

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TÜRKİYE'DE UZUN DÖNEM YAĞIŞ VERİLERİ KULLANILARAK
ULUSAL ÖLÇEKTE RUSLE-R FAKTÖRÜNÜN BELİRLENMESİ**

Pınar KAYA

TOPRAK ANABİLİM DALI

**ANKARA
2008**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Pınar KAYA tarafından hazırlanan “**Türkiye’de Uzun Dönem Yağış Verileri Kullanılarak Ulusal Ölçekte RUSLE-R Faktörünün Belirlenmesi**” adlı tez çalışması 20/05/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Günay ERPUL
Ankara Üniversitesi, Toprak A.B.D.

Jüri Üyeleri :

Başkan : Doç. Dr. Günay ERPUL
Ankara Üniversitesi, Toprak A.B.D.

Üye : Doç. Dr. Halit APAYDIN
Ankara Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama A.B.D.

Üye : Yrd. Doç. Dr. İlhami BAYRAMİN
Ankara Üniversitesi, Toprak A.B.D.

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Orhan ATAKOL

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE’DE UZUN DÖNEM YAĞIŞ VERİLERİ KULLANILARAK ULUSAL ÖLÇEKTE RUSLE-R FAKTÖRÜNÜN BELİRLENMESİ

Pınar KAYA

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Günay ERPUL

Rüzgar erozyonu belirli alanlarda etkin olurken, Türkiye genelinde su erozyonu yaygın olarak görülen bir erozyon şeklidir. Bu yüzden, ülkesel, bölgesel veya havza düzeyinde, su erozyonu veri tabanlarının - ki bunlar iklim, toprak, topografya ve arazi kullanımının ölçülebilir ve hesaplanabilir değişkenleridir - detaylı bir şekilde oluşturulmasına gereksinim vardır. Bu veri tabanlarının başında iklim gelmektedir ve yağışların fiziksel özellikleri, konumsal ve zamansal değişimleri, vuruş enerjileri ve şiddetleri iklimsel erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi açısından önemli olan iklim değişkenleridir. Neticede, yağışların erozyon oluşturma yeteneklerinin belirlenebilmesi ve bunun toprak erozyonu ve koruma önlemleri üzerine olan etkisinin değerlendirilebilmesi için, yağış enerji ve şiddetlerinin analiz edilmesi ve anlaşılmasına büyük gereksinim vardır. Su erozyonu ile toprak kayıplarını belirlemek amacıyla geliştirilen RUSLE (Yenilenmiş Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği - YETKE) metodolojisi, yağış ve yüzey akışların erozyon oluşturma gücünü (YETKE– R değişkeni), yağışların hem enerjileri hem de şiddetlerini hesaplamak suretiyle değerlendirmektedir. Bu çalışmada, Türkiye geneline yayılmış ve düzenli yağış ölçümlerinin yapıldığı 252 adet meteoroloji istasyonunun günlük yağış verileri kullanılarak, 1993 – 2004 yılları arasında oluşan her bir yağışın enerjisi ve şiddeti hesaplanmıştır. Ülke ölçeğinde yağış enerji ve şiddetlerinden YETKE – R değişkeni belirlenmiştir.

Mayıs 2008, 111 sayfa

Anahtar Kelimeler: YETKE - R Değişkeni, Yağış Şiddeti, Yağış Enerjisi, İklimsel Erozyon Tehlikesi

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF RAINFALL ENERGY AND INTENSITY FOR WATER EROSION STUDIES USING LONG-TERM METEOROLOGICAL DATA AT NATIONAL SCALE IN TURKEY

Pınar KAYA

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Günay ERPUL

In the most part of Turkey, water erosion is very common although wind erosion is effective in a smaller part of the country. Therefore, there are needs to comprehensively examine and build up databases for the water erosion prediction models at the national, regional, or watershed scales. In fact, these databases are measurable and estimable parameters of climate, soil, topography, and land use. Of the databases, the climate database is of greatest importance and physical properties of rainfalls, their spatial and temporal variations, and raindrop impact energies and intensities are the parameters that significantly affect the climatological erosion risk assessment. Conclusively, analyzing and understanding of rainfall energy and intensity are required to determine rainfall erosivity and to evaluate its effects on soil erosion and soil and water conservation practices. The RUSLE methodology (Revised Universal Soil Loss Equation) developed to predict the soil losses by water erosion assesses the rainfall and runoff erosivity (RUSLE – R factor) calculating both rainfall energy and rainfall intensity. In this proposed research, the energy and intensity of each rainfall observed in the years between 1993 and 2004 were computed using daily rainfall data regularly recorded in the 252 meteorological stations that spread all over Turkey. RUSLE – R factor of each meteorological station of Turkey was estimated by data of rainfall energy and intensity.

May 2008, 111 pages

Key Words: RUSLE-R Factor, Rainfall Intensity, Rainfall Energy, Climatological Erosion Risk

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarımın her aőamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek akademik ortamda olduğu kadar beőeri iliőkilerde de, engin fikirleriyle yetiőme ve geliőmeme katkıda bulunan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Günüay ERPUL'a, manevi desteklerini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Halit APAYDIN ve tez çalıőmamda gerek haritaların hazırlanması ve gerekse genel istatistiklerinin çıkarılmasında yardımlarını eksik etmeyen değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. İlhami BAYRAMİN'e, çalıőmalarım sırasında önemli katkılarda bulunan bir hoca ve bir arkadaş olarak destek olan Sayın Araő. Gör. Selen DEVİREN'e ve çalıőmalarım süresince birçok fedakârlıklar göstererek beni destekleyen başta canım annem, Fatma KAYA ve canım babam, Turan KAYA olmak üzere, aileme ve niőanlım Zir. Müh. Nail TOPÇU'ya en derin duygularla teşekkür ederim.

Pınar KAYA

Ankara, Mayıs 2008

İÇİNDEKİLER

| | |
|------------------------------------|-----|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | v |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | vii |
| 1.GİRİŞ..... | 1 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ..... | 6 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM..... | 17 |
| 3.1 Yağış Verileri..... | 17 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA..... | 29 |
| 4.1 Akdeniz Bölgesi..... | 29 |
| 4.2 Doğu Anadolu Bölgesi..... | 41 |
| 4.3 Ege Bölgesi..... | 54 |
| 4.4 Güneydoğu Anadolu Bölgesi..... | 64 |
| 4.5 İç Anadolu Bölgesi..... | 73 |
| 4.6 Karadeniz Bölgesi..... | 84 |
| 4.7 Marmara Bölgesi..... | 91 |
| 5. SONUÇ..... | 100 |
| KAYNAKLAR..... | 105 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 111 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Şekil 3.1 Samsun iline ait bir yağışın zaman-derinlik eğrisi..... | 24 |
| Şekil 3.2 Samsun iline ait % eklenik yıllık ETKE ve YETKE erozyon indisi grafiği..... | 28 |
| Şekil 4.1 Akdeniz Bölgesi'nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları..... | 34 |
| Şekil 4.2 Burdur'a ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 40 |
| Şekil 4.3 Isparta'ya ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 40 |
| Şekil 4.4 Doğu Anadolu Bölgesi'nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları..... | 47 |
| Şekil 4.5 Elazığ iklim istasyonuna ait ETKE ve YETKE “toplam ExI ₃₀ ” indislerinin aylık değerler olarak yıl içerisindeki dağılımlarının karşılaştırılması..... | 49 |
| Şekil 4.6 Elazığ iklim istasyonuna ait ETKE ve YETKE “ortalama aylık ExI ₃₀ ” indislerinin aylık değerler olarak yıl içerisindeki dağılımlarının karşılaştırılması..... | 49 |
| Şekil 4.7 Elazığ'a ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 53 |
| Şekil 4.8 Erzincan'a ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 53 |
| Şekil 4.9 Ege Bölgesi'nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları..... | 57 |
| Şekil 4.10 Ege Bölgesi ETKE-R ve YETKE-R değerlerine sahip iklim istasyonlarının en yüksek ExI ₃₀ indisi yönünden karşılaştırılması..... | 58 |
| Şekil 4.11 Acıpayam iklim istasyonuna ait “toplam ExI ₃₀ ”, “ortalama ExI ₃₀ ” ve “en yüksek ExI ₃₀ ” indislerinin aylık olarak YETKE-ETKE oranları..... | 61 |
| Şekil 4.12 Acıpayam'a ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 63 |
| Şekil 4.13 Kütahya'ya ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 63 |
| Şekil 4.14 Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları..... | 68 |
| Şekil 4.15 Ceylanpınar'a ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 72 |
| Şekil 4.16 Gaziantep'e ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 72 |
| Şekil 4.17 İç Anadolu Bölgesi'nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları..... | 77 |
| Şekil 4.18 Konya iklim istasyonu toplam ExI ₃₀ , ortalama aylık ExI ₃₀ ve en yüksek ExI ₃₀ indislerinin YETKE/ETKE oransal değerleri..... | 80 |
| Şekil 4.19 Sivas iklim istasyonu toplam ExI ₃₀ , ortalama aylık ExI ₃₀ ve en yüksek ExI ₃₀ indislerinin YETKE/ETKE oransal değerleri..... | 81 |
| Şekil 4.20 Konya'ya ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 83 |
| Şekil 4.21 Sivas'a ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 83 |
| Şekil 4.22 Karadeniz Bölgesi'nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları..... | 87 |
| Şekil 4.23 Artvin'e ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 90 |
| Şekil 4.24 Bolu'ya ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 90 |
| Şekil 4.25 Marmara Bölgesi ETKE-R ve YETKE-R değerlerine sahip iklim istasyonlarının en yüksek ExI ₃₀ indisi açısından karşılaştırılması..... | 94 |
| Şekil 4.26 Marmara Bölgesi'nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları..... | 95 |
| Şekil 4.27 Bilecik'e ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 99 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 4.28 Göztepe'ye ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği..... | 99 |
| Şekil 5.1 1993-2004 yıllarını kapsayan Türkiye'nin Toplam ExI ₃₀ haritası..... | 102 |
| Şekil 5.2 1993-2004 yıllarını kapsayan Türkiye'nin Ortalama Aylık ExI ₃₀ haritası.... | 103 |
| Şekil 5.3 1993-2004 yıllarını kapsayan Türkiye'nin En Yüksek ExI ₃₀ haritası..... | 104 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan istasyonların genel listesi | 17 |
| Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan istasyonların genel listesi (devam)..... | 18 |
| Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan istasyonların genel listesi (devam)..... | 19 |
| Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan istasyonların genel listesi (devam)..... | 20 |
| Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan istasyonların genel listesi (devam)..... | 21 |
| Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan istasyonların genel listesi (devam)..... | 22 |
| Çizelge 3.2 Samsun iline ait 31 Mayıs 2003 tarihli YETKE-R hesaplama çizelgesi..... | 23 |
| Çizelge 3.3 Samsun'un ortalama aylık erozyon indisinin dağılımı, yıllık ortalama erozyon indeksi ve en yüksek ExI ₃₀ değerleri | 25 |
| Çizelge 4.1 Akdeniz Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI ₃₀ değerini aldığı aylar | 31 |
| Çizelge 4.2 Akdeniz Bölgesi'nin en yüksek ExI ₃₀ değerleri (MJ. ha ⁻¹ . mm. sa ⁻¹)..... | 32 |
| Çizelge 4.3 Burdur iklim istasyonuna ait toplam ExI ₃₀ , ortalama aylık ExI ₃₀ , % ExI ₃₀ , eklenik % ExI ₃₀ ve en yüksek ExI ₃₀ değerleri..... | 36 |
| Çizelge 4.4 Isparta iklim istasyonuna ait toplam ExI ₃₀ , ortalama aylık ExI ₃₀ , % ExI ₃₀ , eklenik % ExI ₃₀ ve en yüksek ExI ₃₀ değerleri..... | 37 |
| Çizelge 4.5 Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI ₃₀ değerini aldığı aylar | 42 |
| Çizelge 4.6 Doğu Anadolu Bölgesi'nin en yüksek ExI ₃₀ değerleri (MJ. ha ⁻¹ . mm. sa ⁻¹)..... | 44 |
| Çizelge 4.7 Elazığ iklim istasyonuna ait toplam ExI ₃₀ , ortalama aylık ExI ₃₀ , % ExI ₃₀ , eklenik % ExI ₃₀ ve en yüksek ExI ₃₀ değerleri..... | 50 |
| Çizelge 4.8 Erzincan iklim istasyonuna ait toplam ExI ₃₀ , ortalama aylık ExI ₃₀ , % ExI ₃₀ , eklenik % ExI ₃₀ ve en yüksek ExI ₃₀ değerleri..... | 51 |
| Çizelge 4.9 Ege Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI ₃₀ değerini aldığı aylar | 55 |
| Çizelge 4.10 Ege Bölgesi'nin en yüksek ExI ₃₀ değerleri (MJ. ha ⁻¹ . mm. sa ⁻¹)..... | 56 |
| Çizelge 4.11 Acıpayam iklim istasyonuna ait toplam ExI ₃₀ , ortalama aylık ExI ₃₀ , % ExI ₃₀ , eklenik % ExI ₃₀ ve en yüksek ExI ₃₀ değerleri..... | 59 |
| Çizelge 4.12 Kütahya iklim istasyonuna ait toplam ExI ₃₀ , ortalama aylık ExI ₃₀ , % ExI ₃₀ , eklenik % ExI ₃₀ ve en yüksek ExI ₃₀ değerleri..... | 60 |
| Çizelge 4.13 Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI ₃₀ değerini aldığı aylar | 66 |
| Çizelge 4.14 Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin en yüksek ExI ₃₀ değerleri (MJ. ha ⁻¹ . mm. sa ⁻¹)..... | 67 |
| Çizelge 4.15 Ceylanpınar iklim istasyonuna ait toplam ExI ₃₀ , ortalama aylık ExI ₃₀ , % ExI ₃₀ , eklenik % ExI ₃₀ ve en yüksek ExI ₃₀ değerleri..... | 69 |
| Çizelge 4.16 Gaziantep iklim istasyonuna ait toplam ExI ₃₀ , ortalama aylık ExI ₃₀ , % ExI ₃₀ , eklenik % ExI ₃₀ ve en yüksek ExI ₃₀ değerleri..... | 70 |

