



**TOKAT YÖRESİNDEKİ FARKLI YAĞIŞ DESENLERİNİN
YÜZEY AKIŞ VE TOPRAK KAYIPLARINA
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Mehmet YILMAZ

Prof. Dr. İrfan OĞUZ

Yüksek Lisans

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

Mayıs, 2021

Her hakkı saklıdır

T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

TOKAT YÖRESİNDEKİ FARKLI YAĞIŞ DESENLERİNİN
YÜZEY AKIŞ VE TOPRAK KAYIPLARINA
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHMET YILMAZ

TOKAT
2021

Her hakkı saklıdır

Mehmet Yılmaz tarafından hazırlanan “**Tokat Yöresindeki Farklı Yağış Desenlerinin Yüzey Akış ve Toprak Kayıplarına Etkisinin Araştırılması**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 28 MAYIS 2021 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Prof. Dr. İrfan OĞUZ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi

.....

Üye

Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT

Gaziosmanpaşa Üniversitesi

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul KARAŞ

Osmangazi Üniversitesi

.....

ONAY

Prof. Dr. Mehmet GÜNEŞ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

---/---/20--

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Mehmet YILMAZ

Mayıs, 2021

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOKAT YÖRESİNDEKİ FARKLI YAĞIŞ DESENLERİNİN
YÜZEY AKIŞ VE TOPRAK KAYIPLARINA ETKİLERİ

MEHMET YILMAZ

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. İRFAN OĞUZ)

Bu araştırma kapsamında Tokat yöresi doğal yağışlarının yağış desen dağılımları ve bazı özellikleri belirlenmiştir. Gruplandırılmış yağış desenlerine ait yağış süresi, miktarı, şiddeti, enerjisi, 10, 15 ve 30 dakikalık maksimum intensite değerleri, toprak kayıpları ve yüzey akış ilişkileri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, Tokat iline ait, 1978 - 1995 yılları arasında kaydedilmiş erosiv nitelikte toplam 361 adet bireysel yağış değerlendirilmiştir. Bu yağışların 9 adedi üniform, 96 adedi ilerlemiş, 159 adedi orta, 41 adedi gecikmiş ve 56 adedi sınıflamaya uyum göstermeyen karışık yağış deseni olarak nitelendirilen yağışlardan oluşmuştur. Her yağış desenine ait değerlendirilmeye alınan yağış özellikleri ile yüzey akış ve toprak kayıp değerleri Mann-Whitney U non-parametrik testiyle istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Farklı yağış desenlerine ait yağış süreleri sırasıyla Üniform, Gecikmiş, İlerlemiş, Karışık ve Orta desen olacak şekilde artış göstermiştir. Üniform desen yağış süresi diğer yağış desenlerinden ayrılarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Yağış miktarı sırasıyla Gecikmiş, Üniform, Orta ve İlerlemiş desen olacak şekilde artmıştır. En düşük yağış miktarına sahip gecikmiş desen yağışları, Üniform desen yağış miktarı ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almakla birlikte diğer yağış desenlerinden anlamlı farklılık göstermiştir. Yağış intensiteleri sırasıyla Karışık, Gecikmiş, Orta, İlerlemiş ve Üniform desen olacak şekilde artmıştır. Üniform ve Karışık desen yağışların şiddet değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yağışların 10 ve 15 dakikalık maksimum intensite değerleri Üniform ile Orta, Üniform ile Gecikmiş, Üniform ile Karışık, İlerlemiş ile Orta, İlerlemiş ile Gecikmiş ve İlerlemiş ile Karışık desen yağışları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmuştur. Yağışların 30 dakikalık maksimum intensite değeri dikkate alındığında, Üniform ile Orta, Üniform ve Karışık, Gecikmiş ve Karışık desen arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Farklı yağış desenlerine sahip yağışlar ile model parselde meydana gelen yüzey akış ve toprak kayıpları arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır. Bununla birlikte model parselde meydana gelen

toprak kaybı miktarı ve yüzey akış değerleri gece, gündüz ve karışık yağış zamanlarına bağlı olarak yağış desenlerine göre karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeye göre, en fazla toplam toprak kaybı 39.27 ton ha⁻¹ olarak ilerlemiş desen gece yağışlarında meydana gelmiştir. En fazla toplam yüzey akış ise 43.08 mm olarak Orta yağış desenine sahip karışık süreli yağışlarda meydana gelmiştir.

Anahtar kelimeler: Doğal Yağış, Erosiv Yağış, Tokat, Toprak Kaybı, Yağış Deseni, Yüzey Akış,



**ABSTRACT
MASTER THESIS**

**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT RAINFALL PATTERNS
ON RUNOFF AND SOIL LOSS IN TOKAT REGION**

MEHMET YILMAZ

TOKAT GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

**DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION
(SUPERVISOR: PROF. DR. İRFAN OĞUZ)**

In this research, rainfall pattern distributions and some characteristics of natural rainfall of Tokat region are identified. Rainfall duration, amount, intensity, energy, 10, 15 and 30 minutes maximum intensity values, soil losses and runoff relationships of the grouped rainfall patterns are compared. For this purpose, a total of 361 erosive individual rainfalls recorded between 1978 and 1995 in Tokat province are evaluated. Nine of these rainfalls were uniform, 96 of them advanced, 159 of them intermediate, 41 of them delayed and 56 of them were of mixed rainfall patterns that did not comply with the classification. The rainfall characteristics, runoff and soil loss values evaluated for each precipitation pattern are compared statistically using the Mann-Whitney u non-parametric test. The rainfall duration for different rainfall patterns increased as Uniform, Delayed, Advanced, Mixed and Intermediate pattern, respectively. Uniform pattern rainfall duration differentiated from other rainfall patterns and showed a statistically significant difference. The amount of precipitation increased to present a Delayed, Uniform, Intermediate and Advanced rainfall pattern, respectively. The Delayed pattern which has the lowest rainfall amount was in the same group with the Uniform rainfall pattern, statistically, however showed a significant difference from other rainfall patterns. Precipitation intensities increased as Mixed, Delayed, Moderate, Advanced and Uniform rainfall pattern, respectively. The difference between the intensity values

of the Uniform and Mixed rainfall pattern was found to be statistically significant. The maximum intensity values of 10 and 15 minutes rainfalls were statistically significant between Uniform and Moderate, Uniform and Delayed, Uniform and Mixed, Advanced and Medium, Advanced and Delayed, and Advanced and Mixed pattern rains. Considering the 30-minutes maximum intensity of precipitation, the difference between Uniform and Medium, Uniform and Mixed, Delayed and Mixed patterns were found to be significant. No statistical relationship was found between the rainfall with different rainfall patterns and the runoff and soil losses occurring in the model plot. On the other hand, the amount of soil loss and runoff values in the model plot were compared with the precipitation patterns depending on night, daylight and mix times rainfall periods. According to this assessment, the highest total soil loss occurred as 39.27 ton ha⁻¹ in the advanced pattern night rainfalls. The highest total runoff occurred as 43.08 mm in moderate precipitation with mixed rainfall durations.

Keywords: Erosive Rainfall, Natural Rainfall, Rainfall Pattern, Runoff, Soil Loss, Tokat

ÖNSÖZ

Bu çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Toprak ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

“Tokat Yöresindeki Farklı Yağış Desenlerinin Yüzey Akış ve Toprak Kayıplarına Etkisi” isimli tez çalışmasını bana öneren ve her aşamasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, öğrencisi olmaktan ve kendisi ile çalışmaktan onur duyduğum danışman Hocam Sayın Prof. Dr. İrfan OĞUZ'a minnet ve şükranlarımı sunmayı zevkli bir görev sayarım.

Öğrenim hayatım boyunca bana emeği geçen tüm hocalarımı saygıyla anar, kendilerine minnettar olduğumu belirtmek isterim.

Öğrenim hayatım süresince bana her türlü desteği veren ve beni sabırla destekleyen annem Hatice YILMAZ'a, babam İbrahim YILMAZ'a ve kardeşlerim Halil YILMAZ'a, Bekir YILMAZ'a ve Mustafa YILMAZ'a müteşekkire olduğumu belirtir, çalışmamın ülkemize faydalı olmasını temenni ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM	11
3.1. Araştırma Yeri	11
3.2. Toprak Özellikleri	11
3.3. Tokat Yöresi Yağış, Yüzey Akış ve Toprak Kaybı Verileri.....	11
3.4. Yağış Desenlerinin Belirlenmesi	12
3.5. Yağış Deseni ile Bazı Yağış Özellikleri Arasındaki İlişkiler	13
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	13
4.1. Yöre Yağışlarının Yağış Desenleri	13
4.2. Tokat Yöresi Üiform Yağış Desenleri Tanımsal İstatistikleri	14
4.3. Tokat Yöresi İlerlemiş Yağış Desenleri Tanımsal İstatistikleri	15
4.4. Tokat Yöresi Orta Yağış Desenleri Tanımsal İstatistikleri	16
4.5. Tokat Yöresi Gecikmiş Yağış Desenleri Tanımsal İstatistikleri.....	17
4.6. Tokat Yöresi Karışık Yağış Desenleri Tanımsal İstatistikleri.....	19
4.7. Farklı Yağış Desenlerinin Bazı Yağış özellikleri ile Yüzey Akış ve Toprak Kayıplarına Etkisi.....	20
4.8. Olay Meydana Geliş Zamanlarına Göre Farklı Yağış Desenleri Bazı Yağış Özelliklerinin Karşılaştırılması	26
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	31
6. KAYNAKLAR	33
7. ÖZGEÇMİŞ	36

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil

Sayfa

Şekil 1. Çeşitli yağış desenleri.....12



ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3. 1. Akış Serisi toprak analiz sonuçları	11
Çizelge 4. 1. Üniform desende yağışlara ait bazı tanımlayıcı istatistik değerleri.....	15
Çizelge 4. 2. İlerlemiş desende yağışlara ait bazı tanımlayıcı istatistik değerleri	16
Çizelge 4. 3. Orta desende yağışlara ait bazı tanımlayıcı istatistik değerleri	17
Çizelge 4. 4. Gecikmiş desende yağışlara ait bazı tanımlayıcı istatistik değerleri	18
Çizelge 4. 5. Karışık desende yağışlara ait bazı tanımlayıcı istatistik değerleri	20
Çizelge 4. 6. Farklı yağış desenlerinin bazı yağış özellikleri ile yüzey akış ve toprak kayıplarına etkisi.....	21
Çizelge 4. 7. Farklı yağış desenlerinin bazı yağış özellikleri ile yüzey akış ve toprak kayıplarına etkisi.....	30

1. GİRİŞ

Toprak erozyonu karmaşık bir doğal süreç olup, toprak ve su kaynaklarını tehdit eden küresel bir sorundur (Panagos ve ark., 2017). Su kaynaklı toprak erozyonu toprak parçacıklarının aşındırıcı kuvvetler olan yağış ve yüzey akış tarafından aşındırma, taşınma ve çökelme süreçlerini içerir (Asadi ve ark., 2011; Martinez- Hernandez ve ark., 2017; Nearing ve ark., 2017). Toprak kaybına neden olan baskın süreçleri ayırt etmek için toprak erozyonu, aşınmış toprak parçacıklarının kaynağına bağlı olarak parmak (rill) ve parmaklararası (interrill) erozyon olarak sınıflandırılmıştır (Foster ve ark., 1981; Liu ve ark., 2006; Valmis ve ark., 2005). Toprak parçacıklarının yağmur damlası etkisi ile ayrılması ve bunların sığ yüzey akış etkisi ve yağmur damlası etkisinin birleşik hareketi ile taşınması, yağış kaynaklı erozyondaki iki ana işlemdir (Fernández-Raga ve ark., 2017). Bir kavram olarak, yağış kaynaklı erozyonda, yüzey akışının enerjisi toprak parçacıklarının hareketini başlatmak için yeterli değildir ve yalnızca önceden ayrılan toprak parçacıkları sığ yüzey akış tarafından taşınabilmektedir (Kinnel, 2005). Literatürdeki görüşlere göre yağış özelliklerindeki farklılıklar sızma ve yüzey akış oranları, toprak özellikleri, eğim uzunluğu ve derecesi gibi yüzey özellikleri toprak erozyonu işlemlerinin belirlenmesinde önemli parametreler olarak toplanmıştır (Sajjadi ve Mamoodabadi, 2015; Bagarello ve ark., 2013; Balacco, 2013; Fu ve ark., 2011; Moghadam ve ark., 2015; Rodrigo- Comino ve ark., 2017; Saedi ve ark., 2016). Yağış özellikleri arasında yağış yoğunluğu ve kinetik enerji yağış kaynaklı erozyon süreçlerini etkileyen baskın faktörlerdir (Defersha ve Mellese, 2012). Yağış yoğunluğu yüzey akışı ve sediment verim süreçlerini yöneten temel bir faktördür. Bireysel yağış etkinliği sırasında yağış yoğunluğu tekrarlayan dalgalanmalar sergiler ve en yüksek yağış oranları büyüklük sırasına göre ortalama oranı aşabilir (Dunkerley, 2008). Bu yağış yoğunluğunun zaman içinde oldukça değişken olduğu anlamına gelir (An ve ark., 2014). Bununla birlikte önceki deneysel çalışmalarda araştırmacılar çoğunlukla dengeli yağış yoğunluğunun, sızma, yüzey akış ve toprak kaybı üzerindeki etkilerine odaklandılar (Meyer, 1981; Truman ve Bradford, 1993; Assouline ve Ben-Hur, 2006; Arnaez ve ark., 2007). Ayrıca önceki saha çalışmalarında yağış yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak gözlemlenen yağışlar, toprak kaybına etkilerini test etmek için farklı yağış rejimlerine basit bir şekilde ayrılmıştır (Wei ve ark., 2007; Lu ve Liu, 2002).

