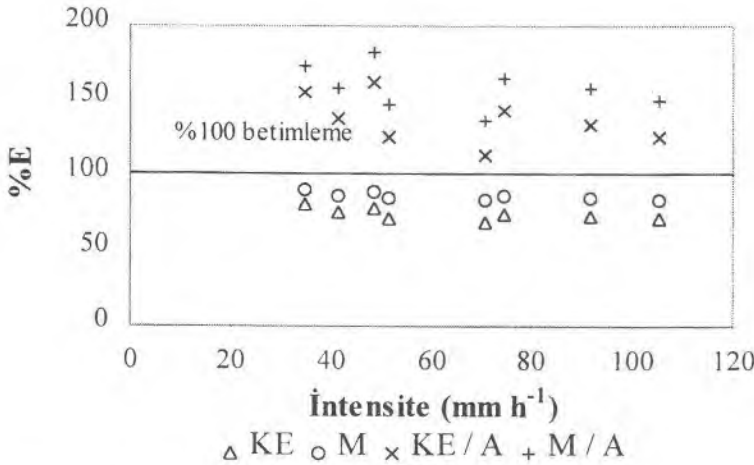
İntensite, mm h^{-1}	Damla büyüklüğü, mm		Damla düşme hızı, ms^{-1}		Ortalama damla büyüklük ve düşme hızı oranları		Oransal erozyon oluşturma gücü, % E			
	D_y	D_d^*	V_y	V_d^{**}	D_y / D_d	V_y / V_d	KE	M	KE / A	M / A
34.8	4.62	2.41	6.58	7.30	1.91	0.90	81	90	155	172
41.4	4.56	2.49	6.50	7.50	1.83	0.87	75	86	137	158
48.6	5.25	2.55	6.71	7.55	2.06	0.89	78	88	162	182
51.3	4.47	2.57	6.45	7.60	1.74	0.85	72	84	125	147
70.8	4.38	2.68	6.40	7.70	1.64	0.83	69	83	113	135
74.4	5.16	2.69	6.69	7.75	1.92	0.86	74	86	142	165
91.5	5.07	2.74	6.65	7.80	1.85	0.85	72	85	134	157
105.3	4.92	2.77	6.62	7.85	1.77	0.84	71	84	126	149

* Eşitlik [6] ile hesaplanmıştır.

** Laws (1941) ve Gunn ve Kinzer (1949) ile hesaplanmıştır.



Şekil 1. Yapay ve doğal yağışlar ortalama damla büyüklük ve damla düşme hız oranları



Şekil 2. KE, M, KE / A, ve M / A ile hesaplanan oransal erozyon oluşturma gücü

Sonuç

Yapay yağışların doğal yağışlarla karşılaştırılmasında sözü edilen parametreler kullanıldığında, yağışların birbirine uyumu doğrudan damla büyüklük dağılımı ve damla düşme hızlarına bağlıdır. Diğer bir deyişle, bir yapay yağışın doğal yağışı betimlemesi, damla büyüklüğü ve düşme hızlarının farklı bileşimleri ile değişiklik gösterir.

Bu çalışmada, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Araştırma Laboratuvarında kurulan yapay yağmurlama aleti ile elde edilen yağışlar momentumu ve kinetik enerjisinin, Ankara Bölgesi doğal yağışlarını çoğunlukla % 70'den fazla betimleyeceği ortaya konulmuştur.

Kaynaklar

- Erpul, G. ve Çanga, M. R. 1999. Toprak erozyon çalışmaları için bir yapay yağmurlama aletinin tasarım prensipleri ve yapay yağışların karakteristikleri (yayında).
- Gunn, R. and Kinzer, G. D. 1949. Terminal velocity of water droplets in stagnant air. *J. Meteorology*. 6:243-248.
- Hudson, N. W. 1971. *Soil Conservation*. B.T. Batsford Limited, London.
- Imeson, A. C. 1977. A simple field-portable rainfall simulator for difficult terrain. *Earth Surface Processes*. 2:431-436.
- Laws, J. O. 1940. Recent studies in raindrops and erosion. *Agric. Engineering*. 21(11):431-433.
- Laws, J. O. and Parsons, D. A. 1943. The relation of raindrop-size to intensity. *Trans. Amer. Geophys. Union*. 22:709-721.
- Laws, J. O. 1941. Measurements of the fall velocity of waterdrops and raindrops. *Amer. Geophys. Union Trans.* 22:709-721.
- Meyer, L. D. and McCune, D. L. 1958. Rainfall simulator for run-off plots. *Agric. Engineering*. 39:644-648.
- Meyer, L. D. 1958. An investigation of methods for simulating rainfall on standard run-off plots, and a study of the drop size, velocity and kinetic energy of selected spray nozzles. USDA. ARS. Div. E.S. and W. Man. Branch, Special Report No:81.
- Meyer, L. D. 1960. Use of the rainulator for run-off plot research. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 24(4):319-322.
- Meyer, L. D. 1965. Symposium on simulation of rainfall for soil erosion research. *Trans. of the ASAE*. 8(1):66-67.
- Park, S. W., Mitchell, J. K., and Bubbenzer, G. D. 1982. Splash erosion modelling: Physical analyses. *Trans. of the ASAE*. 25(2):357-361.
- Sayın, S. 1990. Ankara Beytepe yöresi yağmurlarının damla özellikleri. *Köy Hiz.Gen.Md. Ankara Araş.Ens.Md.Gen.Yay. No:170, Rapor Serisi No:79*.
- Taysun, A. 1985. Doğal ve yapma yağışın karşılaştırılması, yağış benzeticiler ve damla düşme hızı tayin aletleri. *Köy Hiz. Gen. Md. Menemen TOPRAKSU Araş.Ens. Md. Gen. Yay. No:119. Teknik. Yay. No:13*.