| | |
|---|----|
| Çizelge 4.17 İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI_{30} değerini aldığı aylar..... | 74 |
| Çizelge 4.18 İç Anadolu Bölgesi'nin en yüksek ExI_{30} değerleri ($MJ. ha^{-1}. mm. sa^{-1}$).... | 75 |
| Çizelge 4.18 devamı İç Anadolu Bölgesi'nin en yüksek ExI_{30} değerleri ($MJ. ha^{-1}. mm. sa^{-1}$)..... | 76 |
| Çizelge 4.19 Konya iklim istasyonuna ait toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri..... | 78 |
| Çizelge 4.20 Sivas iklim istasyonuna ait toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri..... | 79 |
| Çizelge 4.21 Karadeniz Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI_{30} değerini aldığı aylar..... | 85 |
| Çizelge 4.22 Karadeniz Bölgesi'nin en yüksek ExI_{30} değerleri ($MJ. ha^{-1}. mm. sa^{-1}$).... | 86 |
| Çizelge 4.23 Artvin iklim istasyonuna ait toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri..... | 88 |
| Çizelge 4.24 Bolu iklim istasyonuna ait toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri..... | 89 |
| Çizelge 4.25 Marmara Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI_{30} değerini aldığı aylar..... | 92 |
| Çizelge 4.26 Marmara Bölgesi'nin en yüksek ExI_{30} değerleri ($MJ. ha^{-1}. mm. sa^{-1}$).... | 93 |
| Çizelge 4.27 Bilecik iklim istasyonuna ait toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri..... | 97 |
| Çizelge 4.28 Göztepe iklim istasyonuna ait toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri..... | 98 |

1. GİRİŞ

Doğal kaynakların varlığı ile bu değerlerin korunarak kullanımı, toplumların gelişmesi ve kalkınmasının sağlanmasında büyük önem taşımaktadır. Bilhassa, “Küresel Isınma” ve beraberinde gelen “İklim Değişikliği” ile giderek kalıcı hale gelen kuraklık sorunu, su kaynaklarının azalıp kirlenmesine, toprak varlığımızın bozulmasına, ormanlar ve meraların yok olması veya niteliklerinin değişmesine neden olmaktadır. Bütün bu mevcut sorunlar göz önüne alınmadan yapılan çalışmalarla da hedeflenen başarıya ne yazık ki ulaşamamaktadır.

İklim değişikliği ile yağış enerji ve şiddetlerinde önemli değişimlerin oluşacağı ve ayrıca, yağışların konumsal ve zamansal dağılımlarında da farklılıklar olabileceği öngörülmektedir. Yüksek yağış miktarlarının kısa zaman aralıklarında düşmesi ile yüksek enerjili ve şiddetli kasırgalar ve bununla birlikte seller ve taşkınların şiddeti ve sıklığının artması öngörülmektedir (Karaca vd. 2008).

Küresel ısınma veya iklim değişikliği senaryolarının özellikle kurak ve yarı-kurak bölgelerde öngördüğü değişimler, işlevsel çevre düzenlerindeki (ekosistemlerdeki) biyolojik çeşitliliğin azalması, bitkisel örtü ve erozyon süreçlerindeki değişimlerdir. Bu öngörüler ile kurak ve yarı-kurak bölgelerdeki hızlanmış çevre-düzen bozuşması göz önünde bulundurulduğunda; iklim değişikliğinin çevre düzeni unsurları üzerindeki etkilerinin belirlenmesine gereksinim vardır. Özellikle, iklim değişikliğine bağlı olarak, bitkisel örtü değişimlerinin karşılıklı etkileşimi ile toprak erozyon oranlarının artacağı tahmin edilmektedir.

İklimsel erozyon tehlikesi de, fiziksel olarak yağış şiddeti ile enerjisinin bir bağıntısı şeklinde değerlendirilmektedir ve iklim değişikliği ile birlikte değişime uğrayacağı öngörülmektedir. Öyle ki, son zamanlarda yapılan çalışmalar, yağış miktarlarında azalmalar olduğunu, fakat yağış şiddetlerinin arttığını göstermektedir.

Sel ve taşkın olayları son yıllarda Türkiye'nin özellikle kıyı bölgelerinde ciddi bir meteorolojik afet olarak ortaya çıkmakta ve önemli derecede can ve mal kaybına neden olmaktadır (Kömüşçü vd. 2003). Ortalama şiddetli yağışlar ele alındığında, hemen hemen Türkiye'nin tüm kıyı bölgeleri sel ve taşkın tehlikesi taşırken, saatlik şiddetli yağışlara çıkıldığında, etki alanının özellikle Doğu Karadeniz ve Batı Akdeniz'de (Antalya-Marmaris hattı) yoğunlaştığı görülmektedir. Türkiye'nin şiddetli yağışlarının tekerrür analizleri yapıldığında, alışıla gelmeyen yağış olaylarının genellikle Güneybatı bölgeleri ile Doğu ve Batı Karadeniz kıyılarında meydana gelme olasılığının yüksek olduğu anlaşılmıştır (Anonim 2008).

Türkiye'de 1951-2004 tarihleri arasında, ortalama yıllık yağış miktarı incelendiğinde; sonbahar ve kış aylarında önemli değişiklikler gözlemlenmiştir. Kış mevsimi yağışları, Türkiye'nin batı bölgelerinde son 50 yılda belirgin ölçüde azalmıştır. Öte yandan, Orta Anadolu'nun kuzey bölgelerinde sonbahar aylarındaki yağış miktarı artmıştır. Genellikle yağışlar, Ege ve Akdeniz sahillerinde düşüş, Karadeniz kıyı kesimlerinde ise artış göstermiştir. Orta Anadolu'daki yağışlarda ise çok az veya hiç değişiklik gözlemlenmemiştir (Kömüşçü vd. 2003).

Sera etkisi ile bağdaştırılan daha yüksek sıcaklıkların daha güçlü bir hidrolojik döngüye ve daha çok alışlagelmeyen yağışlara neden olacağı beklenmektedir (IPCC 1995). Küresel iklim değişim modelleri de, uzun sürelerde düşen daha az şiddetli yağışlar yerine, sıcak hava dalgaları sonucu oluşan şiddetli yağışların oluşma olasılığının arttığına işaret etmektedir (Mc Farlane *et al.* 1992, Johns *et al.* 1997) Bunların yanında matematiksel su tahmin eşitlikleri (Nearing *et al.* 1989, Flanagan and Nearing 1995), su erozyonu oranlarının, diğer çevresel değişkenlerden daha çok, yağış miktarı ve şiddetine duyarlı olduğunu göstermiştir (Nearing *et al.* 1989, 2001, 2005). Bu nedenle; küresel sera etkisinin sadece sıcaklıkları yükselteceği değil, aynı zamanda, yağış karakteristiklerini de önemli derecede etkileyeceği beklenilmektedir (Sauerborn *et al.* 1999).

Yağış miktarı, enerjisi ve şiddetlerinin konumsal ve zamansal dağılımlarının değişmesi doğrudan iklimsel erozyon tehlikesinin farklılaşmasına neden olacaktır. Yükselen yağış şiddeti ve daha yüksek yağış miktarları toprak erozyonunu arttırabilir. Bu nedenle, iklim değişikliği ile yağış enerjisi ve yağış şiddeti gibi yağış erozyon parametrelerindeki değişimlerin analiz edilmesi, gelecekteki toprak erozyonunun tahmin edilmesi ve gerekli toprak ve su koruma önlemlerinin zamanında alınması açısından önem taşımaktadır (Karaca vd. 2008).

Doğal kaynaklar araştırmasında, toprak erozyonunun iklim, toprak, yer şekilleri ve bitkisel örtü ile karşılıklı etkileşimleri göz önüne alındığında, birçok neden-sonuç kümesi toprak erozyonundaki farklılaşmayı açıklamada önümüze çıkabilir. Ancak, Türkiye açısından su erozyonunun önemi düşünüldüğünde, iklim değişikliğinin su erozyonu üzerindeki en önemli etkisi iklimsel erozyon tehlikesinin değişmesi, yani “yağışların erozyon oluşturma gücü”nün değişime maruz kalmasıdır.

Bu tezin amacı, Türkiye’de oluşan yağışların enerji ve şiddetlerinin Yenilenmiş Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (YETKE)’nin öngördüğü şekilde hesaplanması ve değerlendirilmesidir (YETKE-R). YETKE yöntemi; herhangi bir bölge veya havza topraklarının erozyon duyarlılığı ve bunlardan oluşabilecek toprak kayıplarını, iklim, topografya ve arazi kullanımının ölçülebilir ve hesaplanabilir parametrelerinden niceliksel olarak belirlemek için geliştirilmiştir (Wischmeier and Smith 1978, Renard *et al.* 1997). Amaç; öngörülen ölçekte, yani ülkesel, bölgesel veya havza ölçeğinde, toprak korumalı tarım sistemlerinin planlanması, ürün deseni değişim programlarının uygulanması ve mühendislik koruma yapılarının tasarlanması için öncelikli alanların belirlenmesidir.