Fırtına olayları sırasında, fırtına deseni olarak da bilinen yağış yoğunluk desenleri hakkında daha az bilgi mevcuttur. Bu nedenle değişken yoğunluklu desenlerin toprak erozyon sürecini nasıl etkilediğini ölçmek gerekir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Burian ve Shepherd (2005), bu çalışmada Houston içinde ve yakınında bulunan 19 yağış ölçerden alınan veriler, Houston metropol bölgesinin kentleşmesinin yerel günlük yağış modeli üzerindeki etkisini ölçmek için analiz edilmiştir. Ortalama yıllık ve sıcak mevsim günlük yağış modelleri, Houston'ın nispeten küçük olduğu ve meteorolojik süreçler üzerinde önemli bir etkiye sahip olmayacağı bir dönem (1940-58) için ve Houston'un büyük bir metropol alanı haline gelmesinden sonraki, daha yakın bir dönem (1984-99) için belirlendi. Kentten etkilendiği varsayılan bölge ve rüzgara karşı kontrol bölgesi içindeki günlük yağış desenleri, kent öncesi ve sonrası zaman periyotları için karşılaştırıldı. Sonuçlar, kentsel alandaki günlük yağış dağılımının, 1984-1999 dönemi için rüzgârın ters yönünde ve bitişik bölgelerde bulunandan çok farklı olduğunu göstermiştir. 1984'ten 1999'a kadar geçen ortalama bir sıcak mevsim için, kentsel alan ve rüzgâr yönünden etkilenen kentsel bölge, rüzgârın yükseldiği bir bölgeden gece yarısına kadar sırasıyla % 59 ve % 30 daha fazla yağış miktarı kaydedilmiştir. Dahası, kentsel alanda, sıcak mevsimde öğlen ve gece yarısı arasında çevre bölgelere göre yaklaşık % 80 daha fazla yağış kaydedilmiştir. Kent öncesi ve sonrası yağış modellerinin karşılaştırılması, güneydoğu Teksas'ta günlük yağış dağılımının değiştiğini göstermiştir. Değişimler en çok kentsel alanda, özellikle sıcak mevsim boyunca öğleden sonra saatindeki artışlarda belirginleşmiştir. Kentsel alanda kaydedilen ortalama sıcak mevsim yağış miktarı, kent öncesi dönemden sonrasına kadar % 25 artarken, rüzgâr kontrol bölgesindeki miktar % 8 azalmıştır. Artışın büyük çoğunluğu öğleden sonra 16.00'dan akşam 20.00'a kadarki zaman aralığında gözlenmiştir.

Odjugo (2005), tarafından yapılan araştırmada, yağış desenlerini ve Nijerya'daki etkilerini incelemek için tasarlanmıştır. 1970 - 2002 dönemine ait 28 istasyondan yağış verileri Nijerya Meteoroloji İstasyonu, Lagos'tan toplanmıştır. Nijerya'nın 1973 ile 1995 arasındaki bitki örtüsü haritası biyolojik çeşitlilik değişim analizinin temelini oluştururken diğerlerinin ortaya çıkardığı sonuçlar, yağış miktarının 1350 mm'den (1941-1970) 1276 mm'ye (1970-2002) düştüğünü göstermektedir. Nijerya'da yağışlarda genel bir düşüş yaşanırken, kıyı kesiminde hafif bir artış yaşanmaktadır. Yağış şekillerindeki genel güneye doğru kaymanın yanı sıra, süre de yılda 80-360 (1941-1970)'den 40-280 (1970-2002) yağışlı günlere düşmüştür. Bu, ekolojik

istikrarsızlık yaratmıştır ve özellikle ülkenin kuzey kenarlarında bitki kuşağının yapısını değiştirmiştir. Yağış deseni ayrıca Nijerya'nın sırasıyla kuzey, doğu ve kıyı bölgelerinde rüzgâr erozyonunu/çölleşmesini, toprak erozyonunu ve kıyı selini artırmıştır. Bu etkilerle birlikte, araştırma mevcut durumu geri döndürmeye yardımcı olabilecek bazı uyarlanabilir ve hafifletici önlemler önermektedir.

Ologunorisa ve Tersoo (2006), tarafından yapılan bu çalışma, şiddetli yağış özelliklerinde son zamanlarda meydana gelen değişikliklerin analizini ve bunların Makurdi'deki sel sıklığı üzerindeki etkilerini ele almıştır. Analiz için şiddetli günlük yağış, evapotranspirasyon ve sel olaylarına ilişkin veriler toplanmıştır. Yıllık yağış miktarı, Spearman Sıralaması Korelasyon Katsayısı kullanılarak trendler için analiz edildi, yıllık yağış değişkenliği Standartlaştırılmış Yağış Anomalisi Endeksi kullanılarak analiz edilirken, tekrarlar aralıkları Gumbell Extreme olasılık teorisi kullanılarak analiz edildi. Analizin sonuçları, diğer konuların yanı sıra, yıllık yağış miktarlarında önemli, sürekli bir düşüş eğiliminde olduğunu; 1996 ile 2001 arasındaki dönemin aşırı yağış olaylarının ve sel sıklığının en yüksek sıklığına tanık olduğunu; büyük sellerin yüksek tekrar aralıklarıyla ilişkili olduğu ve Makurdi'deki sel mevsimselliğinin Mayıs ve Ekim ayları arasında meydana geldiğini bildirmiştir.

Cannarozzo, Noto ve Viola (2006), tarafından yapılan bu çalışmada, Korkulan küresel iklim değişikliğinin, dünyadaki birçok ülkede yağışlar dahil olmak üzere çeşitli çevresel faktörler üzerinde önemli etkileri olabilir. Yağış rejimindeki değişiklikler su kaynakları yönetimini, tarımı, hidrolojiyi ve ekosistemleri doğrudan etkiler. Bu nedenle, su yönetimi stratejilerini geliştirmek için mekansal ve zamansal yağış desenindeki değişiklikleri araştırmak önemlidir. Bu çalışmada, yıllık, mevsimsel ve aylık yağışlarda eğilimin varlığını ve yıl içindeki yağış dağılımını doğrulamak için parametrik olmayan istatistiksel bir yöntem (Mann-Kendall sıra korelasyon yöntemi) kullanılmıştır. Bu test, eksik kayıtların tahminine ve veri tutarlılığının doğrulanmasına yönelik bir dizi prosedür tamamlandıktan sonra Sicilya'daki (İtalya) yaklaşık 250 yağmur ölçer istasyonuna uygulanmıştır. Sicilya'daki bölgesel yağış desenini anlamak için tespit edilen eğilimler, bir CBS ortamında mekansal analiz teknikleri kullanılarak mekansal olarak hesaplanır. Sonuçlar, tüm bölge için genelleştirilmiş bir olumsuz eğilimin varlığını gösterdiği ifade edilmiştir.

Guhathakurta ve Rajeevan (2008), tarafından yapılan araştırma, Hindistan'ın 36 meteorolojik bölgesinin yeni aylık, mevsimsel ve yıllık yağış zaman serileri, 1476 yağmur ölçüm istasyonundan oluşan sabit ağı 1901-2003 dönemine ait aylık yağış verileri kullanılarak oluşturulmuştur. Yeni ağda ortalama her 3402 km² için 1 yağmur ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Yeni yağış serisi hem zamansal hem de mekansal olarak homojendir. Farklı bölgelerde yağışta ki uzun vadeli eğilimleri ve muson aylarının her birinin yıllık yağışa olan katkısını incelemek için doğrusal eğim analizi yapılmıştır. Güneybatı muson sezonunda, üç bölge yani; Sharkhand, Chattisgarh, Kerala önemli düşüş eğilimi gösterdi ve sekiz bölge yani; Gangetic WB, West UP, Jammu ve Keşmir, Konkan ve Goa, Madhya Maharashtra, Royalseema, Coastal AP ve North Interior Karnataka artış eğilimi gösterdi. Haziran, Temmuz ve Eylül yağışlarının yıllık yağışa katkısının birkaç bölgede azaldığı, diğer birkaç bölgede ise Ağustos yağışının katkısının arttığı tespit edilmiştir. Yağışın mekansal dağılımını bilmek için EOF analizi de yapılmış. 1476 istasyon baz alınarak Hindistan'ın aylık, mevsimsel ve yıllık yağış serileri rapor edilmektedir.

Kim ve ark., (2012), bu çalışmada iklim değişikliğinin yağış desenleri üzerindeki etkisi kısmen doymuş toprak şevlerinin stabilitesini değiştirme potansiyeline sahiptir. Yağış desenlerindeki değişiklik kısmen doymuş toprak şevlerinin stabilitesi üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir, bu da son zamanlarda yüzeysel toprak kaymalarına neden olmuştur. Bu makalede, şev stabilitesi, monolitik olarak birleştirilmiş bir Sonlu Elemanlar Modeli (FEM) kullanılarak değerlendirilir. Sayısal analiz, geçirgenliği değiştirirken ve farklı geçirgenliğe sahip bir toprağın yüzey tabakasını dikkate alırken, bir toprak şevinin iki boyutlu enine bir kesiti üzerindeki matrik emiş dağılımını çözer. Birleştirilmiş bir analiz için hidrolik iletkenlik formülasyonu kısmen doymuş topraklarda su sızması ve deformasyon hareketinin etkilerini tanımlamak için gözeneklilik ve doygunluk derecesi üzerindeki bağımlılığını içerir. Sayısal örnekler, yağış desenlerindeki değişikliğin geçmişteki yağış olaylarına göre şev stabilitesizliğine daha erken neden olabileceğini göstermiştir. Bu simülasyonların değerlendirilmesi, iklim değişikliğinin Güney Kore'deki birçok dağlık alanlarda yüzeysel toprak kaymaları üzerinde ki potansiyel etkisine bir işaret sağlayabileceği düşünülmektedir.

An ve ark., (2014), tarafından Çin’de yürütülen çalışmada, aynı ortalama yağış yoğunluğu ve toplam yağış miktarına sahip olmakla birlikte yağış yoğunluğu desenleri farklı olan beş yapay yağmur fırtına deseninin (Dengeli, Artan, Azalan, Artıp-Azalan, Azalıp-Artan) yüzey akışı ve sediment verimine etkileri araştırılmıştır. Bu beş yağmur fırtına deseni, iki eğim derecesine (5° ve 10°) ve yağmur damlası etkisinin varlığı ya da yokluğunu gerektiren iki yüzey işlemine tabi tutuldu. Burada kontrol, toprak parsellerinin üzerine naylon ağlar yerleştirilerek simüle edilmiştir. Sonuçlar sadece toplam yüzey akışı değil aynı zamanda belirli bir yağış şiddeti için yüzey akışının her aşamasında yağmur fırtına desenleri arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Bununla birlikte değişen şiddetli yağmur fırtınasından oluşan toprak kaybı, eşit yoğunluğa sahip yağmur fırtınasından 1.13-5.17 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Artan yağış deseni en fazla toprak kaybı ile ilişkilendirilmiştir. Yağmur damlası etkisinin yokluğunda sediment rejimindeki farklılıklar temel olarak fırtına desenleri arasındaki taşıma kapasitesine yansımıştır. Değişken şiddetli yağmur fırtınasında eşit yoğunlukta yağmur fırtınasına göre toprak kaybı ortalama % 4.7 ile % 70.53 arttığı sonucuna varılmıştır.

Toit ve O'Connor (2014), tarafından yapılan bu çalışmada, yağış, yarı kurak bölgelerde ekosistem süreçlerinin, özellikle bitki örtüsü dinamiklerinin bir anahtar faktörüdür. Yağış miktarı kuraklıklar ve uzun ıslak dönemler, mevsimsellik ve olasılıkla konsantrasyon da dahil olmak üzere, doğu Karoo'daki bitki kompozisyonunu etkiler. Yağış miktarı, mevsimsellik ve konsantrasyondaki döngüsellüğün delillerini aramak için Grootfontein'den 123 yılın aylık yağış kaydı analiz edilmiştir. Yağış 1800'lerin sonlarında ve 1990'dan sonra 20. yüzyılın geri kalanından oldukça yüksektir. 1960'lar ve 20. yüzyıl başlarının kuraklık dönemlerini belirleyen yılların etkileri genişletilmiş sıralı ortalamanın altındadır. İlkbahar yağmuru dışında yaklaşık 20 yıllık bir yağış döngüsüne dair güçlü kanıtlar vardır. Ek olarak, yıllık ve mevsimsel yağışlar, güney salınım indeksi ile ilgili olabilecek 44 ila 77 yıl arasında daha uzun bir döngünün kanıtını göstermiştir. İki döngünün toplam etkileri yıllık ve mevsimsel yağış ile R_2 değeri genellikle (>0.5) olarak tanımlanmıştır. Yağış mevsimselliği de uzun vadeli döngü ile ilişkilirken, yağış konsantrasyonu 1988'den beri yeni ve daha yoğun bir duruma girdiğine dair bazı kanıtlar göstermiştir. Analiz, Grootfontein'deki yağışın rastgele bir süreç olmadığını, bilakis döngüsel süreçler tarafından yönlendirildiğini

ortaya koymaktadır. Bölgedeki yağışların önümüzdeki yaklaşık 20 yıl içinde azalacağı tahmin edilmektedir ve yüksek düzeydeki varyasyon ve karmaşık nedensel faktörler, doğal varyasyon ile iklim değişikliğinin yağış üzerindeki olası etkileri arasında ayırım yapmayı zorlaştıracakı düşünülmektedir.