YETKE yöntemi ile toprak ve su korumalı doğal ve tarımsal sistemlerin oluşturulabilmesi, ülkesel, bölgesel veya havza ölçeğinde, su erozyonu veri tabanlarının detaylı bir şekilde elde edilmesine doğrudan bağlı bulunmaktadır. Bu veri tabanlarının başında, yağışın fiziksel özellikleri ile konumsal ve zamansal değişimleri gelmektedir. Erozyona yol açacak yağışların damla büyüklük dağılımları, vuruş enerjileri ve

şiddetleri, konumsal ve zamansal olarak yoğunlaştıkları parametrik olarak belirlenmelidir. Türkiye genelinde, yağışların mevsimsel ve bölgesel olarak çok fazla değişiklik gösterdiğinin bilinmesine karşın (Turkeş 1998, Bayramin vd. 2007), bu özelliklerin niceliksel olarak yağış değişim indisleri ile temsil edilmesi, toprak erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi için kullanılan yaklaşım ve matematiksel eşitliklere veri oluşturması açısından önemli bir konu olmaktadır. Neticede, yağışların erozyon oluşturma yeteneklerinin veya iklimsel erozyon tehlikesinin belirlenebilmesi ve bunun toprak erozyonu ve koruma önlemleri üzerine olan etkisinin değerlendirilebilmesi için, yağış değişebilirliğinin analiz edilmesi ve anlaşılmasına büyük gereksinim vardır.

İklimsel erozyon tehlikesini niceliksel olarak değerlendirmede kullanılan birçok yağış indisi bulunmaktadır (Arnolds 1977, De Luis *et al.* 2001, Apaydin *et al.* 2006, Bayramin *et al.* 2006). Bunların başında YETKE-R gelmektedir (Wischmeier and Smith 1958, 1978, Renard *et al.* 1997, Dogan and Denli 1999, Doğan 2002).

Bu yüksek lisans tez çalışması, doğrudan YETKE-R'nin ülke ölçeğinde belirlenmesine yöneliktir. Çalışmanın veri tabanı, ülke geneline yayılmış ve düzenli yağış ölçümlerinin alındığı 252 adet meteoroloji istasyonunun günlük yağış miktarlarıdır (Anonim 2008). Hesaplamalarda yağış miktarının gün içerisindeki zamansal dağılımı, başka bir deyişle “yağış şiddeti” esas alınmıştır.

Özetle bu çalışmada, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİGM)'nde elektronik ortamda kayıtları bulunan 1993 – 2004 yılları arasında oluşan her bir yağışın enerjisi (E) ve şiddeti (I) hesaplanmıştır. Sonuçta da, ülke genelinde her bir istasyon ölçeğinde ExI_{30} ($mm\ sa^{-1}$) değerlerinin matematiksel çarpımı olarak hesaplanan YETKE – R değişkeni ve ilgili parametreler belirlenmiştir.

Söz konusu çalışma neticesinde hesaplanan YETKE - R değerleri, Türkiye yağışlarının iklimsel erozyon tehlikesinin değerlendirilmesinde kullanılacağı gibi, ek olarak yağış enerjisi ve şiddeti açısından iklim değişikliği senaryoları çalışmalarına da önemli katkıda bulunacaktır.

Ayrıca bu çalışma, Avrupa Birliği (AB)'ne tam üyelik sürecinde yapılması planlanan veya mevcut olup, güncellenme gereksinimi doğan çok sayıda bitki, toprak, su ve erozyon çalışmalarında da faydalanılabilecek güçlü bir “veri tabanı” niteliği taşımaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Toprak erozyon tehlikesini ülkesel, bölgesel ve havza düzeyinde niteliksel veya niceliksel olarak değerlendirmede kullanılan birçok matematiksel model bulunmaktadır (Morgan *et al.* 1984, De Ploey 1989, CORINE 1992, De Roo 1993, Jager 1994, De Jong 1994, Morgan 1995, Yassoglou *et al.* 1998, Montier *et al.* 1998, De Jong *et al.* 1998, Kirkby and King 1998). Bu yaklaşımlardan ETKE (Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği = USLE: Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier and Smith 1978) veya YETKE (Yenileştirilmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği = RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation) (Renard *et al.* 1997) teknolojisi, yaygın bir şekilde farklı ölçeklerde uygulanabilen ve daha az veri gereksinimi olduğu için, son zamanlarda en fazla kullanılan modellerden bir tanesidir (Desmet and Govers 1996). Ayrıca, ETKE/YETKE teknolojisi, Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile uyumlu olarak, ülkesel, bölgesel ve havza ölçeğinde rahatlıkla kullanılabilir (Burrough 1986, Edy 1995, Millward and Mersey 1999, Kinnell 2001, Ouyang and Bartholic 2001, Martin *et al.* 2003, Wang *et al.* 2003). Şu anda “Avrupa Erozyon Haritası”, YETKE/CBS/SYM (Sayısal Yükselti Modeli) yöntemi ile bitirilmiş durumdadır (Van der Kniff *et al.* 2000).

ETKE/YETKE teknolojisi, su erozyonu ile toprak kaybı potansiyelini, iklim, toprak, topoğrafya ve arazi kullanım ve örtüsünün ölçülebilir ve hesaplanabilir parametrelerinden niceliksel olarak ($\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$) değerlendirmektedir (Wischmeier and Smith 1978, Renard *et al.* 1997):

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

[2.1]

Burada,

A: ortalama yıllık toprak kaybı ($\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$); R: yağış aşındırma enerjisi ($= E \times I_{30}$) ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1} \times \text{mm h}^{-1}$); K: toprak erozyon duyarlılığı ($\text{ton ha}^{-1} \times \text{ha MJ}^{-1} \times \text{h mm}^{-1}$); L: eğim uzunluğu; S: eğim dikliği; C: bitkisel örtü ve ürün yönetimi ve P: toprak-su koruma önlemleri etmenleridir.

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye genelinde yağışların enerji ve şiddetlerinin YETKE tahmin yönteminin öngördüğü biçimde hesaplanması ve değerlendirmesi (YETKE – R) olması nedeniyle, aşağıda “yağış aşındırma enerjisi” ile ilgili kaynak özeti detaylı bir şekilde verilmiştir.

Yağışların enerjisi, yağış miktarı ve şiddetinin bir bağıntısıdır. Genel olarak, yağmur damlası orta değeri yağış şiddeti ile artış göstermektedir (Wischmeier and Smith 1958) ve durgun havada serbest olarak düşen yağmur damlalarının terminal hızları da damla büyüklüğü ile artmaktadır (Gunn and Kinzer 1949). Belirli bir büyüklükte hareket halindeki yağmur damlasının enerjisi, düşme hızının karesi ile orantılı olduğu için, yağış enerjisi doğrudan damla hızı ile ilişkilidir. Laws and Parsons (1943) verilerine dayandırılan, yağış enerjisi ve şiddeti arasındaki ilişki Eş. [2.2] ile hesaplanmaktadır (Wischmeier and Smith 1958, Foster *et al.* 1981 a,b):

$$E_m = 0.119 + 0.0873 \log_{10}(I_m) \quad [2.2]$$

Burada,

E_m : yağışın kinetik enerjisi ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) ve I_m : yağış şiddetidir (mm sa^{-1}). Eş. [2.2], $I_m \leq 76 \text{ mm sa}^{-1}$ olduğu koşullar için geçerlidir; çünkü, yağış şiddeti 76 mm sa^{-1} 'ten büyük olduğunda, yağmur damlası büyüklüğü orta değeri artış göstermemektedir (Carter *et al.* 1974). $I_m > 76 \text{ mm sa}^{-1}$ olduğu durumda, Eş. [2.3] geçerli olmaktadır:

$$E_m = 0.293 \quad [2.3]$$

Ayrıca, birçok araştırmacı, farklı coğrafik bölgeler için yağmur damlası büyüklük dağılımlarından kinetik enerji hesaplanması amacıyla matematiksel eşitlikler vermiştir (Carter *et al.* 1974, McGregor and Mutchler 1977, Tracy *et al.* 1984, Rosewell 1983, 1986).

Türkiye’de yağış enerjisi ve şiddetlerinin belirlenmesi üzerine ilk çalışmalar Güçer (1972) tarafından yapılmıştır. Çalışmada, yağışların toplam kinetik enerjileri ile 30 dakikalık en yüksek yağış şiddetleri birlikte değerlendirilmiştir. 1957 – 1969 yılları rasatlarına göre incelenilen yağış verileri, 55 iklim istasyonu için hesaplanılarak ETKE – R değişkeni belirlenmiştir. Bu araştırma sonrasında, Doğan (1987), 1957 – 1982 yılları arasında 25 yıllık 60 iklim istasyonunun 23319 adet yağış zaman – derinlik eğrisini inceleyerek ETKE – R değişkeni haritasını hazırlamıştır. Doğan (2002), önceki çalışmayı Türkiye’deki 96 meteoroloji istasyonuna ait uzun yıllar yağış verilerini değerlendirerek genişletmiş, bahsedilen bu istasyonlarda gözlenen yağış değerlerinin erozyon oluşturma güçlerini ve ETKE – R eşitliğini (Wischmeier *et al.* 1958, 1978) (Eş. [2.4]) hesaplamıştır.

$$KE = 210.3 + 89 \log I \quad [2.4]$$

Bu eşitlik yukarıda verilen Eş. [2.2]’nin birimsel olarak yeniden düzenlenmiş şeklidir ve KE birim kinetik enerjiyi (ton-metre ha⁻¹ cm⁻¹) ve I ise yağış şiddetini göstermektedir (cm sa⁻¹).

Öte yandan, Eş. [2.2] ve Eş. [2.4] ile verilen logaritmik bağıntılar yerine, Brown and Foster (1987), Eş. [2.5]’te gösterilen üssel enerji – şiddet ilişkisini önermişlerdir:

$$E_m = E_{\max} [1 - ae^{(-bl)}] \quad [2.5]$$

Burada,

E_{\max} : yağış şiddetindeki artış sonsuza giderken ($I \rightarrow \infty$), yağış enerjisinin ulaşabileceği en yüksek değerdir. “a” ve “b” ise eşitlik katsayılarıdır. Kinnell (1981, 1987), Eş. [2.5]’in Zimbabwe ve Florida (ABD)’de yağış enerjilerinin hesaplanmasında başarı ile kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca, Rosewell (1983, 1986) tarafından yapılan ek çalışmaları, Eş. [2.5]’in Avustralya yağış verileri, McGregor and Mutchler (1977)’in Mississippi (ABD) verileri ve Laws and Parsons (1943) verileri ile uyum içerisinde olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalarda, yağmur damlası büyüklük dağılımlarından hesaplanılan yağış enerjileri, Eş. [2.5] ile yağış şiddetinden hesaplanılan yağış enerjileri arasında istatistiksel olarak önemli ilişkiler bulunmuştur.

Brown and Foster (1987), sırasıyla “a” ve “b” katsayılarının 0.72 ve 0.05 olduğu Eş. [2.6]’yı önermişlerdir:

$$E_m = 0.29[1 - 0.72e^{(-0.05I_m)}] \quad [2.6]$$

Görüldüğü gibi, Eş. [2.6]’da, Eş. [2.3]’e benzer şekilde, $E_{\max} = 0.293$ olarak alınmıştır. Ayrıca, Eş. [2.5]’in Eş. [2.2]’e oranla matematiksel olarak daha geçerli özellikleri olduğu Brown and Foster (1987) tarafından açıklanmıştır. Bunlar, 0 yağış şiddetinde ($I_m = 0$) Eş. [2.2]’de enerji sonsuza gitmekte ve belirli bir pozitif değer vermemektedir. Ayrıca, I_m çok yüksek değerlere ulaştığında, Eş. [2.2]’de E_m değerleri de buna bağlı olarak artış göstermekte ve belirli bir asimptota ulaşmamaktadır. Bunu engellemek için, bağıntı kesintiye uğratılmış ve Eş. [2.5]’in kullanılması zorunlu olmuştur. Bu iki koşul için Eş. [2.5], sırasıyla $I_m = 0$ olduğunda pozitif bir değer vermekte ve yüksek yağış şiddetlerinde bir asimptota ulaşmakta ve süreklilik arz etmektedir.