Wang ve ark., (2016), tarafından Pekin’de yürütülen çalışmada, fırtına içi yağış deseni olarak değişimlerin erozyon süreçlerine etkileri yapay ve doğal yağış koşullarında araştırılmıştır. Çalışma bulgularına göre doğal ve yapay yağış arasında bir fark olduğundan bahsedilmiştir. Buna göre aşındırıcı fırtına desenlerinin doğal ve yapay yağış koşullarında toprak kaybına etkilerini araştırmak ve bu etkilerin 5 toprak türü arasında tutarlı olup olmadığının tespiti için 2006-2013 yılları arasında Çin’in farklı bölgelerinden elde edilen 84 aşındırıcı fırtına sonucu oluşan toprak kaybı verileri dikkate alınmıştır. Ayrıca Pekin’de bulunan 5 farklı toprağa yüzey akış ve toprak kayıpları verisi ile bu olayları oluşturan hiyetograf verileri bir araya getirilmiştir. Fırtınalar, Üniform, İlerlemiş, Orta ve Gecikmiş olmak üzere dört desene ayrılmıştır. Sonuçlar göstermektedir ki;

1-Pekin’deki hakim fırtına deseni ilerlemiş olup, fırtınaların %43’ünü oluşturmaktadır. Bu sebeple çok fazla toprak kaybına neden olmaktadır (yaklaşık % 55-68).

2-Fırtına deseni toprak kaybını önemli ölçüde etkilemiştir ve gecikmiş desen EI₃₀ değerine göre diğer üç desenden daha fazla toprak kaybına yol açmıştır.

3-Fırtına desenlerinin toprak kaybı üzerindeki etkileri 5 toprak türü arasında tutarlıdır.

4-Fırtına deseninin toprak kaybı üzerindeki etkilerini ölçmek için tek yönlü ANOVA analizi ile t testi kullanılarak elde edilen katsayılar bu beş toprak arasında önemli ölçüde farklı değildi ama fırtına desenleri arasında önemli farklılıklar sergilemiştir. Örneğin, Gecikmeli desen için katsayı 2.07, Homojen desen için 0.42, Gelişmiş ve Orta desenler için yaklaşık 1 olarak bulunmuştur.

Alivinia ve ark., (2019), tarafından Tahran’da yürütülen araştırmada, yağmur fırtınasının yüzey akışı ve yağış kaynaklı erozyon süreçleri üzerindeki etkisini doğrudan anlamının yetersiz kalacağını bildirmiştir. Bu etkiyi daha iyi anlayabilmek için aynı kinetik enerjiye sahip dört (4) adet farklı yağmur deseni (Sabit, Artan, Azalan ve Artan-Azalan) iki ayrı toprak tipinde (kumlu ve kumlu-tın) ve (15 x 30 cm) uzunluklarında erozyon tavaları kullanılarak yapay yağış koşullarında araştırılmıştır. Her bir yapay

yağış için düzenli aralıklarla yüzey akış ve toplam sediment örneklenmiştir. Sonuç olarak iki toprak tipi arasında istatistiksel bir farklılığın olmadığı gözlenmiştir. Ancak yağış desenleri ve ortamları arasında toprak kayıpları açısından önemli farklılıkların var olduğu tespit edilmiştir. Kumlu ve Kumlu-Tınlı topraklar karşılaştırıldığında; Kumlu toprakta Sabit, Artan, Azalan ve Artan-Azalan desenlerde, toplam yüzey akış hacmi sırasıyla, 1037.8 mL, 1072.4 mL, 1137.3 mL, 1156.8 mL olarak belirlenmiştir. Toprak Kaybı ise sırasıyla 77.6 g/m², 79.0 g/m², 62.0 g/m², 82.0 g/m² olarak belirlenmiştir. Kumlu-tınlı toprakta Sabit, Artan, Azalan ve Artan-Azalan desenlerde toplam yüzey akış hacmi sırasıyla 1341.7 mL, 1240.3 mL, 1451.7 mL, 1402.2 mL olarak belirlenmiştir. Toprak kaybı ise sırasıyla 118.0 g/m², 90.1 g/m², 130.1 g/m², 134.0 g/m², olarak belirlenmiştir. Bu veriler incelendiğinde kumlu toprakta en fazla Artan-Azalan desende, kumlu-tınlı toprakta ise en fazla Azalan desende yüzey akış gerçekleştiği görülmüştür. Ayrıca toprak kaybı verileri incelendiğinde kumlu ve kumlu-tınlı toprakların her ikisi için de Artan-Azalan desende toprak kaybı en fazla olmuştur. Değişken şiddetli yağış deseni için sediment taşıma mekanizması sadece yağmur damlasının toprağa çarpma etkisiyle değil, aynı zamanda yüzey akıştan da etkilendiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca parmaklararası erozyon oranını öngören denklemlerin verimliliği birleşik yağmur damlası etkisi ve yüzey akış hızı uygulandığında arttığından bahsedilmiştir. Parmaklararası erozyon süreçleri karmaşık olmasına rağmen bu çalışmada bulunan bulguların, yağış deseninin yüzey akış ve erozyon üzerindeki etkilerini öngören desenleri geliştirmek için yararlı bilgiler sağlayabileceği savunulmuştur.

Abdullah ve ark., (2019), tarafından yapılan bu çalışmada, son zamanlarda, Suudi Arabistan Krallığı (SAK), birçok ani sel olayına neden olan fırtına desenlerinde (fırtına yoğunlukları, frekansları, dağılımları) önemli değişikliklerle karşı karşıya kaldı. Cidde şehri, SAK'nin batı tarafının ortasında, değişen fırtına desenlerinin açık bir örneğini temsil eden bir kıyı ovası bölgesinde yer almaktadır. Cidde, 2009'dan beri önemli ölçüde artan birçok fırtına olayına maruz kalmıştır (örneğin, biri 2009'da, biri 2011'de, biri 2015'te ve diğeri 2017'de gerçekleşti). Ancak 2018'de yaklaşık altı fırtına meydana gelmiştir. Kasım 2009'da ve Ocak 2011'de şehirde iki büyük sel olayı meydana gelmiştir. Bu iki olayın ciddi etkileri şiddetli sellere neden olmuştur. Bu olaylar sırasında, 113 kişinin öldüğü açıklandı (2009 olayında) ve altyapılar ve mülkler hasar

gördü (yollar ve otoyollar, 10.000'den fazla ev ve 17.000 araç). Buna ek olarak 2011 olayında baraj yıkılması meydana gelmiştir. Bu durum, gelecekte Suudi Arabistan'da daha fazla fırtınaya neden olabilecek iklim sistemini değiştirmede net kanıtlar sunmaktadır. Genel olarak, Cidde şehri yağış istasyonlarında kısa süreli veri eksikliğine sahiptir. Buna ek olarak, fırtına desenlerinin belirlenmesine yönelik sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Sonuç olarak, mevcut çalışmanın yaklaşımı, Cidde şehrinde yakın zamanda kurulan bazı dijital yağış istasyonlarına bağlı olarak 2011 ve 2017 arasındaki dönemdeki yağmur fırtınası desenlerinin anlaşılmasına ve belirlenmesine odaklanacaktır. Yağmur fırtınası deseni ve dağıtım yöntemi, en yoğun debi ve hacim hesaplamalarını etkileyen en önemli faktörlerdir. Bulgularımız, Cidde şehrinde yağmur fırtınaları için iki desen türü (50 mm'den yüksek ve 50 mm'den az) olduğunu göstermiştir. Son olarak, SCS-tip II dağılımı ile bir karşılaştırma yapıldığından bahsedilmiştir.

Oğuz, (2019), tarafından Tokat yöresinde yürütülen çalışmada, 1978-1995 yılları arası ölçülmüş yağış, yüzey akış ve toprak kayıpları veri setinden yararlanarak değerlendirildiği çalışmada yağışları zamansal olarak üç gruba ayrılmıştır. Gündüz vakti (06:00-18:00), gece (18:00-06:00) ve karma yağış koşullarında ortalama aşındırıcı yağış süresi sırasıyla 223.1 ve 191.6, 450.2 dk olmuştur. En fazla maksimum yağış miktarı, olay yoğunluğu, yağış erozivitesi, 10 dakikalık maksimum yağış yoğunluğu, maksimum 15 dakikalık yağış yoğunluğu ve maksimum 30 dakikalık yağış yoğunluğu değerleri gündüz aşındırıcı yağışlarında meydana geldi. Ancak azami toprak kaybı ve yüzey akış, gece eroziv yağışlarından kaynaklanmıştır. Bu durum, bölgedeki yağış erozivitesinin yüksek olduğu ilkbaharda gündüz ve gece sıcaklık farklarının toprak aşınırılığı üzerindeki kısa vadeli etkisine bağlanmıştır.

Mu ve ark., (2020), tarafından yapılan bu çalışmada, kentsel su baskını özellikle iklim değişikliği ve insan faaliyetleri nedeniyle sürekli artan stres altında nispeten zayıf altyapıya sahip gelişmekte olan ülkelerde kalıcı bir sorundur. Tipik tropikal yağmur orman şehri olan Vietnam'ın Hue şehrinde geçici olarak değişen taşkın-su derinliğini ve sel alanını 4 adet planlı yağmur deseni ile simüle ediyoruz. Dört yağış tipi R1(beşinci saatte en yoğun olan), R2(yirminci saatte en yoğun olan), R3(ilke saatte en yoğun olan) ve R4 (on üçüncü saatte en yoğun olan). Sonuçlar, toplam sürenin ortasında ki en yoğun

yağış ile geçici yağış deseni olan R4 1.88 m'lik maksimum su derinliğine sahip olduğunu, ilk saatte yoğun olan yağış ile R3 en sığ maksimum su derinliği ve en geniş sel boyutunu verdiğini gösteriyor. R3 için su derinliği 0.1-0.2 m olduğunda, R3'n neden olduğu su altında kalan alan diğer üç modelin 3-4 katıdır. Hue'daki kentsel sel baskınlarının analizi, aşırı yağış bağlamında sel riski yönetimini kolaylaştırmak için bir yönetim aracı sağlayacağı düşünülmektedir.

Farklı yağış desenlerinin toprak kayıplarına olası etkisi genellikle yapay yağış koşullarında yürütülen çalışmalarla belirlenmeye çalışılmıştır. Doğal erozyon parsellerinde yağış desenlerinin toprak ve su kayıplarına olan etkisi küresel ölçekte sınırlı olarak çalışılmıştır. Doğal erozyon parsellerinin sınırlı sayıda oluşu ve yeterince uzun yılları kapsamaması nedeniyle bu konuda yeterince çalışmalar yapılamamıştır. Tokat yöresi yağışlarının hakim deseni ve bu desenin toprak kayıpları ve yüzey akışlar üzerine etkileri daha önceleri çalışılmamıştır. Bu yönüyle çalışmanın yöre yağışlarının karakteristiklerinin daha fazla bilinmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Araştırma Yeri

Araştırmanın yürütüldüğü Tokat ili kuzeyde Samsun ve Amasya, kuzeydoğuda Ordu, doğuda Sivas ve Yozgat illeriyle çevrilidir. Yağış, yüzey akış ve toprak kayıpları verileri, Tokat-Turhal karayolunun 11. km’de yer alan Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazisinde yer alan Akış toprak serisi üzerinde çakılı olarak yürütülmüş araştırma parselinde ölçülmüş tarihsel yağış, toprak kaybı ve yüzey akış verileridir. Çalışma yeri 40° 18’ Kuzey enlemi ve 36° 34’ Doğu boylamında yer almaktadır. Araştırma yerinin denizden yüksekliği 585 m’dir.

3.2. Toprak Özellikleri

Toprak kayıpları ve yüzey akış verilerinin elde edildiği model parsel dalgalı rölyefli, % 9 eğimli, marn ve kalker ana materyalli, 1938 Amerikan sınıflama sistemine göre Koluvyal BTG ve Toprak Taksonomisine göre Ustorthent olarak sınıflandırılmış olan Akış Serisi üzerinde oluşturulmuştur. Seriyeye ait üst toprak özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir (Oğuz ve ark., 2002).