Bu tez çalışmanın özgünlüğü, yukarıda belirtilen Türkiye ETKE – R haritasının (Wischmeier *et al.* 1958, 1978, Güçer 1972, Doğan 1987, 2002) YETKE – R verileri ile güncellenmesidir (Brown and Foster 1987, Kinnell 1987, Renard *et al.* 1997). Böylece, elektronik ortamda 252 iklim istasyonu için kayıt edilmiş günlük yağış verileri

değerlendirilerek YETKE – R hesaplanacaktır. Hâlihazırdaki Türkiye ETKE – R yüzeyi ile karşılaştırıldığında, ülke üzerinde dağılmış daha çok iklim istasyonu ve daha fazla günlük yağış verisi ile çalışılacaktır ve yağış analizleri daha geniş veri tabanına dayandırılacaktır; şu anda bulunan harita, en fazla 96 iklim istasyonu yağış enerji ve şiddeti verisinin analizi ile elde edilmiştir. Ayrıca yukarıdaki bilgiler ışığında, YETKE – R, matematiksel olarak Eş. [2.2]'ye oranla (Wischmeier *et al.* 1958, 1978, Güçer 1972, Doğan 1987, 2002) daha geçerli olan Eş. [2.6] ile hesaplanacaktır (Brown and Foster 1987, Kinnell 1987, Renard *et al.* 1997).

Bilhassa YETKE – R'nin hesaplanması, “Modifiye-edilmiş Fournier İndisi” (MFİ) (Arnoldus 1977), “Yağış Yoğunluk İndisi” (YYİ) (Oliver 1980) ve “Mevsimsellik İndisi” (Mİ) (Glantz 1987, Turkeş 1998) gibi yağış değişebilirliğini ifade eden indisler ile karşılaştırıldığında daha zordur. YETKE – R, yağışların kinetik enerjisi, şiddeti ve 30 dk'lık en yüksek yağış şiddetinin bilinmesini gerektirmesine karşın, MFİ, YYİ ve Mİ indisleri sadece yağış miktarından kolaylıkla hesaplanabilmektedir (Gabriels *et al.* 2003).

‘Türkiye MFİ Haritası’, Dogan and Denli (1999) tarafından verilmiştir ve bu çalışmada, yağışların uzun yıllar aylık toplam miktarları ile yıllık ortalama miktarlarını kullanarak MFİ (Arnoldus 1977) değerleri hesaplanmıştır (Eş. [2.7]):

$$\overline{MFİ} = \frac{\sum_{i=1}^{12} (\overline{p_{i.}})}{p_{..}} \quad [2.7]$$

Burada, $\overline{MFİ}$, $\overline{p_{i.}}$ ve $\overline{p_{..}}$ sırasıyla uzun yıllar ortalaması olarak MFİ, i. ayın yağış ve yıllık toplam yağış miktarlarını göstermektedir. Fakat, Gabriels *et al.* (2003), Eş. [2.7]'nin yağış aşındırma ve yağış yoğunluğunun değerlendirilmesinde kullanılmasının sakıncalarını bildirmişlerdir. Eş. [2.7], MFİ değerlerini olduğundan çok düşük hesaplamıştır. Bunun üzerine, aşağıdaki eşitliklerin (Eşitlik [2.8] ve [2.9]) kullanılmasını önermişlerdir.

$$MF\dot{I}_j = \frac{\sum_{i=1}^{12} (p_{ij})^2}{p_{\bullet j}} \quad [2.8]$$

$$MF\dot{I}_j = \frac{1}{b} \sum_{j=1}^b MF\dot{I}_j \quad [2.9]$$

Burada, $MF\dot{I}_j$ yıllık hesaplanılan $MF\dot{I}$ 'ni ve $MF\dot{I}_j$ ise her bir yıl için birer birer hesaplanılan $MF\dot{I}$ 'lerin ortalamasıdır. p_{ij} , j. yılın i. ayında düşen yağış miktarını ve $p_{\bullet j}$ ise j. yıllık toplam yağış miktarıdır. Hesaplanma teknikleri açısından Eş. [2.7]'nin Eş. [2.9]'a göre en büyük eksikliğinin, Eş. [2.7]'in yağışlardaki yıllar arası değişimi temsil etmekteki yetersizliğinin olduğu Michiels and Gabriels (1996), Gabriels *et al.* (2003), Apaydin *et al.* (2006) ve Bayramin *et al.* (2006) tarafından gösterilmiştir.

Erozyon modellerinde $MF\dot{I}$ 'e ek olarak, yağışların aşındırma gücünün değerlendirilmesinde $YY\dot{I}$ değerleri de kullanılabilir. De Luis ve ark. (2001), Valencia – İspanya'da yağışlarını analiz etmek ve erozyonun Akdeniz ekosistemi üzerine olan etkisini görmek amacıyla $YY\dot{I}$ değerlerini hesaplamışlardır:

Apaydin *et al.* (2006), Türkiye'de Güneydoğu Anadolu Bölgesi için $MF\dot{I}$ ve $YY\dot{I}$ 'ni farklı iki yöntem ile hesaplamışlardır. $MF\dot{I}$ hem Eş. [2.7] hem de Eş. [2.8] ve [2.9] ile, $YY\dot{I}$ ise, benzer yaklaşımlar ile, hem Eş. [2.10] hem de Eş. [2.11] ve [2.12] kullanılarak belirlenmiştir.

$$\overline{YY\dot{I}} = \frac{\sum_{i=1}^{12} (P_{i\bullet})^2}{(p_{\bullet\bullet})^2} \quad [2.10]$$

$$YY\dot{I}_j = \frac{\sum_{i=1}^{12} (p_{ij})^2}{(p_{\bullet j})^2} \quad [2.11]$$

$$YYI_j = \frac{1}{b} \sum_{j=1}^b YYI_j \quad [2.12]$$

Yapılan istatistiksel analizler sonucu, MFİ ve YYİ hesaplamalarında Apaydin *et al.* (2006), Eş. [2.7] ve Eş. [2.10] ile karşılaştırıldığında, Eş. [2.11] ve Eş. [2.12]'ün iklimsel erozyon tehlikesini açıklamakta daha iyi indisler olduğunu belirlemişlerdir. Eş. [2.11] ve Eş. [2.12], yağışlarda meydana gelebilecek hem yıl içi hem de yıllararası değişimleri daha iyi temsil yeteneğine sahip olduklarından, daha gerçekçi sonuçlar vermişlerdir. Ayrıca, istatistiksel olarak Eş. [2.9] ve Eş. [2.12]'nin, bir yağıştaki her yürlü değişimi ifade edebildiği, Eş. [2.13] ile verilen Yağış Değişim Katsayısı (YDK) analizleri sonucu kanıtlanmıştır.

$$YDK = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (p_{ij} - \overline{p..})^2}{p..} \quad [2.13]$$

Eş. [2.7] ve Eş. [2.13] kullanılarak elde edilen Eş. [2.14] yardımıyla yapılan analiz, Eş. [2.12]'e yakın sonuçlar vermiştir, diğer bir deyişle, YDK ile $\overline{MFİ}$ eksiklikleri büyük ölçüde giderilmiştir.

$$\overline{MFİ} = YDK \frac{b \sum_{i=1}^{12} (\overline{p_{i.}})}{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (p_{ij} - \overline{p..})^2} \quad [2.14]$$

Klik and Truman (2003), yüksek şiddetli yağışların zamansal dağılımının bilinmesinin yüzey akış ve toprak erozyonu miktarlarının değerlendirilmesi için gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Etkili bir yağış indisi, yağış ve yüzey akışların yersel, zamansal ve frekans karakteristiklerinin bilinmesinin önemi üzerinde durmuşlardır. Yağışlardaki herhangi bir dalgalanma toprak erozyonu üzerinde büyük etkilere sahip olabilecektir.

Bayramin *et al.* (2006), Ankara – Beypazarı bölgesinde CORINE yöntemi kullanarak yaptıkları toprak erozyonu tehlikesi değerlendirmesinde, Eş. [2.8] ve [2.9]’a ek olarak, MFİ değerlerini, 10, 20 ve 30 yılda bir gelmesi olası aylık yağışlardan frekans analizleri (Raes *et al.* 1996) ile hesaplamışlardır. Elde edilen MFİ yüzeyleri geleneksel toprak erozyon haritalama yüzeyleri ile karşılaştırılmış ve en yüksek uyumun frekans analizleri ile elde edilen MFİ değerlerinin verdiği gözlemlenmiştir. Böylece, bu bölgede toprak erozyonunun daha çok sıradışı yağışlarla oluştuğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, en son gözlemler sonucu, erozyon çalışmalarında sıradışı yağışların önemi açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Cerdans *et al.* (2002) yağış frekans analizlerinin yapılmasının, zamansal olarak toprak erozyonunun tahmin edilmesinde ve erozyon koruma önlemlerinin alınmasında faydalar sağlayacağını belirtmişlerdir.

Toprak erozyon tehlikesi, şiddetli yağışların toprak yüzeylerinin korunmasız olduğu dönemlere denk düşmesi ile bir hayli artacağından, yağışların aşındırma gücünün mevsimsel dağılımı önemli olmaktadır (Sheridan and Rosewell 2003). Glantz (1987) ve Turkeş (1998) aylık yağış verilerini kullanarak, yıl içi yağış değişimini Eşitlik [2.15] yardımıyla Mevsimsellik İndisi (Mİ) ile hesaplamışlardır:

$$SI_j = \frac{\sum_{i=1}^{12} |p_{ij} - \overline{p_{\bullet j}}|}{p_{\bullet j}} \quad [2.15]$$

Bayramin vd. (2007), Türkiye genelinde iklimsel erozyon tehlikesinin değerlendirmek veya yağışların erozyon oluşturma gücünün belirlenmek amacıyla, Türkiye genelinde yaygın olarak kurulmuş olan ve düzenli veri toplanan 223 meteoroloji istasyonundan 1975 – 2004 yılları arasında toplanan 30 yıllık günlük yağış verileri kullanılarak, “Modifiye-edilmiş Fournier İndisi” (MFİ) (Arnoldus 1977) (Eş. [2.7], [2.8] ve [2.9]), “Yağış Yoğunluk İndisi” (YYİ) (Oliver 1980) (Eş. [2.10], [2.11] ve [2.12]), “Mevsimsellik İndisi” (Mİ) (Glantz 1987, Turkeş 1998) (Eş. [2.15]) ve “Yağış Değişebilirlik Katsayısı” (YDK) (Eş. [2.13]) yüzeylerini elde etmişlerdir. MFİ, YYİ ve Mİ yüzeyleri iki farklı yöntem ile hesaplanmış ve farklılıkları YDK ile istatistiksel olarak tartışılmış ve analiz edilmiştir. Neticede, istatistiksel olarak geçerli MFİ, YYİ ve

Mİ haritaları elde edilmiştir. Ayrıca, sıradışı yağış tekerrür analizleri yapılarak, 10, 20 ve 30 yılda oluşması muhtemel MFİ değerleri (sırasıyla MFİ₁₀, MFİ₂₀ ve MFİ₃₀) hesaplanmıştır. Bu çalışma ile ‘Türkiye MFİ Haritası’ (Dogan and Denli 1999) güncellenmiştir.