Çizelge3. 1. Akış Serisi toprak analiz sonuçları

Derinlik, cm	Toptan tuz, %	pH	Organik Madde, %	Kireç, %	Kum, %	Kil, %	Silt, %	P ₂ O ₅ , kgda ⁻¹	K ₂ O, kgda ⁻¹
0-20	0.021	8.07	2.4	19.0	25.85	44.56	29.59	1.37	62.82

3.3. Tokat Yöresi Yağış, Yüzey Akış ve Toprak Kaybı Verileri

Tokat yöresinde koluvyal toprak grubunda üniversal denklemin aşınım duyarlılık, yağış erosivitesi, bitki amenajman ve toprak koruma önlemleri faktörlerini deneysel olarak belirlemek amacıyla 1972-1995 yılları arasında çakılı olarak yürütülen çalışma kapsamında düşen yağışlar ve bu yağışlara bağlı olarak oluşan yüzey akış ve toprak kayıpları belirlenmiştir (Oğuz, 1997). Bu araştırma süresince toplam 595 adet erosiv yağış olayı meydana gelmiştir. Bu yağışlardan 133 bireysel yağış olayı model parselde toprak kaybına yol açmıştır. Bu çalışma kapsamında söz konusu sürelerde oluşan

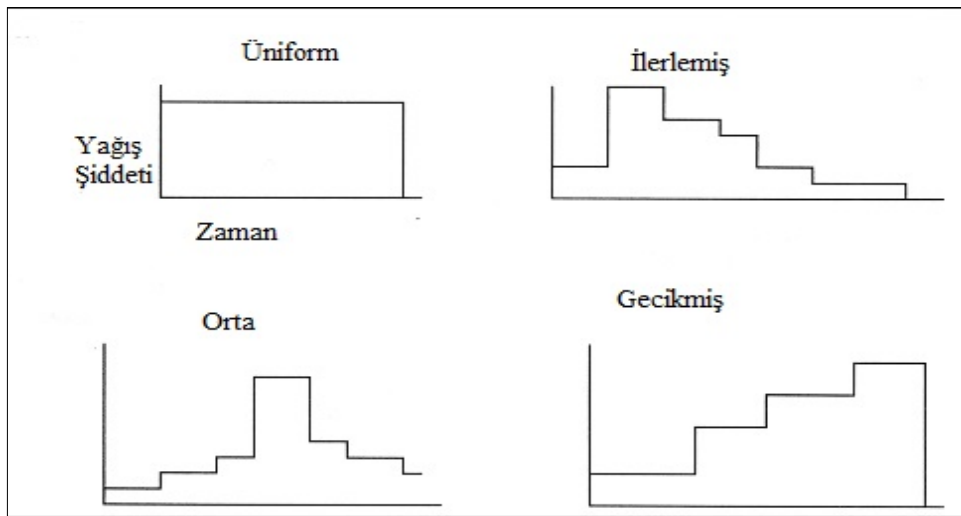
yağışlar, toprak kayıpları ve yüzey akış kayıpları ölçülmüş ve hassas bir şekilde kaydedilmiştir. Bu yağışlardan seçilen 361 adet bireysel yağışa ait şiddet değerleri, bazı yağış özellikleri ile bireysel yağışlara bağlı olarak oluşan yüzey akış ve toprak kayıp verileri materyal olarak kullanılmıştır.

3.4. Yağış Desenlerinin Belirlenmesi

Yağmurun yağış şiddetinin zaman içerisinde takip ettiği seyre o yağışın şiddet deseni denir. Desenler üzerinde bölgenin topografik karakteristikleri ve yağış fırtınalarının orografik, konvektif, soğuk veya ılık cephelerden oluşup oluşmaması, geliş yönü gibi özellikler önem taşır.

Hidrolojide genel kabul görmüş dört adet yağış desenine ait histogramlar Şekil 1’de verilmiştir. Üniorm yağış deseninde, yağış belli bir şiddette başlayıp o şiddette bitmektedir. İlerlemiş desende, şiddetli başlayan yağış ilerleyen zamanda şiddetini giderek kaybeder. Orta desende yağış düşük şiddette başlar ancak ilerleyen zamanda yağışın şiddetsi artar ve sonra tekrar hafifler. Gecikmiş desende ise yağış hafif başlar ve sonra en şiddetli noktaya çıkar ve takip eden sürede aniden durur.

Tokat yöresinde meydana gelmiş bulunan tarihsel 595 yağış olayından seçilmiş 361 adedine ait şiddet değerleri Şekil 1’de verilen genel desenleri belirleyebilmek amacıyla grafiklenmiştir. Böylelikle her bir müstakil yağışa ait yağış deseni belirlenmiştir.



Şekil 1. Çeşitli yağış desenleri

3.5. Yağış Deseni ile Bazı Yağış Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Toplam 361 adet bireysel yağış deseni ayrı ayrı dikkate alınarak her bir yağışın ortalama şiddetsi, toplam yağış süresi, olay zamanı (gece, gündüz veya karışık yağışlar), mevsimsel değişimi, toprak kayıpları ve yüzey akış miktarı dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

İlgili yağış desenlerinde gruplandırılmış yağışların ortalama şiddetsi, toplam yağış süresi, olay zamanı (gece, gündüz veya karışık yağışlar), mevsimi, toprak kayıpları ve yüzey akış miktarı t testi ile karşılaştırılmıştır. Böylelikle yörede en fazla toprak kayıplarına yol açan yağış deseni belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca her bir desenin sahip olduğu istatistiksel olarak önemli farklılıklar değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma yeri yağışlarının şiddet-süre-tekerrür analizine göre değerlendirilmeye alınan yağışların 3 adet 100 yıllık, 2 adet 50 yıllık, 6 adet 10 yıllık, 5 adet 5 yıllık ve 8 adet iki yıllık düşme ihtimali olan yağışlar içerdiği bildirilmiştir (Oğuz,1997).

Çalışma kapsamında değerlendirmeye alınan 361 adet yağış öncelikli olarak yağış süresi-miktarı olacak şekilde Excel programı yardımıyla grafik olarak gösterilmiştir. Her yağışı oluşturan grafiklerin ayrı ayrı incelenmesi suretiyle üniform, ilerlemiş, orta ve gecikmiş desen gösteren yağışlar gruplandırılmıştır. Yağış deseni yukarıda bildirilen gruplamaya uyum göstermeyen yağışlar karışık yağış olarak sınıflandırılarak ayrı bir grup oluşturulmuştur. Böylelikle incelemeye konu olan 361 adet yağış toplam 5 gruba ayrılarak değerlendirilmiştir.

4.1. Yöre Yağışlarının Yağış Desenleri

Değerlendirmeye alınan Tokat yöresinde kaydedilmiş 26.10.1978-30.09.1995 yılları arasında meydana gelene erosiv nitelikteki toplam 361 bireysel yağış olayının 9 adedi üniform, 96 adedi ilerlemiş, 159 adedi orta, 41 adedi gecikmiş ve 56 adedi sınıflamaya uyum göstermeyen karışık yağış deseni olarak nitelendirilen yağışlardan oluşmuştur. Yerel olarak yağış baskın yağış desenleri kendine özgü karakter göstermektedir.

Nitekim Brezilya Lavras bölgesinde yürütülen bir çalışma bulgusuna göre yöre yağışları sırasıyla ilerlemiş ve gecikmiş yağış desenlerinde dağılım gösterdiği bildirilmiştir (Aquino ve ark., 2013). Araştırma yeri yağışları ele alınan araştırma dönemi için sırasıyla orta, ilerlemiş ve gecikmiş desen yağışlarından oluşmuştur.

4.2. Tokat Yöresi Üiform Yağış Desenleri Tanımsal İstatistikleri

Araştırma süresini kapsayan dönemde meydana gelen yağışların yalnızca 9 adeti üiform yağış desenine uygun bulunmuştur. Üiform yağış desenine uygun yağışların bazı tanımlayıcı istatistik değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Üiform yağışların yağış süreleri 20-460 dakika arasında değişim göstermiştir. Ortalama yağış süresi 111.56 dakikadır. Satandart sapması 137.7, varyansı 18955.8 ve değişim katsayısı % 123.42 olmuştur. Bireysel yağış miktarı 3.80-20.90 mm olmuştur. Ortalama yağış miktarı 8.9 mm, standart sapma 5.4, varyans değeri 29.2 ve değişim katsayısı % 60.72 olmuştur. Yağış yoğunluğu (intensite) $1.32-57 \text{ mmh}^{-1}$ arasında değişmiş, ortalama 13.8 mm h^{-1} olmuştur. Standart sapma 19.09, varyans 364.5 ve değişim katsayısı %138.31 olmuştur. Üiform desendeki bireysel yağışların enerjileri $1.26-254.4 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ arasında değişmiş, ortalama enerji değeri $46.47 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Standart sapma değeri 80.96, varyansı 6554 ve değişim katsayısı % 174.21 olmuştur. Bireysel müstakil yağışların 10 dakika, 15 dakika ve 30 dakika maksimum intensite değerleri Çizelge 4.1.'de incelendiğinde IM10 minimum değeri 2.40 mm h^{-1} , maksimum değeri 82.79 mm h^{-1} ; IM15 minimum değeri 2.00 mm h^{-1} , maksimum değeri 61.20 mm h^{-1} ; IM30 minimum değeri 2.00 mm h^{-1} , maksimum değeri ise 41.80 mm h^{-1} olarak gerçekleştiği görülmüştür. Ortalama 10 dakikalık maksimum intensite (IM10) 26.92 mm h^{-1} , ortalama 15 dakikalık maksimum intensite (IM15) 20.96 mm h^{-1} ve ortalama 30 dakikalık maksimum intensite (IM30) 14.38 mm h^{-1} olduğu görülmüştür. Standart sapma değerleri 19.7-80.9 ve varyans değerleri 390.3-6554 ve değişim katsayıları ise %86.60-101.14 arasında değişmiştir. Kısa süreli maksimum intensite süresi arttıkça varyasyonun arttığı görülmüştür.

Bir özellikteki değişkenlik yüzde varyasyon katsayısına göre üç grupta değerlendirilmiştir. Yüzde varyasyon katsayısı 15'den küçük olanlar düşük derecede değişken, 16 ile 35 arası olanlar orta derecede değişken ve 36'dan büyük olanlar yüksek derecede değişken olarak sınıflandırılmıştır (Upchurch ve ark., 1988; Wilding ve ark., 1994; Mulla and Mc Bratney, 2000). Bu sınıflamaya göre üniform yağışların ele alınan yağış özelliklerinin tamamı yüksek değişkenlik göstermiştir.

Üniform yağış deseninde meydana gelen 9 bireysel olaydan yalnızca 1 adeti yüzey akış ve toprak kaybına yol açtığı için yüzey akış ve toprak kayıp değerlerinin tanımlayıcı istatistik değerleri belirlenememiştir.

Çizelge 4. 1. Üniform desende yağışlara ait bazı tanımlayıcı istatistik değerleri

Yağış	n	Min	Max	Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı (%)
Süre (dk)	9	20.00	460.00	111.56	137.67998	18955.778	123.42
Miktar (mm)	9	3.80	20.90	8.90	5.40370	29.200	60.72
İntensite (mm h^{-1})	9	1.32	57.00	13.80	19.09167	364.492	138.31
Enerji ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$)	9	1.26	254.40	46.47	80.96117	6554.712	174.21
IM10 (mm h^{-1})	9	2.40	82.79	26.92	27.22802	741.365	101.14
IM15 (mm h^{-1})	9	2.00	61.20	20.96	19.75662	390.324	94.25
IM30 (mm h^{-1})	9	2.00	41.80	14.38	12.45168	155.044	86.60

4.3. Tokat Yöresi İlerlemiş Yağış Desenleri Tanımsal İstatistikleri

Çalışma yerine ait 96 adet verinin İlerlemiş desene uygun olduğu görülmüştür. İlerlemiş desene ait bazı yağış istatistik verileri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bu veriler dikkate alındığında İlerlemiş yağışların yağış süreleri 18 ile 2172 dakika arasında değişim göstermiştir. Ortalama yağış süreleri 342 dakikadır. Standart sapması 348.2, varyansı 121253 olmuştur ve değişim katsayısı % 98.1 olmuştur. Bireysel yağış miktarı 0.55-44.3 mm, ortalama yağış miktarı 12.22 mm olmuştur. Standart sapma 8.88, varyansı 78.7 ve değişim katsayısı % 137.7 olmuştur. Yağış yoğunluğu (intensite) $0.15\text{-}60.51 \text{ mmh}^{-1}$, ortalama değeri 4.7 mmh^{-1} , standart sapması 8.9, varyansı 79.8 ve değişim katsayısı % 52.65 olmuştur. İlerlemiş desene ait yağış enerjilerine bakıldığında 0.49-

768.36 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ arasında değişim göstermiş, ortalama değeri 38.49 olmuştur. Standart sapması 102.17, varyansı 10438.4 ve değişim katsayısı % 37.68 olmuştur. Bireysel müstakil yağışların 10 dakika, 15 dakika ve 30 dakika maksimum intensite değerleri Çizelge 4.2.'de incelendiğinde IM10 minimum değeri 1.20 mm h⁻¹, maksimum değeri 199.80 mm h⁻¹; IM15 minimum değeri 1.20 mm h⁻¹, maksimum değeri 134.00 mm h⁻¹; IM30 minimum değeri 1.00 mm h⁻¹, maksimum değeri ise 68.00 mm h⁻¹ olarak gerçekleştiği görülmüştür. Ortalama 10 dakikalık maksimum intensite (IM10) 199.80 mm h⁻¹, ortalama 15 dakikalık maksimum intensite (IM15) 134.00 mm h⁻¹ ve ortalama 30 dakikalık maksimum intensite (IM30) 68.00 mm h⁻¹ olmuştur. Standart sapma değerleri 11.17-27.19 ve varyans değerleri 124.83-739.67 ve değişim katsayıları ise %69.34-86.31 arasında değişmiştir. İlerlemiş yağışların ele alınan yağış özelliklerinin tamamı yüksek değişkenlik göstermiştir.

Çizelge 4. 2. İlerlemiş desende yağışlara ait bazı tanımlayıcı istatistik değerleri

Yağış	n	Min	Max	Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı (%)
Süre (dk)	96	18	2172	342	348.214	121253	98.07486
Miktar (mm)	96	0.55	44.3	12.2161	8.87212	78.714	137.6909
İntensite (mm h ⁻¹)	96	0.15	60.51	4.7	8.9283	79.715	52.6416
Enerji (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹)	96	0.49	768.36	38.4896	102.1685	10438.41	37.67265
IM10 (mm h ⁻¹)	96	1.2	199.8	18.8603	27.19677	739.664	69.34757
IM15 (mm h ⁻¹)	96	1.2	134	14.7272	19.02492	361.947	77.41005
IM30 (mm h ⁻¹)	96	1	68	9.6438	11.17286	124.833	86.31452
Yüzey Akış (mm)	29	0.3	15.35	2.6915	3.88898	15.124	69.20838
Toprak Kaybı (ton ha ⁻¹)	24	0	27.51	3.572	6.20962	38.559	57.52365

4.4.Tokat Yöresi Orta Yağış Desenleri Tanımsal İstatistikleri

Yağış verilerinin 159 adedi Orta desene uygun dağılım göstermiştir. Orta desene ait bazı yağış istatistik verileri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bu veriler dikkate alındığında Orta yağışların yağış süreleri 20 ile 1990 dakika arasında değişim göstermiştir. Ortalama yağış süreleri 389 dakikadır, standart sapması 328.14, varyansı 107676 ve değişim katsayısı % 118.676 olmuştur. Bireysel yağış miktarı 2.5-38.57 mm, ortalama yağış

miktarı 11.86 mm olmuştur. Standart sapma 7.20, varyansı 51.96 ve değişim katsayısı % 164.533 olmuştur. Yağış yoğunluğu (intensite) 0.49-59.01 mmh⁻¹, ortalama değeri 3.47 mmh⁻¹, standart sapması 5.81, varyansı 33.75 ve değişim katsayısı % 59.8 olmuştur. Orta desene ait yağış enerjileri 0.51-448.55 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ arasında değişim göstermiş, ortalama değeri 21.05 olmuştur. Standart sapması 48.60, varyansı 2362.55 ve değişim katsayısı % 43.30 olmuştur. Bireysel müstakil yağışların 10 dakika, 15 dakika ve 30 dakika maksimum intensite değerleri Çizelge 4.3.'de incelendiğinde IM10 minimum değeri 0.42 mm h⁻¹, maksimum değeri 99.00 mm h⁻¹; IM15 minimum değeri 1.20 mm h⁻¹, maksimum değeri 71.20 mm h⁻¹; IM30 minimum değeri 1.20 mm h⁻¹, maksimum değeri ise 78.80 mm h⁻¹ olarak gerçekleştiği görülmüştür. Ortalama 10 dakikalık maksimum intensite (IM10) 12.10 mm h⁻¹, ortalama 15 dakikalık maksimum intensite (IM15) 9.91 mm h⁻¹ ve ortalama 30 dakikalık maksimum intensite (IM30) 7.12 mm h⁻¹ olmuştur. Standart sapma değerleri 8.35-14.86, varyans değerleri 69.832-220.96 ve değişim katsayıları ise % 81.34-91.69 arasında değişmiştir. Orta yağışların ele alınan yağış özelliklerinin tamamı yüksek değişkenlik göstermiştir.

Çizelge 4. 3. Orta desende yağışlara ait bazı tanımlayıcı istatistik değerleri

Yağış	n	Min	Max	Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı (%)
Süre (dk)	159	20	1990	389	328.1407	107676.3	118.677
Miktar (mm)	159	2.5	38.7	11.8597	7.2081	51.957	164.533
İntensite (mm h ⁻¹)	159	0.49	59.1	3.4752	5.80982	33.754	59.81597
Enerji (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹)	159	0.51	448.55	21.0502	48.60612	2362.555	43.30772
IM10 (mm h ⁻¹)	159	0.42	99	12.0918	14.86471	220.96	81.34568
IM15 (mm h ⁻¹)	159	1.2	71.2	9.9182	10.8167	117.001	91.6934
IM30 (mm h ⁻¹)	159	1.2	78.8	7.1214	8.35656	69.832	85.21928
YüzeyAkış (mm)	36	0.1	15.92	1.9249	3.92365	15.395	49.05891
Toprak Kaybı (ton ha ⁻¹)	20	0	19.32	1.7912	4.58487	21.021	39.06763

4.5.Tokat Yöresi Gecikmiş Yağış Desenleri Tanımsal İstatistikleri

Değerlendirmeye alınan yağış verilerinin 41 adedinin gecikmiş desen karakterinde olduğu tespit edilmiştir. Gecikmiş desene ait bazı yağış istatistik verileri Çizelge 4.4'de

verilmiştir. Bu veriler dikkate alındığında Gecikmiş desen yağışların yağış süreleri 18 ile 730 dakika arasında değişim göstermiştir. Ortalama yağış süreleri 254 dakikadır. Standart sapması 183.5, varyansı 33677.16 ve değişim katsayısı 138.25 olmuştur. Bireysel yağış miktarı 0.2-15.4 mm, ortalama yağış miktarı 7.54 mm olmuştur. Standart sapma 2.90, varyansı 8.44 ve değişim katsayısı % 259.76 olmuştur. Yağış yoğunluğu (intensite) 0.07-20.67 mmh⁻¹, ortalama değeri 3.46 mmh⁻¹, standart sapması 12.69, varyansı 16.59 ve değişim katsayısı % 85.02 olmuştur. Gecikmiş desene ait yağış enerjilerine bakıldığında 0.53-64.04 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ arasında değişim göstermiş, ortalama değeri 10.51 olmuştur. Standart sapması 12.69, varyansı 161.234 ve değişim katsayısı % 82.84 olmuştur. Bireysel müstakil yağışların 10 dakika, 15 dakika ve 30 dakika maksimum intensite değerleri Çizelge 4.4.'de incelendiğinde IM10 minimum değeri 1.20 mm h⁻¹, maksimum değeri 33.60 mm h⁻¹; IM15 minimum değeri 0.30 mm h⁻¹, maksimum değeri 22.40 mm h⁻¹; IM30 minimum değeri 1.40 mm h⁻¹, maksimum değeri ise 18.60 mm h⁻¹ olarak gerçekleştiği görülmüştür. Ortalama 10 dakikalık maksimum intensite (IM10) 9.52 mm h⁻¹, ortalama 15 dakikalık maksimum intensite (IM15) 7.38 mm h⁻¹ ve ortalama 30 dakikalık maksimum intensite (IM30) 6.01 mm h⁻¹ olmuştur. Standart sapma değerleri 3.77-7.50 ve varyans değerleri 14.25-56.26 ve değişim katsayıları ise % 126.99-159.30 arasında değişmiştir. Gecikmiş yağışların ele alınan yağış özelliklerinin tamamı yüksek değişkenlik göstermiştir.

Çizelge 4. 4. Gecikmiş desende yağışlara ait bazı tanımlayıcı istatistik değerleri

Yağış	n	Min	Max	Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı (%)
Süre (dk)	41	18	730	254	183.5134	33677.16	138.25
Miktar (mm)	41	0.2	15.4	7.5488	2.90604	8.445	259.7624
İntensite (mm h ⁻¹)	41	0.07	20.67	3.4649	4.07386	16.596	85.05201
Enerji (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹)	41	0.53	64.04	10.5191	12.6978	161.234	82.84191
IM10 (mm h ⁻¹)	41	1.2	33.6	9.5256	7.50066	56.26	126.9968
IM15 (mm h ⁻¹)	41	0.3	22.4	7.3824	4.94833	24.486	149.1897
IM30 (mm h ⁻¹)	41	1.4	18.6	6.0146	3.77548	14.254	159.3069
Yüzey Akış (mm)	7	0.03	2.6	0.5486	0.9237	0.853	59.39158
Toprak Kaybı (ton ha ⁻¹)	6	0	0.6	0.1542	0.22629	0.051	68.14265

4.6. Tokat Yöresi Karışık Yağış Desenleri Tanımsal İstatistikleri

Çalışmada kullanılan bir diğer desen ise Karışık desen olmuştur. Verilerin 56 adedinin Karışık desen olduğu belirlenmiştir. Karışık desene ait bazı yağış istatistik verileri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Bu veriler dikkate alındığında Karışık yağışların yağış süreleri 90 ile 1625 dakika arasında değişim göstermiştir. Ortalama yağış süreleri 386 dakikadır. Standart sapması 284.34, varyansı 80853.55 olmuştur ve değişim katsayısı 135.65 olmuştur. Bireysel yağış miktarı 2.17-36.3 mm, ortalama yağış miktarı 10.95 mm olmuştur. Standart sapma 6.01, varyansı 36.17 ve değişim katsayısı % 182.10 olmuştur. Yağış yoğunluğu (intensite) 0.11-8.67 mmh⁻¹, ortalama değeri 2.86 mmh⁻¹, standart sapması 1.62, varyansı 2.62 ve değişim katsayısı % 176.78 olmuştur. Karışık desene ait yağış enerjilerine bakıldığında 0.9-49.12 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ arasında değişim göstermiş, ortalama değeri 9.87 olmuştur. Standart sapması 9.85, varyansı 97.112 ve değişim katsayısı %100.242 olmuştur. Bireysel müstakil yağışların 10 dakika, 15 dakika ve 30 dakika maksimum intensite değerleri Çizelge 4.3.'de incelendiğinde IM10 minimum değeri 1.20 mm h⁻¹, maksimum değeri 19.09 mm h⁻¹; IM15 minimum değeri 1.20 mm h⁻¹, maksimum değeri 14.95 mm h⁻¹; IM30 minimum değeri 1.00 mm h⁻¹, maksimum değeri ise 10.40 mm h⁻¹ olarak gerçekleştiği görülmüştür. Ortalama 10 dakikalık maksimum intensite (IM10) 7.10 mm h⁻¹, ortalama 15 dakikalık maksimum intensite (IM15) 6.19 mm h⁻¹ ve ortalama 30 dakikalık maksimum intensite (IM30) 4.79 mm h⁻¹ olmuştur. Standart sapma değerleri 2.38-4.45 ve varyans değerleri 5.69-19,86 ve değişim katsayıları ise %159.49-200.87 arasında değişmiştir. Karışık yağışların ele alınan yağış özelliklerinin tamamı yüksek değişkenlik göstermiştir.

Çizelge 4. 5. Karışık desende yağışlara ait bazı tanımlayıcı istatistik değerleri

Yağış	N	Min	Max	Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı (%)
Süre (dk)	56	90	1625	385.73	284.3476	80853.55	135.6551
Miktar (mm)	56	2.17	36.3	10.953	6.01481	36.178	182.1005
İntensite (mm h ⁻¹)	56	0.11	8.67	2.866	1.62122	2.628	176.7804
Enerji (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹)	56	0.9	49.12	9.8784	9.85455	97.112	100.242
IM10 (mm h ⁻¹)	56	1.2	19.09	7.1095	4.45742	19.869	159.4981
IM15 (mm h ⁻¹)	56	1.2	14.95	6.1963	3.44726	11.884	179.7457
IM30 (mm h ⁻¹)	56	1	10.4	4.7929	2.38601	5.693	200.8751
Yüzey Akış (mm)	9	0.08	2.53	1.0642	1.01262	1.025	105.0937
Toprak Kaybı (ton ha ⁻¹)	6	0.02	0.47	0.2917	0.17337	0.3	168.2529

Bir özellikteki değişkenlik yüzde varyasyon katsayısına göre üç grupta değerlendirilmiştir. Yüzde varyasyon katsayısı 15'den küçük olanlar düşük derecede değişken, 16 ile 35 arası olanlar orta derecede değişken ve 36'dan büyük olanlar yüksek derecede değişken olarak sınıflandırılmıştır (Upchurch ve ark., 1988; Wilding ve ark., 1994; Mulla and Mc Bratney, 2000). Bu sınıflamaya göre üniform, ilerlemiş, orta, gecikmiş ve karışık yağışların ele alınan yağış özelliklerinin tamamı yüksek değişkenlik göstermiştir.