YETKE tahmin teknolojisi, yağış enerjisi ve şiddetindeki zamansal değişim analizlerini 15 günlük dilimlerde yapmaktadır (Renard *et al.* 1997) (Eş. [2.16]):

$$EI_T = \sum_{i=1}^{24} EI_i \quad [2.16]$$

Burada EI_T ve EI_i, sırasıyla yıllık toplam EI değerini ve herbir yarım aylık EI değerini ifade etmektedir. Uzun yıllar değerlerine dayandırılan ortalama aylık EI değerlerinden yarım aylık EI değerleri aşağıdaki eşitlikler aracılığıyla hesaplanmaktadır (Eş. [2.17] ve Eş. [2.18]):

$$EI_1 = M \left(\frac{.75(M-1) + .25(M+1)}{(M-1) + (M+1)} \right) \quad [2.17]$$

$$EI_2 = M \left(\frac{.25(M-1) + .75(M+1)}{(M-1) + (M+1)} \right) \quad [2.18]$$

M: ilgilenilen ay için veri tabanından okunulan EI değeri; M-1: ilgilenilen aydan bir önceki ay için veri tabanından okunulan EI değeri; ve M+1: ilgilenilen aydan bir sonraki ay için veri tabanından okunulan EI değeridir ve sırasıyla EI₁ ve EI₂: ilgilenilen ayın ilk ve ikinci yarısı için hesaplanılan yağış değerleridir.

İklimsel erozyon tehlikesinin analiz edilmesinde, Türkiye YETKE – R değerleri ile Türkiye MFİ, YYİ ve Mİ yağış değişim indisleri arasındaki matematiksel bağıntıların belirlenmesi önemli bir konu olarak önümüze çıkmaktadır. Birçok araştırmacı bu çeşit eşitlikleri ülkesel ve bölgesel ölçekte incelemiş ve geliştirmişlerdir. Renard and

Freimund (1994), “Modifiye-edilmiş Fournier İndisi” (MFİ)’nin (Arnoldus 1977) yağışların erozyon gücünü belirlemede kullanılabileceğini belirtmişlerdir. ABD’ndeki 132 meteoroloji istasyon verisini kullanarak, Renard and Freimund (1994) ETKE – R faktörü ile MFİ arasında aşağıdaki üssel ve polinomial regresyon eşitliklerini geliştirmişlerdir:

$$R = \frac{(0,07397MFİ^{1,847})}{17,2} \quad [2.19]$$

$$R = \frac{(95,77 - 6,081MFİ + 0,4770MFİ^2)}{17,2} \quad [2.20]$$

Eşitlik [2.19] MFİ < 55 mm ve Eşitlik [2.20] ise MFİ ≥ 55 mm olduğu koşullar için geliştirilmiştir.

Benzer şekilde, Kai *et al.* (2002), MFİ’ni ETKE’de yağış erozyon indis değerini hesaplamak için başarı ile kullanılabileceğini göstermiştir. Araştırmacılar, ETKE-R değişkeni ile MFİ arasında, sırasıyla Eş. [2.21] ve Eş. [2.22] ile verilen doğrusal ve üssel ilişkileri geliştirmişlerdir.

$$R = a + bMFİ \quad [2.21]$$

$$R = aMFİ^b \quad [2.22]$$

ETKE/YETKE – R etmenleri ile MFİ arasındaki benzer eşitlikler Agassi (1996) ve Aslan (1997) tarafından da araştırılmıştır. Yılman *et al.* (2006), ülkesel ölçekte Türkiye’de ETKE-R değeri (MJ ha⁻¹ yıl⁻¹ × mm h⁻¹) (Doğan 2002) ile yıllık toplam yağış miktarları ($\overline{p_{..}}$, mm), iki yılda bir gelmesi beklenen 6 saatlik yağış miktarı (P_i, mm) ve MFİ (Eş. [2.9]) (Bayramin vd. 2007) arasındaki matematiksel ilişkileri araştırmışlardır, bu eşitlikler aşağıda sırasıyla Eş. [2.23], [2.24] ve [2.25] ile verilmiştir:

$$R = 0.001 \bar{p}_{..}^{1,75} \quad [2.23]$$

$$R = 0.42 P_i^{2,17} \quad [2.24]$$

$$R = 0.047 MFI_j^{1,65} \quad [2.25]$$

Buradaki amaç, detaylı yağış analizlerinin (zaman – derinlik analizleri) yapılarak elde edilen YETKE – R değerleri kullanılarak, detaylı analizlerin yapılamadığı bölgelerde veya ülkelerde günlük yağış verilerinden kolaylıkla hesaplanılabilen MFİ değerleri arasındaki matematiksel ilişkilerin elde edilmesidir. Buna benzer birçok çalışma farklı ülkeler için gerçekleştirilmiştir (Van der Knijff *et al.* 1999, 2000, Kai *et al.* 2002). Kaya *et al.* (2006) YETKE – R'nin Eş. [2.6] ile hesaplanmasına yönelik ilk çalışmayı yapmışlardır. Ayrıca, Kaya (2006), Güneydoğu Anadolu Bölgesi yağışlarının YETKE yöntemi için R etmenini hesaplamıştır. Bu çalışmada, bölge meteoroloji istasyonlarının YETKE – R değerleri (Brown and Foster 1987), hali hazırda var olan Türkiye YETKE - R (Doğan 2002, Wischmeier and Smith 1978) haritasındaki değerler ile karşılaştırılmış ve açığa çıkan farklılıklar, hesaplama ve veri elverişliliği açısından tartışılmış ve değerlendirilmiştir.

YETKE-R'nin ülke ölçeğinde ve 252 adet meteoroloji istasyonunda noktasal düzeyde belirlenmesi, daha sonra yapılacak çalışmalara, özellikle CBS ve SYM kullanılması ile, Türkiye topoğrafyasının yağış yüzeyleri üzerine olan etkisi, analiz sonuçlarına yansıtılarak konumsal-güvenilir yağış değişim yüzeyleri elde edilmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca, CBS/SYM yöntemleri ile hâlihazırda mevcut olan MFİ, YYİ ve Mİ indisleri ile YETKE-R değerleri arasında matematiksel eşitlikler geliştirilebilecektir. Bu çeşit iklimsel erozyon tehlikesinin tahmin edilmesinde kullanılan yağış indislerinin bir veri tabanı olarak ülkesel ölçekte elde edilmesi, toprak korumalı tarımsal sistemlerin planlanması, gerektiğinde ürün deseni değiştirme plan ve programlarının uygulanması ve mühendislik erozyon koruma yapılarının tasarlanması açısından önemli bir önceliğe sahip olabilecektir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Yağış Verileri

Bu çalışma kapsamında, Türkiye'nin 1993 – 2004 yıllarına ait 252 adet iklim istasyonu günlük yağış verileri dijital olarak, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Söz konusu istasyonlara ait enlem (E), boylam (B) ve denizden yükseklik (DY) değerleri sırasıyla Çizelge 3.1'de yer almaktadır. Söz konusu bu çizelgeler, hesaplamaların akabinde, CBS ve Türkiye'nin SYM'si kullanılarak elde edecek Türkiye YETKE – R haritasının oluşturulmasında yararlı olacaktır.

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan istasyonların genel listesi

| İstasyon Adı | Koordinatları | | | İstasyon Adı | Koordinatları | | |
|--------------|---------------|-------|--------|--------------|---------------|-------|--------|
| | E (°) | B (°) | DY (m) | | E (°) | B (°) | DY (m) |
| Acıpayam | 29.17 | 37.19 | 1027 | Akşehir | 31.25 | 38.21 | 1030 |
| Adana Bölge | 28.53 | 38.37 | 509 | Alanya | 31.59 | 36.33 | 40 |
| Adıyaman | 38.16 | 37.45 | 679 | Amasra | 32.38 | 41.75 | 42 |
| Afşin | 36.54 | 38.12 | 1212 | Amasya | 35.85 | 40.65 | 400 |
| Afyon | 30.32 | 38.45 | 1019 | Anamur | 32.83 | 36.08 | 85 |
| Ağın | 42.47 | 38.26 | 1773 | Ankara | 32.88 | 39.95 | 952 |
| Ağrı | 43.05 | 39.72 | 1650 | Antakya | 36.17 | 36.20 | 163 |
| Akçaabat | 39.58 | 41.02 | 50 | Antalya Böl. | 30.70 | 36.88 | 10 |
| Akçakale | 36.71 | 38.95 | 885 | Antalya Mey. | 30.42 | 36.53 | 31 |
| Akçakoca | 31.07 | 41.05 | 18 | Arapgir | 38.50 | 39.05 | 1100 |
| Akhisar | 27.82 | 38.90 | 123 | Ardahan | 42.72 | 41.12 | 1800 |
| Aksaray | 34.08 | 38.38 | 1100 | Arpaçay | 43.33 | 40.85 | 1700 |

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan istasyonların genel listesi (devam)

| İstasyon Adı | Koordinatları | | | İstasyon Adı | Koordinatları | | | İstasyon Adı | Koordinatları | | |
|--------------|---------------|-------|--------|--------------|---------------|-------|--------|--------------|---------------|-------|--------|
| | E (°) | B (°) | DY (m) | | E (°) | B (°) | DY (m) | | E (°) | B (°) | DY (m) |
| Artvin | 41.82 | 41.18 | 509 | Bigadiç | 39.23 | 28.07 | 164 | Burhaniye | 26.97 | 39.50 | 21 |
| Avanos | 38.42 | 34.84 | 920 | Bilecik | 29.98 | 40.15 | 500 | Bursa | 29.03 | 40.11 | 240 |
| Aydın | 27.85 | 37.85 | 81 | Bingöl | 40.50 | 38.87 | 1143 | Ceyhan | 35.48 | 37.01 | 31 |
| Ayvalık | 26.70 | 39.32 | 46 | Birecik | 37.98 | 37.03 | 400 | Ceylanpınar | 40.02 | 36.50 | 361 |
| Bafra | 35.92 | 41.55 | 50 | Bitlis | 42.10 | 38.37 | 1688 | Cihanbeyli | 32.55 | 38.39 | 965 |
| Balaban | 38.17 | 38.34 | 712 | Bodrum | 27.93 | 37.05 | 86 | Cizre | 42.11 | 37.19 | 375 |
| Balıkesir | 27.87 | 39.65 | 150 | Boğazlıyan | 35.14 | 39.11 | 1070 | Çanakkale | 26.24 | 40.08 | 10 |
| Bandırma | 27.98 | 40.32 | 22 | Bolu | 31.60 | 40.73 | 1100 | Çankırı | 33.21 | 40.40 | 1414 |
| Bartın | 32.33 | 41.63 | 50 | Bolvadin | 31.05 | 38.73 | 1018 | Çermik | 39.45 | 38.12 | 700 |
| Başkale | 44.02 | 38.05 | 2294 | Bornova | 27.15 | 38.28 | 154 | Çerkeş | 32.90 | 40.82 | 1213 |
| Batman | 41.12 | 37.58 | 600 | Bozcaada | 26.07 | 39.83 | 23 | Çeşme | 26.30 | 38.30 | 34 |
| Bayburt | 42.48 | 40.31 | 1899 | Bozkurt | 34.02 | 41.95 | 300 | Çınarcık | 29.06 | 40.38 | 118 |
| Bergama | 27.18 | 39.13 | 182 | Bozova | 38.31 | 37.21 | 584 | Çiçekdağı | 38.12 | 39.62 | 878 |
| Beypazarı | 31.93 | 40.17 | 792 | Bozüyük | 30.03 | 39.92 | 850 | Çorlu | 27.47 | 41.09 | 150 |
| Beyşehir | 31.73 | 37.68 | 1134 | Burdur | 30.30 | 37.72 | 978 | Çorum | 34.57 | 40.33 | 806 |