4.7. Farklı Yağış Desenlerinin Bazı Yağış özellikleri ile Yüzey Akış ve Toprak Kayıplarına Etkisi

Araştırma kapsamında belirlenmiş yağış desenleri ile çeşitli yağış özellikleri (yağış süresi, yağış miktarı, şiddet, toplam yağış enerjisi, 10, 15 ve 30 dakikalık maksimum yağış intensitesi) ve bireysel yağışa bağlı olarak oluşan yüzey akış ve toprak kayıpları istatistikler ilişkiler Mann-Whitney parametrik olmayan testiyle araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Farklı yağış desenlerinin bazı yağış özellikleri ile yüzey akış ve toprak kayıplarına etkisi

	Süre (dk)	Yağış Miktarı (mm)	İntensite (mm h ⁻¹)	Toplam Enerji (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹)	IM10 (mm h ⁻¹)	IM15 (mm h ⁻¹)	IM30 (mm h ⁻¹)	Yüzey Akış (mm)	Toprak Kaybı (ton ha ⁻¹)
Üniform	111.56 ^c	8.90 ^{ac}	13.80 ^a	46.474 ^{ab}	26.92 ^a	20.96 ^a	14.38 ^a	-	-
İlerlemiş	321.51 ^{ad}	12.22 ^a	4.70 ^b	38.490 ^a	18.86 ^{ac}	14.73 ^a	9.64 ^{ac}	2.69 ^a	3.57 ^a
Orta	389.43 ^{bd}	11.86 ^a	3.48 ^{bc}	21.050 ^{ac}	12.09 ^b	9.92 ^b	7.12 ^{bc}	1.92 ^a	1.79 ^a
Gecikmiş	253.71 ^a	7.55 ^{bc}	3.46 ^{bc}	10.519 ^{bc}	9.53 ^{bc}	7.38 ^b	6.01 ^{bc}	0.57 ^a	0.09 ^a
Karışık	385.73 ^b	10.95 ^a	2.29 ^c	9.88 ^{bc}	7.11 ^b	6.20 ^b	4.79 ^b	1.06 ^a	0.29 ^a

Araştırma süresince, yağış süresi azdan çoğa doğru olacak şekilde sırasıyla Üniform, Gecikmiş, İlerlemiş, Karışık ve Orta desende gerçekleşmiştir. İlerlemiş ve Orta desen ile ilerlemiş Gecikmiş desen gösteren yağışların yağış süreleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmayıp aynı grupta yer almışlardır. Üniform desen yağış süresi diğer yağış desenlerinden ayrılarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Orta ve Karışık desen yağış süreleri arasındaki farklılık önemli değildir. Aynı şekilde yağış süresi bakımından ilerlemiş ve orta yağış desenleri aynı grupta yer alarak önemli farklılık göstermemiştir. Yağış süreleri dikkate alındığında Üniform desen yağışları daha kısa yağış süresine sahip yağışlar olmuşlar ve diğer yağış desenlerinden yağış süresi olarak önemli farklılık oluşturmuştur.

Erosiv nitelikte olan Tokat ili yağışlarının sahip oldukları yağış deseni ile yağış miktarları arasındaki istatistiksel ilişki araştırılmıştır (Çizelge 4.6). Gecikmiş desen yağışlarına ait ortalama yağış miktarı 7.55 mm değeri ile en düşük bireysel yağış miktarını oluşturan yağış deseni olmuştur. Sırasıyla artacak şekilde Üniform, Orta ve İlerlemiş desen yağışları bireysel yağış miktarlarını vermiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü yağışları miktarlarına göre Hafif Yağış (1-5 mm), Orta Kuvvette Yağış (6-20 mm), Kuvvetli Yağış (21-50 mm), Çok Kuvvetli Yağış (51-75 mm), Şiddetli Yağış (76-100 mm) ve Aşırı Yağış (100 mm üzeri) olarak sınıflandırmaktadır (www.mgm.gov.tr.,Erişim tarihi: 21 Şubat 2021). Çalışmada incelenen İlerlemiş, Orta, Gecikmiş ve Karışık yağış desenleri, yağış miktarları dikkate alındığında hafif yağış, Karışık, Orta ve İlerlemiş yağış desenleri ise orta kuvvette yağış karakteri taşımaktadır.

Üniform, İlerlemiş, Orta ve Karışık desen yağışların miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. En düşük yağış miktarına sahip gecikmiş desen yağışları, Üniform desen yağış miktarı ile aynı grupta yer almakla birlikte diğer yağış desenlerinden anlamlı farklılık göstermiştir. Yağış intensiteleri sırasıyla, Karışık, Gecikmiş, Orta, İlerlemiş ve Üniform desen olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6.). Karışık desen karakter gösteren yağışların şiddeti 2.29 mm h^{-1} ile en az, Üniform desen yağışların şiddeti ise 13.80 mm h^{-1} intensite ile en fazla olmuştur. Yağış yoğunluğu hafif ($> 6.2 \text{ mm h}^{-1}$), orta ($6.2-12.5 \text{ mm h}^{-1}$), şiddetli ($12.5-50 \text{ mm h}^{-1}$) ve çok şiddetli ($>50 \text{ mm h}^{-1}$) olarak sınıflandırılmaktadır (Sönmez, 1994). Bu sınıflamaya göre Üniform yağış deseni dışındaki diğer yağış desenleri yağışlarının tamamı hafif şiddetli yağışlar olup toprak kayıpları oluşturma riski düşüktür. İstatistiksel olarak Üniform ve Karışık desen yağışlara ait şiddet değerleri arasındaki bu fark önemli olmuştur. İlerlemiş, Orta ve Gecikmiş yağış desenleri arasında şiddet değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli olmayıp bu yağış desenleri aynı grup içerisinde yer almıştır. Ayrıca Orta, Gecikmiş ve Karışık yağış desenlerine ait şiddet değerleri aynı grupta yer almıştır. Orta, Gecikmiş ve Karışık desenlerin şiddet değerleri arasındaki fark önemli olmamıştır. Yağış desenlerinin toplam enerjileri Çizelge 4.6'da karşılaştırılmıştır. Yağış desenleri içinde Üniform yağış desenleri en yüksek toplam enerjiye sahiptir. Üniform yağış deseni yağışların toplam miktarı az olmakla birlikte en yüksek yağış yoğunluğuna sahip olması bu yağış deseni yağışların daha yüksek toplam enerji değeri göstermesine neden olmuştur. Üniform yağış deseni aynı zamanda en yüksek maksimum şiddet değerlerine sahiptir. Bu sonuç, yağışların toplam miktarıyla enerjisi arasında doğrusal bir ilişkinin olmadığını göstermiştir. Ele alınan yağışlardan en yüksek toplam enerji değeri $46.474 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ile Üniform yağış deseni, en düşük toplam enerji değeri ise $9.88 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ile Karışık yağış deseni olduğu görülmüştür. Üniform ve Karışık yağış desenlerine ait toplam enerji miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Üniform, İlerlemiş ve Orta yağış desenleri aynı grupta yer almıştır. Çalışma yöresi yağışlarının toplam enerji değerleri tüm yağış desenlerinde oldukça düşük olmuştur. Yağışların toplam enerjileri arasındaki farklılıklar İlerlemiş ve Gecikmiş ile İlerlemiş Karışık yağış desenleri hariç önemli farklılıklar göstermemiştir. Bu durum yöre yağışlarının aşındırıcı gücünün oldukça düşük olduğunu göstermektedir.

10 dakikalık maksimum yağış intensitesi (IM10), bir yağışın en yoğun olduğu 10 dakikalık süre içerisindeki miktarıdır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler (Çizelge.4.6) incelendiğinde en yüksek 10 dakikalık maksimum intensite değeri 26.92 mm h⁻¹ ile Üniorm desen, en düşük değer ise 7.11 mm h⁻¹ ile Karışık desen yağışlarda meydana gelmiştir. Her iki yağış desen grubu arasındaki fark önemli bulunmuştur. Üniorm ve İlerlemiş desen yağışlar ile, Orta, Gecikmiş ve Karışık yağış desenleri IM10 değerleri bakımından aynı grupta yer almıştır. Orta, Gecikmiş ve Karışık yağış desenlerinin IM10 değerleri arasındaki farklılık ta önemli bulunmamıştır. Üniorm ile orta, üniorm ile gecikmiş, üniorm ile karışık, İlerlemiş ile Orta, İlerlemiş ile Gecikmiş ve İlerlemiş ile Karışık desen yağışların IM10 değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur.

15 dakikalık maksimum yağış intensitesi (IM15), bir yağışın en yoğun olduğu 15 dakikalık süre içerisindeki miktarıdır. Elde edilen veriler (Çizelge 4.6.) incelendiğinde en yüksek değer 20.96 mm h⁻¹ ile Üniorm, en düşük değerin 6.20 mm h⁻¹ ile Karışık desen yağışlar grubunda olduğu görülmüştür. Üniorm ve İlerlemiş desenler ile Orta, Gecikmiş ve Karışık yağış desenleri arasında IM15 değerleri dikkate alındığında önemli bir fark olmamış ve aynı grupta yer almışlardır. Üniorm ve Orta desen Üniorm ve Gecikmiş desen, Üniorm ve Karışık desen, İlerlemiş ve Orta desen İlerlemiş ve Gecikmiş desen, İlerlemiş ve Karışık desen yağışları aralarındaki farklılıkların önemli olduğu görülmüştür.

30 dakikalık maksimum yağış intensitesi (IM30), bir yağışın en yoğun olduğu 30 dakikalık süre içerisindeki miktarıdır. Elde edilen veriler (Çizelge 4.6) incelendiğinde en yüksek değerin 14.38 mm h⁻¹ ile Üniorm desende, en düşük değerin ise 4.79 mm h⁻¹ ile Karışık yağış deseninde olduğu görülmüştür. Üniorm desen ile İlerlemiş desen arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark olmamıştır. Ancak Üniorm ile Orta, Gecikmiş ve Karışık desen arasındaki farklılık önemlidir. Orta, Gecikmiş ve Karışık yağış desenleri arasında da önemli fark olmamıştır. Ayrıca İlerlemiş, Orta ve Gecikmiş desenler arasında da önemli fark görülmemiştir. Üniorm ve Karışık desenler arasındaki fark önemli olmuştur.

sorun oluşturmayaacağı değerlendirilmiştir. Diğer yağış desenleri ilerlemiş yağış deseni için sıralama bakımından uyumlu olmuş, Pekin yağışlarında ortalama enerji bakımından önemli olan gecikmiş yağışlar ise Tokat ili için düşük enerji değeri göstermiştir.

Yağış desenlerinin yüzey akış ve toprak kayıpları ile ilişkileri istatistiksel olarak araştırılmış ve Çizelge 4.6'da verilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre yağış desenleri ile model parselde meydana gelen yüzey akış ve toprak kayıplarıyla ilişki olmadığı belirlenmiştir. Yöresel yağışlara bağlı olarak model parselde meydana gelen yüzey akış miktarı 0.57-2.69 mm arasında değişmiştir. Parselde meydana gelen yüzey akış kayıpları oldukça düşük olmuş ve farklı yağış desenlerinde anlamlı bir fark oluşturamamıştır. Yağışların erosiv potansiyelinin düşüklüğü ve model parselin infiltrasyon özelliğinin düşük potansiyeldeki bu yağışları yeterince tolere etmesi bu sonucu oluşturmuştur. Benzer şekilde model parselde meydana gelen toprak kayıpları miktarı oldukça düşük olmuş ve 0.09 – 3.57 ton ha⁻¹ arasında değişmiştir. Tüm yağış desenlerinin oluşturduğu toprak kayıpları değeri tolere edilebilir toprak kayıpları içerisinde yer almakta olup, model parselin sürdürülebilirlik bakımından toprak kayıpları izin verilebilir sınırlar içerisinde.

Yağış desenleri dikkate alındığında meydana gelen toprak kayıpları 3.57 ton ha⁻¹ ile ilerlemiş yağış deseninde meydana gelmiştir. Birçok farklı yerde yapılan çalışmalarda ilerlemiş yağış deseni yağışlarının daha fazla toprak kayıplarına yol açtığı rapor edilmiştir. Aquino ve ark. (2013), Haplic Cambisol ve Red Latosol topraklarda yapmış oldukları çalışmalarda Brezilya Minas Gerais eyaletinde yaptığı çalışmada ilerlemiş desen yağışlarının daha fazla toprak kaybına yol açtığını bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2016), Pekin'de yaptıkları çalışmada toprak kayıplarının % 55-68' den ilerlemiş desen yağışlarının etkili olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Vieira ve ark., (2017), tarafından yürütülen çalışmada yöre yağışlarının çoğunluğunun ilerlemiş desende olduğu ve toprak kayıpları üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

4.8. Olay Meydana Geliş Zamanlarına Göre Farklı Yağış Desenleri Bazı Yağış Özelliklerinin Karşılaştırılması

Farklı yağış desenlerine sahip yağışlardan 361 adedi meydana geliş zamanları dikkate alınarak ayrıca değerlendirilmiştir. Bu amaçla 24 saatlik süreçte 06:00-18:00 saatleri arasında meydana gelen yağışlar gündüz, 18:00-06:00 saatleri arasında meydana gelen yağışlar gece ve her iki süreyi kapsayacak şekilde gerçekleşen yağışlar ise karışık yağışlar olarak gruplandırılmıştır. Farklı yağış desenlerine ait gece, gündüz ve karışık olay zamanında meydana gelmiş yağışlar Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Üniform yağış desenine sahip yağışların 6 adedi gündüz 3 adedi ise gece meydana gelmiştir. Her iki süreyi içerecek ve karışık olarak nitelendiren yağış olayı meydana gelmemiştir. Bu yağış deseninde gece yağışları ortalama 76.5 dakika ve gündüz yağışları 181.67 dakika süreli olmuştur. Üniform yağış deseninde gündüz yağışları daha uzun süreli yağışlar olmuştur. Gece yağışları ortalama 8.55 mm ve gündüz yağışları 9.6 mm yağış miktarına sahip olmuştur. Ortalama yağış şiddeti gündüz yağışlarında 13.66 ve gece yağışlarında 14.08 mm h⁻¹ olmuştur. Gece yağışlarının yağış yoğunluğu gündüz yağışlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ortalama toplam enerji değeri gece yağışlarında 55.96 ve gündüz yağışlarında 27.5 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ olmuştur. Üniform desen gece yağışları daha fazla erosivite göstermiştir. Ortalama IM10, 15 ve 30 değerleri gece yağışlarında sırasıyla 27.65, 21.71, 15.93 ve gündüz yağışlarında 25.46, 19.44, 11.26 mm h⁻¹ olmuştur.