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan istasyonların genel listesi (devam)

| İstasyon Adı | Koordinatları | | | İstasyon Adı | Koordinatları | | | İstasyon Adı | Koordinatları | | |
|-----------------|---------------|----------|-----------|-------------------|---------------|----------|-----------|-----------------|---------------|----------|-----------|
| | E (°) | B (°) | DY (m) | | E (°) | B (°) | DY (m) | | E (°) | B (°) | DY (m) |
| Çumra | 32.46 | 37.34 | 1015 | Dursunbey | 28.62 | 39.58 | 600 | Esenboğa | 33.00 | 40.12 | 965 |
| Dalaman | 28.47 | 36.46 | 16 | Düzce | 31.17 | 40.83 | 200 | Erdemli | 34.30 | 36.62 | 50 |
| Datça | 27.41 | 36.43 | 8 | Edirne | 26.57 | 41.67 | 51 | Eskişehir | 30.31 | 39.46 | 910 |
| Demirci | 27.23 | 38.50 | 542 | Edremit | 27.02 | 36.90 | 50 | Etimesgut | 32.40 | 39.56 | 831 |
| Denizli | 29.08 | 37.78 | 328 | Eğirdir | 30.83 | 37.87 | 916 | Fethiye | 29.12 | 36.62 | 102 |
| Develi | 35.50 | 38.38 | 1300 | Elazığ | 39.25 | 38.65 | 1089 | Finike | 30.15 | 36.30 | 38 |
| Devrekâni | 33.50 | 41.36 | 1094 | Elbistan | 37.11 | 38.12 | 1164 | Florya | 28.78 | 40.98 | 11 |
| Didim | 27.16 | 37.22 | 32 | Elmalı | 29.54 | 36.44 | 1087 | Gaziantep | 37.38 | 37.07 | 850 |
| Dikili | 26.88 | 39.07 | 23 | Emirdağ | 31.09 | 39.01 | 960 | Gazipaşa | 32.32 | 36.27 | 100 |
| Dinar | 30.17 | 38.07 | 974 | Erciş | 43.21 | 39.01 | 1687 | Gediz | 29.42 | 39.05 | 900 |
| Divriği | 38.06 | 39.21 | 1110 | Erdemli | 34.30 | 36.62 | 50 | Gemerek | 36.07 | 39.18 | 1210 |
| Diyarbakır | 40.14 | 37.54 | 672 | Ereğli (Konya) | 34.05 | 37.50 | 1052 | Gevaş | 43.06 | 38.17 | 1686 |
| Doğanşehir | 37.52 | 38.05 | 1214 | Ergani | 39.77 | 38.28 | 1050 | Geyve | 30.30 | 40.52 | 100 |
| Doğubayazıt | 44.08 | 39.55 | 1550 | Erzincan | 39.50 | 39.75 | 1206 | Giresun | 38.40 | 40.92 | 85 |
| Dört Yol | 36.22 | 36.85 | 60 | Erzurum | 41.17 | 39.95 | 1818 | Gökçeada | 25.90 | 40.20 | 20 |

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan istasyonların genel listesi (devam)

| İstasyon Adı | Koordinatları | | | İstasyon Adı | Koordinatları | | | İstasyon Adı | Koordinatları | | |
|-----------------|---------------|----------|-----------|-----------------|---------------|----------|-----------|-----------------|---------------|----------|-----------|
| | E (°) | B (°) | DY (m) | | E (°) | B (°) | DY (m) | | E (°) | B (°) | DY (m) |
| Göksun | 36.48 | 38.02 | 974 | Isparta | 30.33 | 37.45 | 1061 | Kastamonu | 33.46 | 41.22 | 801 |
| Gölbaşı | 37.78 | 37.64 | 670 | İnebolu | 33.78 | 41.98 | 323 | Kaş | 29.36 | 36.22 | 1655 |
| Gönen | 27.39 | 40.10 | 50 | İpsala | 26.40 | 40.93 | 39 | Kayseri | 35.48 | 38.70 | 1050 |
| Göztepe | 28.50 | 41.03 | 127 | İskenderun | 36.17 | 36.58 | 34 | Keban | 38.75 | 38.80 | 1000 |
| Gümüşhane | 39.26 | 40.20 | 1803 | İzmir | 27.07 | 38.38 | 15 | Keles | 29.07 | 39.92 | 400 |
| Güney | 29.03 | 38.09 | 751 | Kahramanmaraş | 36.93 | 37.60 | 1023 | Keskin | 33.36 | 39.40 | 1143 |
| Hadim | 32.27 | 36.59 | 1512 | Kahta | 38.37 | 37.46 | 705 | Kırıkkale | 33.52 | 39.85 | 793 |
| Hakkâri | 43.44 | 37.34 | 1705 | Kale | 29.56 | 36.17 | 287 | Kırklareli | 27.23 | 41.73 | 250 |
| Hınıs | 41.70 | 39.37 | 1700 | Kaman | 33.72 | 39.37 | 1101 | Kırşehir | 34.17 | 39.15 | 1052 |
| Hilvan | 38.57 | 37.35 | 595 | Kangal | 37.38 | 39.23 | 1550 | Kızılcahamam | 32.39 | 40.28 | 998 |
| Hopa | 41.43 | 41.40 | 91 | Karaisalı | 35.03 | 37.15 | 255 | Kilis | 37.06 | 36.42 | 682 |
| Horasan | 42.17 | 40.05 | 1567 | Karaköse | 43.03 | 39.43 | 1637 | Kocaeli | 29.93 | 40.77 | 200 |
| İğdir | 38.03 | 38.51 | 1453 | Karaman | 33.13 | 37.10 | 1059 | Konya | 32.55 | 37.97 | 1023 |
| İlgaz | 33.37 | 40.55 | 927 | Karapınar | 33.33 | 37.43 | 990 | Korkuteli | 30.18 | 37.05 | 2168 |
| İlgın | 28.34 | 38.22 | 149 | Karataş | 36.23 | 37.04 | 870 | Kozan | 35.82 | 37.45 | 200 |
| İslahiye | 36.37 | 37.01 | 533 | Kars | 43.05 | 40.36 | 1758 | Köyceğiz | 26.68 | 36.97 | 33 |

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan istasyonların genel listesi (devam)

| İstasyon Adı | Koordinatları | | | İstasyon Adı | Koordinatları | | | İstasyon Adı | Koordinatları | | |
|-----------------|---------------|----------|-----------|-----------------|---------------|----------|-----------|--------------------------|---------------|----------|-----------|
| | E (°) | B (°) | DY (m) | | E (°) | B (°) | DY (m) | | E (°) | B (°) | DY (m) |
| Kulu | 33.08 | 39.08 | 1019 | Milas | 27.78 | 37.32 | 497 | Palu | 39.57 | 38.42 | 1039 |
| Kumköy | 29.03 | 41.25 | 11 | Muğla | 28.37 | 37.22 | 716 | Pazar | 40.52 | 41.10 | 48 |
| Kuşadası | 27.25 | 37.87 | 20 | Muş | 41.48 | 38.68 | 1481 | Pınarbaşı (Kayseri) | 36.40 | 38.72 | 1511 |
| Kütahya | 29.97 | 39.42 | 1000 | Mut | 33.26 | 36.38 | 306 | Pınarbaşı (Kastamonu) | 33.06 | 41.36 | 682 |
| Lüleburgaz | 27.35 | 41.40 | 75 | Nallıhan | 31.35 | 40.18 | 700 | Polatlı | 32.15 | 39.58 | 950 |
| Maden | 38.02 | 39.57 | 1709 | Nazilli | 28.32 | 37.92 | 91 | Rize | 40.52 | 41.03 | 86 |
| Malatya | 38.22 | 38.35 | 913 | Nevşehir | 34.67 | 38.58 | 1364 | Sakarya | 30.42 | 40.68 | 60 |
| Malazgirt | 42.53 | 39.15 | 1500 | Niğde | 34.68 | 37.97 | 1228 | Salihli | 28.13 | 38.48 | 101 |
| Malkara | 26.54 | 40.53 | 231 | Nusaybin | 41.22 | 37.07 | 977 | Samandağ | 35.58 | 36.05 | 17 |
| Manavgat | 31.43 | 36.78 | 26 | Oltu | 41.59 | 40.32 | 1272 | Samsat | 38.28 | 37.34 | 598 |
| Manisa | 27.43 | 38.62 | 50 | Ordu | 37.90 | 40.98 | 34 | Samsun | 36.25 | 41.35 | 100 |
| Mardin | 40.73 | 37.30 | 1000 | Osmancık | 34.47 | 40.58 | 420 | Sarıkamuş | 42.57 | 40.33 | 2100 |
| Marmaris | 28.25 | 36.85 | 8 | Osmaniye | 37.50 | 39.48 | 1578 | Sarıyer | 29.01 | 41.10 | 208 |
| Mersin | 34.63 | 36.80 | 31 | Ödemiş | 27.97 | 38.23 | 150 | Sarız | 36.30 | 38.28 | 1566 |
| Merzifon | 35.45 | 40.83 | 800 | Özalp | 43.98 | 38.67 | 2212 | Seferihisar | 26.50 | 38.11 | 33 |

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan istasyonların genel listesi (devam)

| İstasyon Adı | Koordinatları | | | İstasyon Adı | Koordinatları | | | İstasyon Adı | Koordinatları | | |
|----------------|---------------|-------|--------|--------------|---------------|-------|--------|--------------|---------------|-------|--------|
| | E (°) | B (°) | DY (m) | | E (°) | B (°) | DY (m) | | E (°) | B (°) | DY (m) |
| Selçuk | 27.21 | 37.57 | 16 | Şile | 30.42 | 40.78 | 75 | Uzunköprü | 26.68 | 41.25 | 25 |
| Senirkent | 30.33 | 38.06 | 987 | Tatvan | 42.30 | 38.48 | 1646 | Ünye | 37.17 | 41.07 | 9 |
| Seydişehir | 31.50 | 37.25 | 1122 | Tavşanlı | 29.50 | 39.55 | 979 | Ürgüp | 34.54 | 38.38 | 1095 |
| Siirt | 41.56 | 37.55 | 903 | Tefenni | 29.77 | 37.32 | 1175 | Van | 43.23 | 38.30 | 1727 |
| Silifke | 33.55 | 36.22 | 35 | Tekirdağ | 27.48 | 40.98 | 32 | Yalova | 29.27 | 40.65 | 35 |
| Simav | 28.98 | 39.08 | 833 | Tercan | 40.38 | 39.90 | 1671 | Yalvaç | 31.10 | 38.17 | 1099 |
| Sinop | 35.17 | 42.03 | 50 | Tokat | 29.08 | 39.12 | 962 | Yenişehir | 40.26 | 29.65 | 233 |
| Sivas | 37.02 | 39.75 | 1300 | Tomarza | 35.48 | 38.26 | 1392 | Yozgat | 34.80 | 39.82 | 1300 |
| Siverek | 39.32 | 37.77 | 800 | Tortum | 41.32 | 40.17 | 1606 | Yumurtalık | 35.78 | 36.77 | 2 |
| Sivrihisar | 31.53 | 39.45 | 1352 | Tosya | 34.02 | 41.01 | 836 | Yunak | 31.73 | 38.82 | 1195 |
| Solhan | 41.07 | 38.97 | 1800 | Trabzon | 39.43 | 41.00 | 55 | Yüksekova | 44.13 | 37.35 | 2482 |
| Sorgun | 35.11 | 39.48 | 1091 | Tunceli | 39.55 | 39.12 | 1281 | Zara | 37.75 | 39.90 | 1449 |
| Sultanhisar | 28.09 | 37.53 | 79 | Turhal | 36.08 | 40.40 | 550 | Zile | 35.88 | 40.30 | 1250 |
| Suşehri | 38.05 | 40.09 | 1024 | Uluborlu | 30.45 | 38.08 | 1200 | Zonguldak | 31.80 | 41.45 | 100 |
| Şanlıurfa | 38.78 | 37.17 | 603 | Ulukışla | 34.48 | 37.53 | 1500 | | | | |
| Şebinkarahisar | 38.42 | 40.28 | 1250 | Uşak | 29.40 | 38.68 | 913 | | | | |

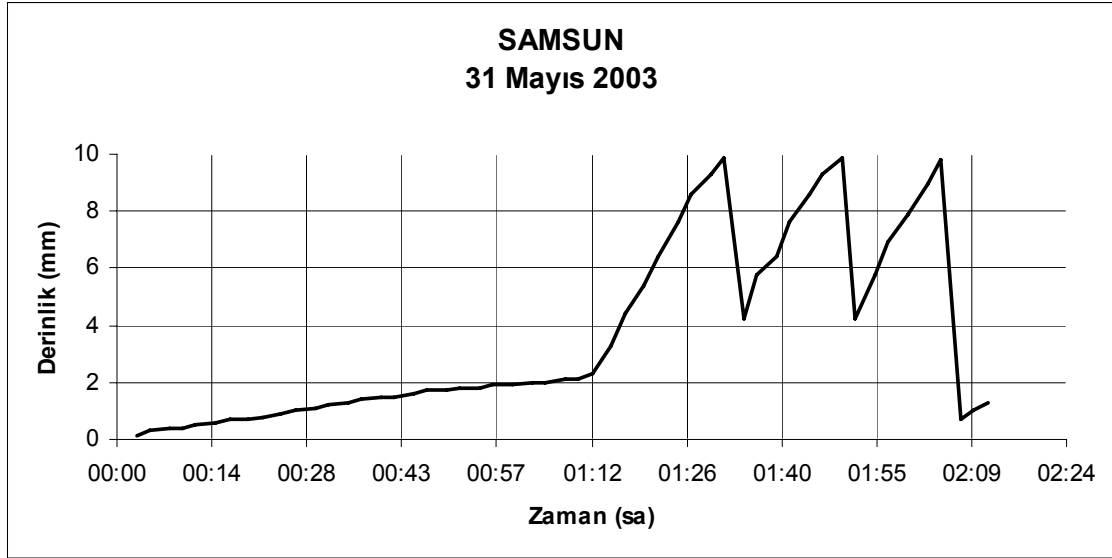
Herhangi bir yağışın, şiddet ve enerji hesaplamaları Çizelge 3.2’de verilmiştir. Burada örnek teşkil etmesi amacıyla Samsun iline ait 31 Mayıs 2003 tarihli yağışın şiddet ve enerji hesaplarına temel oluşturan YETKE-R yağış kaydı düzenlenmesi gösterilmiştir. Bu bilgiler ışığında, Çizelge 3.2’de yer alan hesaplamalara değinecek olursak, hesaplamalar sırasında, öncelikle dikkat edilmesi gereken husus, I nolu sütunda, zaman biriminin “saat (sa)” olarak alınması ve II nolu sütundaki verilerin “mm” cinsinden yazılmasıdır. III nolu sütundaki değerler, iki zaman arasındaki farkın, 60’ a oranlanması, IV nolu sütundakiler ise eklenik olarak toplanmış iki derinlik değerinin farklarının 10 ile oranlanması neticesinde bulunmuştur. V nolu sütun, Eş. [2.2]’den, VI nolu sütun ise Eş. [2.6]’dan faydalanarak bulunmuştur. Ayrıca VII. nolu sütun, VI ile IV sütunlarında yer alan verilerin çarpılması sonucunda elde edilmiştir.

Çizelge 3.2 Samsun iline ait 31 Mayıs 2003 tarihli YETKE-R hesaplama çizelgesi

| Grafik Okuma | | Her Bir Yağış İçin | | | Enerji | |
|--------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|---|---|
| Zaman (I) | Derinlik (mm) (II) | Ölçüm Süresi (sa) (III) | Yağış Miktarı (mm) (IV) | Yağış İntensitesi (mm sa ⁻¹) (V) | 1 mm Yağışın Enerjisi (MJ ha ⁻¹ mm ⁻¹) (VI) | Toplam Enerji (MJ ha ⁻¹) (VII) |
| 00:57 | 1.9 | 0.033 | 0.19 | 5.7 | 0.133 | 0.03 |
| 01:00 | 1.9 | 0.050 | 0.19 | 3.8 | 0.117 | 0.02 |
| 01:03 | 2.0 | 0.050 | 0.20 | 4.0 | 0.119 | 0.02 |
| 01:05 | 2.0 | 0.033 | 0.20 | 6.0 | 0.135 | 0.03 |
| 01:08 | 2.1 | 0.050 | 0.21 | 4.2 | 0.121 | 0.03 |
| 01:10 | 2.1 | 0.033 | 0.21 | 6.3 | 0.138 | 0.03 |
| 01:12 | 2.3 | 0.033 | 0.23 | 6.9 | 0.142 | 0.03 |
| 01:15 | 3.3 | 0.050 | 0.33 | 6.6 | 0.140 | 0.05 |
| 01:17 | 4.4 | 0.033 | 0.44 | 13.2 | 0.182 | 0.08 |
| 01:20 | 5.4 | 0.050 | 0.54 | 10.8 | 0.168 | 0.09 |
| 01:22 | 6.4 | 0.033 | 0.64 | 19.2 | 0.210 | 0.13 |
| 01:25 | 7.6 | 0.050 | 0.76 | 15.2 | 0.192 | 0.15 |
| 01:27 | 8.6 | 0.033 | 0.86 | 25.8 | 0.233 | 0.20 |

Çizelge 3.2’de yer alan hesaplamaların tamamlanmasının akabinde, çalışmanın 2 nci ayağını oluşturan Çizelge 3.3’teki verilerin işlenilmesi sürecine geçilmiştir. Söz konusu çizelgede, bütün bir yıl boyunca, yağış kaydının bulunduğu veriler aylar bazında çizelgeye aktarılmıştır. Yağış kaydının bulunmadığı aylar ise “(-)” olarak ifade edilmiştir. Buna ilave olarak, toplam ExI_{30} değeri, Eş. [3.8], ortalama aylık ExI_{30} değeri ise Eş. [3.7] ile hesaplanmıştır.

Ayrıca bu çalışma kapsamında, yağış şiddetinin (I , $mm\ sa^{-1}$) hesaplandığı zaman - yağış miktarını gösteren, her bir istasyon için ayrı ayrı olmak üzere, Şekil 3.2’deki gibi eğriler hazırlanmıştır.



Şekil 3.1 Samsun iline ait bir yağışın zaman-derinlik eğrisi

Samsun ilinin, 31 Mayıs 2003 tarihine ait zaman-derinlik grafiği incelendiğinde, 3 adet pik yapan bölüm görülmektedir. Derinlik olarak ifade edilen bu bölümler içinden en dik eğilim gösteren yerden, bir 30 dakikalık zaman parçası alınacak olursa, bu kısım hesaplamalar esnasında faydalanılmış olunan en yüksek intensiteyi (I_{30}) yani, yüzey akış ve parçalanmanın en yüksek oranlarını ifade etmektedir.

Görüldüğü üzere, bu çalışma ile sadece günlük yağış toplamlarının incelenmesi ve analizleri değil, aynı zamanda her bir yağış miktarının birim zamandaki değişimi analiz edilerek yağış şiddeti, yağış enerjisi ve yağış erozyon oluşturma gücü belirlenmiştir.

Çizelge 3.3 Samsun iklim istasyonuna ait ortalama aylık erozyon indisinin dağılımı, yıllık ortalama erozyon indisi ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993-2004

| Aylar | Yıl Sayısı | Toplam ExI ₃₀ | Ortalama Aylık ExI ₃₀ | % ExI ₃₀ | Eklenik %E x I ₃₀ | En Yüksek ExI ₃₀ |
|---------|------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Ocak | - | - | - | - | - | - |
| Şubat | - | - | - | - | - | - |
| Mart | - | - | - | - | - | - |
| Nisan | 11 | 547.81 | 49.80 | 4.82 | 4.82 | 52.70 |
| Mayıs | 12 | 2919.73 | 243.31 | 23.56 | 28.39 | 258.63 |
| Haziran | 12 | 2043.76 | 170.31 | 16.49 | 44.88 | 173.36 |
| Temmuz | 12 | 800.33 | 66.69 | 6.46 | 51.34 | 72.04 |
| Ağustos | 12 | 1040.82 | 86.74 | 8.40 | 59.74 | 92.35 |
| Eylül | 12 | 2137.79 | 178.15 | 17.25 | 76.99 | 186.66 |
| Ekim | 12 | 2105.12 | 175.43 | 16.99 | 93.98 | 180.24 |
| Kasım | 12 | 522.50 | 43.54 | 4.22 | 98.19 | 50.05 |
| Aralık | 6 | 111.88 | 18.65 | 1.81 | 100.00 | 22.28 |
| Yıllık | - | 12229.72 | 1032.62 | 100.00 | 100.00 | 258.63 |

Yağış erozyon oluşturma gücü YETKE– R hesaplarına temel oluşturan bu çizelgenin elde edilmesinde dikkat edilen hususlar aşağıda maddeler halinde bulunmaktadır (Renard *et al.* 1997):

- Toplam miktarı 13 mm'den küçük olan yağışlar analizin dışında bırakılmış; ancak, eğer bu yağış boyunca herhangi bir dönemde yağış şiddeti 15 dakikada 6.5 mm'ye ulaşmış ise (25 mm sa⁻¹), analizlere dahil edilmiştir,
- Uzun süreli yağışlarda, eğer yağış süresince araya 1.5 mm 6 sa⁻¹'lik bir dönem girerse (0.25 mm sa⁻¹), bu yağış birbirinden bağımsız iki yağış olarak

değerlendirilmiştir. Yani, 0.25 mm sa⁻¹ öncesi ve sonrası yağış dilimleri ayrı ayrı değerlendirmelere alınmıştır.

Bu koşullar dikkate alınarak, yağış miktarının (P_m, mm) zamansal (t_m, saniye) değişimini gösteren hesaplama çizelgelerinden, her bir değişim aralığı için yağış şiddeti (I_m, mm sa⁻¹) Eş. [3.1] yardımıyla hesaplanmıştır:

$$I_m = \frac{P_m}{t_m} \quad [3.1]$$

Hesaplama çizelgesi her bir değişim aralığı için belirlenen I_m (mm sa⁻¹) değerleri ve Eş. [2.6] kullanılarak birim yağış enerjileri hesaplanmıştır (E_m, MJ ha⁻¹ mm⁻¹). Görüldüğü üzere, “Birim Kinetik Enerji” her bir değişim aralığında düşen birim yağış miktarının birim alandaki enerjisidir. Değişim aralığında düşen yağış miktarı P (mm) ile yağış enerjisi çarpılarak, o aralığın toplam enerjisi E_i (MJ ha⁻¹) Eş. [3.2] ile hesaplanmıştır:

$$E_i = E_m \times P \quad [3.2]$$

İncelenilen yağışın toplam enerjisi (E_T, MJ ha⁻¹) ise Eş. [3.3] ile hesaplanmıştır:

$$E_T = \sum_{i=1}^n E_i \quad [3.3]$$

Burada “n” incelenilen yağıştaki değişim aralığının sayısıdır. Bunun yanında YETKE – R, yağış toplam enerjisi (E_T, MJ ha⁻¹) ile o yağışın 30 dakikalık en yüksek yağış şiddetinin çarpımına eşittir (I₃₀, mm sa⁻¹) (Eş. [3.4]):

$$R_f = E_T \times I_{30} \quad [3.4]$$

Yağış şiddeti aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanmıştır:

$$i_r = \frac{d_{pr}}{d_{tr}} \quad [3.5]$$

Söz konusu eşitlikte,

d_{pr} : yağışın derinliği (mm)

d_{tr} : yağışın süresi (sa)

i_r : yağışın şiddeti (mm sa^{-1}) olarak belirtilmektedir.