İlerlemiş yağış desenine sahip 96 adet yağışın 19 adedi gece, 18 adedi gündüz ve 59 adedi ise karışık süreli olarak meydana gelmiştir. İlerlemiş yağış deseninde gece, gündüz ve karışık süreli yağışların ortalama yağış süreleri sırasıyla 151.52 dakika, 176.72 dakika ve 452.96 dakika olarak gerçekleşmiştir. İlerlemiş yağış desenine sahip yağışların en uzun süreli yağışa sahip olanının karışık yağış olduğu görülmüştür. Gece yağışları ortalama miktarı 9.6 mm, gündüz yağışları ortalama miktarı 11.13 mm ve karışık yağışların ortalama miktarı 13.38 mm olmuştur. Yağış miktarı karışık süreli yağışlarda daha fazla olmuştur. Ortalama yağış şiddetleri incelendiğinde gece, gündüz ve karışık yağışların şiddetleri sırasıyla 4.46 mmh⁻¹, 11.69 mmh⁻¹ ve 2.64 mmh⁻¹ olarak gerçekleştiği görülmüştür. Gündüz yağışları daha yüksek yağış şiddetine sahip olmuştur. Gece yağışlarının ortalama toplam enerjisi 42.8 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, gündüz

yağışlarının ortalama toplam enerjisi $70.07 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ve karışık yağışların ortalama toplam enerjisi $27.45 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ olmuştur. Bu değerler ilerlemiş yağış deseninde gündüz yağışlarının daha fazla erosiv özellikte olduğunu göstermiştir. Gece yağışlarında ortalama IM10 değeri 24.25 mmh^{-1} , IM15 değeri 18.64 mmh^{-1} ve IM30 değeri 12.22 mmh^{-1} olmuştur. Gündüz yağışlarında ortalama IM10 değeri 30.63 mmh^{-1} , IM15 değeri 23.10 mmh^{-1} ve IM30 değeri 13.64 mmh^{-1} olmuştur. Karışık yağışlarda ortalama IM10 değeri 13.52 mmh^{-1} , IM15 değeri 10.90 mmh^{-1} ve IM30 değeri 7.59 mmh^{-1} olmuştur. İlerlemiş yağış deseni gece, gündüz ve karışık yağışlarının model parselde oluşturduğu toplam toprak kayıp değerleri sırasıyla 39.27 tonha^{-1} , 34.57 tonha^{-1} ve 11.88 tonha^{-1} olmuştur. İlerlemiş yağış deseninde toplam toprak kayıpları gece meydana gelen ilerlemiş desen yağışlarından kaynaklanmıştır. Toplam yüzey akışı gece yağışlarında 19.83 mm , gündüz yağışlarında 24.1 mm ve karışık yağışlarda 34.12 mm olarak gerçekleşmiştir. İlerlemiş yağış deseninde toplam yüzey akışının karışık yağışlarda daha fazla olduğu görülmüştür.

Orta yağış desenine sahip 157 adet yağışın 27 adedi gece, 33 adedi gündüz ve 97 adedi karışık süreli olarak meydana gelmiştir. Orta yağış deseninde gece, gündüz ve karışık yağışların ortalama yağış süreleri sırasıyla 237.55 dk. , 253.51 dk. ve 480.74 dk. olmuştur. Yağış süresi karışık yağışlarda daha fazla olmuştur. Gece yağışlarının ortalama miktarı 9.21 mm , gündüz yağışlarının 10.66 mm ve karışık yağışların 13.02 mm olmuştur. Yağış miktarı karışık yağışlarda daha fazla olmuştur. Ortalama yağış şiddetleri gece, gündüz ve karışık yağışlarda sırasıyla 3.08 mmh^{-1} , 5.74 mmh^{-1} ve 2.76 mmh^{-1} olmuştur. Gündüz yağışlarının yoğunluğunun diğer yağışlara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ortalama toplam enerji değerleri gece, gündüz ve karışık yağışlarda sırasıyla $13.57 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, $31.94 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ve $19.19 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ olmuştur. Orta desen gündüz yağışları diğer yağışlara göre daha fazla erosivite göstermiştir. Gece yağışları ortalama IM10 değeri 10.70 mmh^{-1} , IM15 değeri 9.53 mmh^{-1} ve IM30 değeri 6.71 mmh^{-1} olmuştur. Gündüz yağışları ortalama IM10 değeri 15.54 mmh^{-1} , IM15 değeri 12.17 mmh^{-1} ve IM30 değeri 9.26 mmh^{-1} olmuştur. Karışık yağışlarda ortalama IM10 değeri 11.23 mmh^{-1} , IM15 değeri 9.21 mmh^{-1} ve IM30 değeri 6.46 mmh^{-1} olmuştur. Orta yağış deseni gece, gündüz ve karışık yağışlarının toplam toprak kayıp değerleri sırasıyla 0.44 tonha^{-1} , 19.85 tonha^{-1} ve 15.51 tonha^{-1} olmuştur.

Orta yağış deseninde gündüz yağışlarının daha fazla toprak kaybı potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. Toplam yüzey akışı gece yağışlarında 0.86 mm, gündüz yağışlarında 25.21 mm ve karışık yağışlarda 43.08 mm olarak gerçekleşmiştir. Orta yağış deseninde toplam yüzey akışının karışık yağışlarda daha fazla olduğu görülmüştür.

Gecikmiş yağış desenine sahip 41 adet yağışın 12 adedi gece, 7 adedi gündüz ve 22 adedi karışık süreli olarak gerçekleşmiştir. Bu yağış deseninde gece yağışları ortalama süresi 183.58 dakika, gündüz yağışları 133.71 dakika ve karışık yağışlar 330.13 dakika olmuştur. Gecikmiş yağış deseninde karışık yağışlar daha uzun süreli yağışlar olmuştur. Gece yağışları ortalama miktarı 6.2 mm, gündüz yağışları ortalama miktarı 7.3 mm ve karışık yağışların ortalama miktarı 8.35 mm yağış miktarına sahip olmuştur. Gecikmiş yağış deseninde yağış miktarı en fazla karışık yağışlarda görülmüştür. Ortalama yağış şiddetleri gece, gündüz ve karışık yağışlarda sırasıyla 4.26 mmh^{-1} , 4.18 mmh^{-1} ve 2.80 mmh^{-1} olmuştur. Bu yağış deseninde gece yağışlarının daha fazla yağış yoğunluğuna sahip olduğu görülmüştür. Ortalama toplam enerji değerleri gece, gündüz ve karışık yağışlarda sırasıyla $10.56 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, $12.31 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ve $9.92 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ olmuştur. Gecikmiş desen gündüz yağışları daha fazla erosivite göstermiştir. Gece yağışlarında ortalama IM10 değeri 8.07 mmh^{-1} , IM15 değeri 6.91 mmh^{-1} ve IM30 değeri 5.35 mmh^{-1} olmuştur. Gündüz yağışlarının ortalama IM10 değeri 14.88 mmh^{-1} , IM15 değeri 11.85 mmh^{-1} ve IM30 değeri 8.15 mmh^{-1} olmuştur. Karışık yağışlarda ortalama IM10 değeri 8.61 mmh^{-1} , IM15 değeri 6.21 mmh^{-1} ve IM30 değeri 5.69 mmh^{-1} olmuştur. Gecikmiş yağış deseni gece yağışlarının toprak kaybı ve yüzey akış üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Gündüz yağışlarının toplam toprak kaybı değeri 0.06 tonha^{-1} , toplam yüzey akışı değeri ise 0.13 mm olmuştur. Karışık yağışların toplam toprak kaybı değeri 0.86 tonha^{-1} , toplam yüzey akış değeri 3.75 mm olmuştur. Gecikmiş yağış deseninde karışık yağışlar daha fazla toprak kaybı ve yüzey akış potansiyeli göstermektedir.

Karışık yağış desenine sahip 56 adet yağışın 5 adedi gece, 10 adedi gündüz ve 41 adedi karışık süreli yağış olarak gerçekleşmiştir. Gece yağışlarının ortalama yağış süresi 230 dk., gündüz yağışlarının 270 dk. ve karışık süreli yağışların 432.9 dk. olmuştur. En fazla yağış miktarı karışık yağışlarda görülmüştür. Gece yağışlarının ortalama yağış miktarı

8.9 mm, gündüz yağışlarının 8.88 mm ve karışık yağışların 11.7 mm olmuştur. Ortalama yağış şiddeti gece, gündüz ve karışık yağışlarda sırasıyla 2.35 mmh^{-1} , 2.72 mmh^{-1} ve 2.17 mmh^{-1} olmuştur. Yağış şiddetleri gece, gündüz ve karışık süreli yağışlar arasında önemli derecede farklılık göstermemiştir. Ortalama toplam enerji değerleri gece, gündüz ve karışık yağışlarda sırasıyla $8.67 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, $8.68 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ve $10.31 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ olmuştur. Karışık desen karışık süreli yağışları daha fazla erosivite göstermiştir. Gece yağışlarında ortalama IM10 değeri 8.26 mmh^{-1} , IM15 değeri 6.78 mmh^{-1} ve IM30 değeri 4.92 mmh^{-1} olmuştur. Gündüz yağışlarının ortalama IM10 değeri 6.82 mmh^{-1} , IM15 değeri 6.25 mmh^{-1} ve IM30 değeri 4.94 mmh^{-1} olmuştur. Karışık süreli yağışlarda ortalama IM10 değeri 7.03 mmh^{-1} , IM15 değeri 6.11 mmh^{-1} ve IM30 değeri 4.74 mmh^{-1} olmuştur. Karışık desen gündüz yağışlarının toplam toprak kaybı 0.93 tonha^{-1} , toplam yüzey akış değeri 2.17 mm olmuştur. Karışık süreli yağışların toplam toprak kaybı 0.82 tonha^{-1} ve toplam yüzey akış değeri 6.86 mm olmuştur. Karışık yağış deseninde karışık süreli yağışlar, gündüz yağışlara göre daha fazla toprak kaybı ve yüzey akış potansiyeli göstermektedir.

Çizelge 4. 7. Farklı yağış desenlerinin bazı yağış özellikleri ile yüzey akış ve toprak kayıplarına etkisi

Yağış Deseni	Olay Zamanı	Yağış Sayısı	Ort Yağış Süresi (dk)	Ort Yağış Miktarı (mm)	Ort Yağış İntensite si (mm/h)	Toplam Enerji Ortalaması (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹)	Ort IM10 (mm/h)	Ort IM15 (mm/h)	Ort IM30 (mm/h)	Toplam Toprak Kaybı (tonha ⁻¹)	Toplam Yüzey Akış (mm)
Üniform	Gece	6	76.5	8.55	13.66	55.96	27.65	21.71	15.93	-	-
	Gündüz	3	181.67	9.6	14.08	27.5	25.46	19.44	11.26	-	-
	Karışık	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
İlerlemiş	Gece	19	151.52	9.6	4.46	42.8	24.25	18.64	12.22	39.27	19.83
	Gündüz	18	176.72	11.13	11.69	70.07	30.63	23.1	13.64	34.57	24.1
	Karışık	59	452.96	13.38	2.64	27.45	13.52	10.9	7.59	11.88	34.12
Orta	Gece	27	237.55	9.21	3.08	13.57	10.7	9.53	6.71	0.44	0.86
	Gündüz	33	253.51	10.66	5.74	31.94	15.54	12.17	9.26	19.85	25.21
	Karışık	97	480.74	13.02	2.76	19.19	11.23	9.21	6.46	15.51	43.08
Gecikmiş	Gece	12	183.58	6.2	4.26	10.56	8.07	6.91	5.35	-	-
	Gündüz	7	133.71	7.3	4.18	12.31	14.88	11.85	8.15	0.06	0.13
	Karışık	22	330.13	8.35	2.8	9.92	8.61	6.21	5.69	0.86	3.75
Karışık	Gece	5	230	8.9	2.35	8.67	8.26	6.78	4.92	-	-
	Gündüz	10	270	8.88	2.72	8.68	6.82	6.25	4.94	0.93	2.17
	Karışık	41	432.9	11.7	2.17	10.31	7.03	6.11	4.74	0.82	6.86

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Tokat yöresinde 1978-1995 yılları arasında gerçekleşmiş olan 361 adet erosiv nitelikte bireysel yağış değerlendirilmiştir. Bu yağışlara bağlı olarak meydana gelen toprak ve yüzey akış kayıpları 22.1 m^2 alan kaplayan bir model parsel kayıtlarından elde edilmiştir. Değerlendirmeye alınan bireysel yağışlar üniform, ilerlemiş, orta ve gecikmiş yağış deseni ile bu gruplandırmaya uymayan karışık yağış olacak şekilde sınıflandırılmıştır. Böylelikle bireysel erosiv yağışlar toplam 5 adet tanımlanmış yağış deseni olarak gruplandırılmıştır.

Erosiv nitelikteki 361 bireysel yağış olayının 9 adedi üniform, 96 adedi ilerlemiş, 159 adedi orta, 41 adedi gecikmiş ve 56 adedi sınıflamaya uyum göstermeyen karışık yağış deseni olarak gruplandırılmıştır. Çalışma bulgularına göre Tokat yöresi yağışları baskın olarak orta yağış desenine sahip olduğu belirlenmiştir.

Gruplandırılmış yağış desenlerine ait bireysel yağışların süresi, yağış miktarı, yağış şiddeti, toplam yağış enerjisi, 10, 15 ve 30 dakikalık maksimum yağış intensitesi, yüzey akış ve toprak kayıpları karşılaştırılmıştır.

Yağış süresi Orta desen yağışlarda en yüksek, Üniform desen yağışları ise en kısa yağış süresine sahip yağışlar olmuştur.

Gecikmiş desen yağışlarına ait ortalama yağış miktarı 7.55 mm değeri ile en düşük olmuş, sırasıyla artacak şekilde Üniform, Orta ve İlerlemiş desen yağışları bireysel yağış miktarlarını vermiştir.

Yağış intensiteleri sırasıyla, Karışık, Gecikmiş, Orta, İlerlemiş ve Üniform desen olarak artış göstermiştir. Karışık desen karakter gösteren yağışların şiddeti 2.29 mm h^{-1} ile en az, Üniform desen yağışların şiddeti ise 13.80 mm h^{-1} şiddet ile en fazla olmuştur. Tokat yöresi yağışları Üniform yağış deseni hariç diğer yağış desenleri hafif şiddetli yağışlar olup erozyon oluşturma riski azdır.

Üniform yağış deseni dağılımı gösteren yağışlar en yüksek toplam enerjiye sahip olmuştur. Bu yağış deseni aynı zamanda en yüksek maksimum şiddet değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Araştırma bulgularına göre yöre yağışlarının 10, 15 ve 30 dakikalık maksimum intensite değerleri üniform yağış deseninde en fazla, karışık yağış deseninde ise en az olmuştur. Yöre yağışlarının üniform yağış deseni çok fazla yaygınlık göstermemesi, toprak kayıplarında etkili olan yoğun intensitelere bağlı olarak oluşacak toprak kayıplarının daha az olmasının bir nedenidir.

Farklı yağış desenleri ile model parselde belirlenmiş yüzey akış ve toprak kayıpları arasında istatistiksel ilişki bulunamamıştır. Bu durum, oluşan yüzey akış ve toprak kayıplarının düşük miktarlarda oluşu ve hemen hepsinin izin verilebilir toprak kayıpları sınırları dahilinde olmasından kaynaklanmaktadır. Toprak kayıpları ve yüzey akış değerlerinin farklı yağış desenleri için benzer olarak yeterince varyasyon göstermemesi ve ölçülen miktarların sürdürülebilir tarımı zora sokacak düzeyde olmaması, yöre koşullarında toprak su koruma çalışmalarında kültürel önlemlerle erozyon riskinin kontrol altına alınabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte en fazla toprak kayıpları 3.57 ton ha^{-1} ile ilerlemiş yağış deseni yağışlarında meydana gelmiştir.

Farklı yağış desenlerine sahip yağışların olay meydana gelme saati dikkate alınarak Gece, Gündüz ve Karışık zamanlı yağışlar olarak gruplandırılmıştır. Karışık yağış deseninde karışık süreli yağışlar, gündüz yağışlara göre daha fazla toprak kaybı ve yüzey akış potansiyeli göstermiştir.

Tokat yöresinde yürütülen bu çalışma sonuçlarına göre yöre yağışları düşük erosivite değerine sahiptir. Aynı şekilde yağış desenlerinin erozyon çalışmalarında dikkate alınması gerektiği görüldü. Sadece yağışların kinetik enerjileri değil birçok yağış özellikleri yanısıra yağış desenlerinin de dikkate alınması gerekliliği görüldü.

6. KAYNAKLAR

- Abdullah. M. M. A., Youssef. A. M., Nashar. F., Fadail. E. A. A. (2019). Statistical Analysis of Rainfall Patterns in Jeddah City. KSA: Future Impacts. Rainfall-Extremes. Distribution and Properties. In Abott. C. (Ed.). Extremes. Distribution and Properties (pp. 1-17). IntechOpen.
- Alivinia. M., Saleh. F. N., Asadi. H. (2019). Effect of Rainfall Patterns On Runoff and Rainfall-Induced Erosion. *International Journal of Sediment Research*. 34(3). 270-278.
- An. J., Zheng. F. L., Han. Y. (2014). Effects of Rainstorm Patterns on Runoff and Sediment Yield Processes. *Soil Science*. 179(6). 293-303.
- Arnaez J, Lasanta T, Ruiz-Flano P, Ortigosa L, 2007. Factors affecting runoff and erosion under simulated rainfall in Mediterranean vineyards. *Soil Till. Res*. 93: 324–334.
- Asadi. H., Moussavi. A., Ghadiri. H., & Rose. C. W. (2011). Flow-driven soil erosion processes and the size selectivity of sediment. *Journal of Hydrology*. 406. 73–81.
- Assouline. S., & Ben-Hur. M. (2006). Effects of rainfall intensity and slope gradient on the Dynamics of interrill erosion during soil surface sealing. *Catena*. 66. 211–220.
- Aquino. R. F., Silva. M.L.N., Freitas. D.A.F.; Curi. N., Avanzi. J.C. (2013). Soil losses from Typic Cambisols and Red Latosol within three different erosive rainfall patterns. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa. MG. v. 37. n. 5. p. 213-220.
- Bagarello. V., Ferro. V., Giordano. G., Mannocchi. F., Todisco. F., & Vergni. L. (2013). Predicting event soil loss from bare plots at two Italian sites. *Catena*. 109. 96–102.
- Balacco. G.(2013).The interrill erosion for a sandy loam soil. *International Journal of Sediment Research*. 28(3). 329–337.
- Burian. S. J., Shepherd. J. M. (2005). Effect of urbanization on the diurnal rainfall pattern in Houston. *Hydrological Processes*. 19(5). 1089-1103.
- Cannarozzo. M., Noto. L. V., Viola. F. (2006). Spatial distribution of rainfall trends in Sicily (1921-200). *Physics and Chemistry of the Earth. Parts A/B/C*. 31(18). 1201-1211.
- Defersha. M. B., & Mellese. A. M. (2012). Effect of rainfall intensity. slope and antecedent moisture content on sediment concentration and sediment enrichment ratio. *Catena*. 90. 47–52.
- Dunkerley. D. (2008). Rain event properties in nature and in rainfall simulation experiments: A comparative review with recommendations for increasingly systematic study and reporting. *Hydrological Processes*. 22. 4415–4435.
- Fernández-Raga. M., Palencia. C., Keesstra. S., Jordán. A., Fraile. R., Angulo-Martínez. M., & Cerdà. A. (2017). Splash erosion: A review with unanswered questions. *Earth-Science Reviews*. 171. 463–477.
- Foster. G. R., McCool. D. K., Renard. K. G., & Moldenhauer. W. C. (1981). Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. *Journal of Soil and Water Conservation*. 36. 355–359.
- Fu. S. H., Liu. B. Y., Liu. H. P., & Xu. L. (2011). The effect of slope on interrill erosion at short slopes. *Catena*. 84. 29–34.
- Guhathakurta. P., Rajeevan. M. (2008). Trends in the rainfall pattern over India. *International Journal of Climatology*. 28(11). 1453-1469.

- Khalili Moghadam. B., Jabarifar. M., Bagheri. M., & Shahbazi. E. (2015). Effects of land use change on soil splash erosion in the semi-arid region of Iran. *Geoderma* (pp. 241–242). 241–242.
- Kim. J., Jeong. S., Regueiro. R. A. (2012). Instability of partially saturated soil slopes due to alteration of rainfall pattern. *Engineering Geology*. 147-148: 28-36.
- Kinnell. P. I. A. (2005). Raindrop impact induced erosion processes and prediction: A review. *Hydrological Processes*. 19. 2815–2844.
- Liu. Q. Q., Xiang. H., & Singh. V .P. (2006). A simulation model for unified interrill erosion and rill erosion on hillslopes. *Hydrological Processes*. 20. 469–486.
- Lu J. F., and A. X. Liu. 2002. Relationship between Grain size of Suspended Sediment and Rainfall Characteristics in the Middle Reaches of the Yellow River Basin. *Sci. Geogr. Sinica*. 22(5): 552–556 (in Chinese with English abstract).
- Martínez-Hernández. C., Rodrigo-Comino. J., & Romero-Díaz. A. (2017). Impact of lithology and soil properties on abandoned dryland terraces during the early stages of erosion by water in Southeast Spain. *Hydrological Processes*. 31. 3095-3109.
- Meteorolojik Hadiselerin Şiddetlerine Ait Sınıflandırma [İnternet]. 2021[Erişim tarihi 21 Şubat 2021]. Erişim adresi: <https://www.mgm.gov.tr/site/yaridim1.aspx?Ha dSid>
- Meyer. L. D. (1981). How rain intensity affects interrill erosion. *Transactions of the ASAE*. 24. 1472–1475.
- Mu. D., Luo. P., Lyu. J., Zhou. M., Huo. A., Duan. W., Nover. D., He. B., Zhao. X. (2020). Impact of temporal rainfall patterns on flash floods in Hue City. Vietnam. *Journal of Flood Risk Management*. 12668:1-15.
- Mulla, D. J. Ve Mc Bratney, A. B., 2000. Soil spatial variability, In: *Handbook of soil science*, Malcolm E. Sumner (Ed. In Chief) Crs Pres. Pp. 321-351.
- Nearing. M. A., Xie. Y., Liu. B., & Ye. Y. (2017). Natural and anthropogenic rates of soil erosion. *International Soil and Water Conservation Research*. 5. 77–84.
- Odjugo. P. A. O., (2005). An analysis of rainfall patterns in Nigeria. *Global Journal of Environmental Sciences*. 4(2). 139-145.
- Oğuz, İ. (1997). Tokat yöresinde kolvuyal toprak grubunda üniversal denklemin K. R. C ve P faktörleri. *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Tokat Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Tokat*.
- Oğuz, İ., Cebel, H., Özden, Ş., Ayday, E., Demiryürek, M. (2002). Türkiye üniversal denklem toprak kaybı eşitliği rehberi. KHGM, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Ankara, 325 s.
- Oğuz. I. (2019). Rainfall erosivity in North Central Anatolia in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*. 17(2):2719-2731.
- Ologunorisa. T. E., (2006). The changing rainfall pattern and its implication for flood frequency in Makurdi. Northern Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 10(3). 97-102.
- Panagos. P., Borrelli. P., Meusburger. K., Yu. B., Klik. A., Lim. K. J., Ballabio. C. (2017). Global rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records. *Scientific Reports* (p. 4175). 4175.
- Rodrigo-Comino. J., García-Díaz. A., Brevik. E. C., Keestra. S. D., Pereira. P., Novara. A., Cerdà. A. (2017). Role of rock fragment cover on runoff generation and sediment yield in tilled vineyards. *European Journal of Soil Science*. 68. 864–872.

- Saedi. T., Shorafa. M., Gorji. M., & Khalili Moghadam. B. (2016). Indirect and direct effects of soil properties on soil splash erosion rate in calcareous soils of the central Zagross. Iran: A laboratory study. *Geoderma*. 271. 1–9.
- Sajjadi. S. A., & Mahmoodabadi. M. (2015). Sediment concentration and hydraulic characteristics of rain-induced overland flows in arid land soils. *Journal of Soils and Sediments*. 15. 710–721.
- Sönmez, K. (1994). *Toprak Koruma*, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:169, Erzurum.
- Toit. J. C. O., O'Connor. T. G. (2014). Changes in rainfall pattern in the eastern Karoo. South Africa. over the past 123 years. *Water SA*. 40(3). 453-460.
- Truman. C. C., & Bradford. J. M. (1993). Relationships between rainfall intensity and the interrill soil loss–slope steepness ratio as affected by antecedent water content. *Soil Science*. 156. 405–413.
- Upchurch, D. R., Wilding, L. P., Hatfield, J. L., 1988. Method to evaluate spatial variability. In: Hossner, L. R. (Ed) *Reclamation of surface-mined lands*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Valmis. S., Dimoyiannis. D., & Danalatos. N. G. (2005). Assessing interrill erosion rate from soil aggregate instability index. rainfall intensity and slope angle on cultivated soils in central Greece. *Soil and Tillage Research*. 80. 139–147.
- Vieira G. D., Naves Silva, M. L., Alves, B. D. F., Martins, S. G., de Oliveira, M. N., Previdente, M.R., Curi, N. (2017). Water erosion associated with rainfall patterns in the extreme South of Bahia in eucalyptus post-planting Semina, *Ciencias Agrarias*, vol. 38:, pp. 2463-2478, Universidade Estadual de Londrina, Brasil.
- Wang. W., Yin. S., Xie. Y., Liu. B., Liu. Y. (2016). Effects of four storm patterns on soil loss from five soils under natural rainfall. *Catena*. Amsterdam. v. 141. p. 56-65.
- Wei W., L. D. Chen. B. J. Fu. Z. L. Huang. D. P. Wu. and L. D. Gui. 2007. The effect of land uses and rainfall regimes on runoff and soil erosion in the semi-arid loess hilly area. China. *J. Hydrol*. 335(3–4). 47–258.
- Wilding, L.P., Bouma, J., and Goss, D.V., 1994. Impact of soil spatial variability on interpretative modelling. 65-75, In: *Quantitative modelling of soil forming processes* R.B. Bryant and Arnold R.W. (Eds) Ssa special publication number 39, Sssa, Inc. Madison Wisconsin, USA.