Burada YETKE – R'nin birimi $\text{MJ ha}^{-1} \text{mm sa}^{-1}$ 'dir. Eşitliklerden görüleceği üzere, yağış şiddetleri (I_m ve I_{30}) hem E_m hem de YETKE – R' nin hesaplanmasında kullanılmıştır. Bunun yanında, YETKE – R, bir yıl içerisinde oluşan ve yukarıda verilen hesaplama koşullarını sağlayan her bir yağışın R değerinin toplamından oluşmuştur (Eş. [3.6]):

$$R_y = \sum_{i=1}^m R_i = \sum_{i=1}^m (E_T \times I_{30})_i \quad [3.6]$$

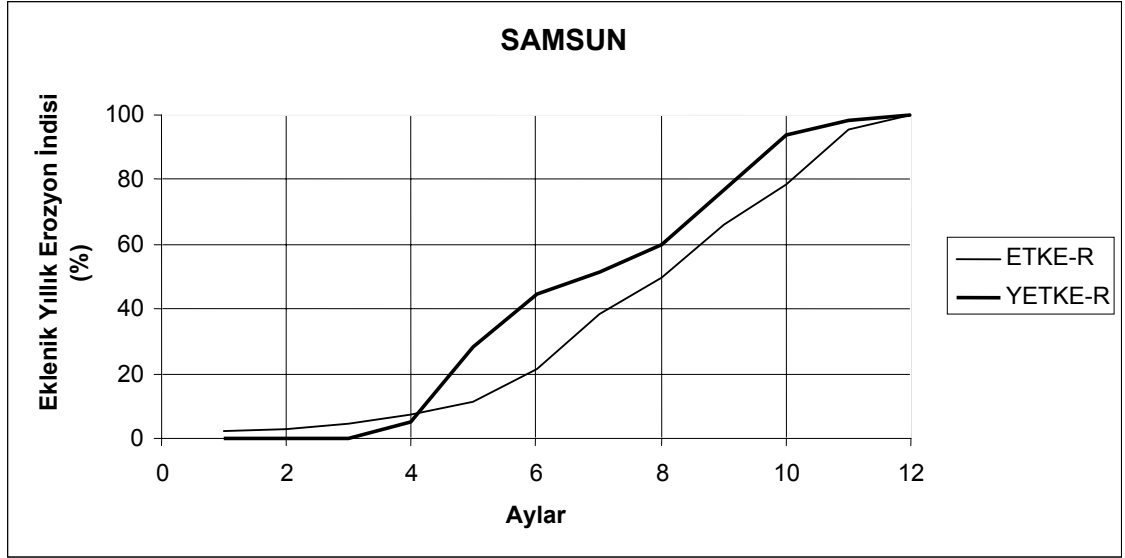
Burada, “m” yıl içerisinde oluşan ve hesaplama koşullarını sağlayan yağış sayısıdır. Böylece R_y 'ın birimi $\text{MJ ha}^{-1} \text{mm sa}^{-1} \text{yıl}^{-1}$ 'dir. Aynı şekilde, aylık toplamlar göz önünde bulundurularak aylık YETKE – R değerleri elde edilmiştir (R_k) (Çizelge 3.3). Bu çalışmada YETKE – R değerleri uzun yıllar ortalaması olarak da hesaplanmıştır (Eş. [3.7]):

$$R = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left[\sum_{i=1}^m (E_T \times I_{30})_i \right] \quad [3.7]$$

Sonuçta, toplam enerji aşağıdaki eşitlik yoluyla hesaplanmaktadır:

$$e_t = \sum_{r=1}^m e_r dp_r \quad [3.8]$$

e_t : MJ ha⁻¹ mm sa⁻¹



Şekil 3.2 Samsun iline ait % eklenik yıllık ETKE ve YETKE erozyon indisi grafiği

Çizelge 3.3'te yer alan güncel eklenik %ExI₃₀ değerleri ile Doğan (2002) tarafından hazırlanan eklenik %ExI₃₀ değerlerinin karşılaştırılması neticesinde, her bir yağış istasyonu için yukarıda yer alan Şekil 3.2 oluşturulmuştur. ETKE-R yalnız enerji değerleri (Doğan 2002), metrik-ton ha⁻¹ yıl⁻¹ birimlerinde verildiği ve MJ ha⁻¹ yıl⁻¹ birimlerinde verilen YETKE-R (Renard *et al.* 1997)'nin ETKE-R ile karşılaştırılmasının yapılabilmesi için aşağıda yer alan denkliklerden faydalanılmıştır:

$$1\text{metrik-ton} = 2459.9547\text{Joule}(J) \quad [3.9]$$

$$1\text{MegaJoule}(MJ) = 10^6 \times \text{Joule}(J) \quad [3.10]$$

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye yağışlarının erozyon oluşturma gücü ve YETKE (Renard *et al.* 1997) tahmin yönteminin yağış enerjisi ve şiddetinden hesaplanan yağış erozyon parametrelerinin belirlenmesine yönelik bu tez çalışmasında, toplam olarak 252 adet yağış istasyonu veri tabanına dayandığı ve ETKE-R (Wischmeier and Smith 1978, Doğan 2002) ile karşılaştırma yapıldığı için, her bölge içerisinde sadece en belirgin farklılıkları veren iki yağış istasyonunun tüm ExI_{30} indisleri verilmiş ve grafiklendirilmiştir. Öte yandan, her istasyon bazında yalnızca YETKE ve ETKE en yüksek ExI_{30} indisi verilmiş ve karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır.

Çalışmada bulgular, Türkiye'nin coğrafik bölgeleri (Akdeniz, Doğu Anadolu, Ege, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu, Karadeniz ve Marmara) bazında aşağıda yer almaktadır.

4.1 Akdeniz Bölgesi

Türkiye'nin yedi coğrafik bölgesinden biri Akdeniz Bölgesi'dir. Anadolu'nun güneyinde Akdeniz kıyısı boyunca uzanmakta, genişliği 120–180 km arasında değişmektedir. Batı ve kuzey batısında Ege Bölgesi, kuzeyinde İç Anadolu Bölgesi, doğusunda Güneydoğu Anadolu Bölgesi, güneyinde ise Akdeniz bulunmaktadır. Güneydoğudan da Suriye ile komşudur.

Bölgede, genelde yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Ancak, yüksekliğe bağlı olarak iklim özellikleri oldukça önemli farklılıklar göstermektedir. İklim gereği en fazla yağış kış aylarında olmaktadır. Yıllık yağışın %65'i kışın, %18'i sonbahar, %15'i ilkbahar ve %2'si de yaz aylarında olmaktadır. Bölgenin yıllık toplam yağışı ortalama 735 mm olup, iç kısım ile sahil arasında 500 mm ile 1100 mm arasında değişmektedir (Anonim 2008).

Dağların denize bakan yamaçları ve arkalarındaki çukur alanlarda ise karasal etkilerin arttığı bir iklim tipine rastlanılmaktadır. Gene de Akdeniz'in etkisi nedeniyle, bu kesimlerdeki iklim, İç Anadolu'daki kadar şiddetli karasal özellikler taşımamaktadır. En sıcak ay ortalaması kıyılarda 27–28°C ve iç kısımlar da ise 23–25°C' dir, en soğuk ay ortalaması ise kıyıda 10°C dolayında iken iç kısımlarda 1.5–2°C' e kadar inmektedir. Benzer biçimde, yıllık ortalama sıcaklık kıyılarda 18–20°C, iç kısımlarda ise 12–14°C kadardır (Anonim 2008).

YETKE-R hesaplarının yapıldığı Akdeniz Bölgesi' ne ait toplam 38 adet yağış istasyonlarının adları şunlardır; Adana Bölge, Afşin, Alanya, Anamur, Antakya, Antalya, Antalya Bölge, Burdur, Ceyhan, Dört Yol, Eğirdir, Elbistan, Elmalı, Erdemli, Finike, Gazipaşa, Göksun, Isparta, İskenderun, Kahramanmaraş, Kale, Karaisalı, Karataş, Kaş, Kilis, Korkuteli, Kozan, Manavgat, Mersin, Mut, Osmaniye, Samandağ, Senirkent, Silifke, Tefenni, Uluborlu, Yalvaç ve Yumurtalık.

Akdeniz Bölgesi'ne ait istasyonlarda, 1993-2004 yıllarında uzun yıllar ortalaması olarak gerçekleşen yağışların aylar itibariyle incelendiğinde, her bir istasyon bazında yağışın en fazla görüldüğü ay, Aralık ayıdır. Aralık ayından sonra, yoğunluğu sırasıyla Nisan ve Mayıs ayları takip etmektedir. Bölgede Şubat, Mart, Temmuz ve Ağustos aylarında ise hiç yağış kaydı yapılmamıştır.

Akdeniz Bölgesi'nde yer alan istasyonların ay ölçeğinde en yüksek ExI_{30} değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Buna göre, bölgede erozyona neden olan yağışların çoğu Aralık, Nisan, Mayıs ve Kasım aylarında olmuştur. Ayrıca, Ekim ayı da iklimsel erozyon tehlikesinin olduğu bir dönemi temsil etmektedir.

Çizelge 4.1 Akdeniz Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI₃₀ değerini aldığı aylar

| No | Ay | İstasyon Adı |
|----|---------|---|
| 1 | Ocak | Antalya Bölge, İskenderun. |
| 2 | Şubat | - |
| 3 | Mart | - |
| 4 | Nisan | Anamur, Antakya, Ceyhan, Dört Yol, Göksun, Isparta, Tefenni, Uluborlu. |
| 5 | Mayıs | Adana Bölge, Elbistan, Kilis, Korkuteli, Kozan, Senirkent. |
| 6 | Haziran | Karaisalı. |
| 7 | Temmuz | - |
| 8 | Ağustos | - |
| 9 | Eylül | Afşin. |
| 10 | Ekim | Eğirdir, Elmalı, Mut, Silifke, Yalvaç. |
| 11 | Kasım | Burdur, Kahramanmaraş, Karataş, Osmaniye, Samandağ. |
| 12 | Aralık | Alanya, Antalya Meydan, Erdemli, Finike, Gazipaşa, Kale/Demre, Kaş, Manavgat, Yumurtalık. |

Akdeniz Bölgesi'ne ait 37 adet yağış istasyonunda belirlenen en yüksek ExI₃₀ değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. En yüksek YETKE-R değeri Antalya Meydan (1214.519 MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹), en düşük değeri Uluborlu (197.643 MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹) vermiştir. Bunun yanı sıra ETKE-R ile YETKE-R değerleri karşılaştırıldığında, güncellenmiş değerlerin ETKE-R değerlerinden çok yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bu tür farklılıkların nedeni çok yönlü olabilir. İklim değişikliği nedeniyle yağışların enerji ve şiddetlerinde artış olabileceği gibi, teknolojilerin getirmiş olduğu fırsatlardan dolayı daha çok yağış daha doğru bir şekilde kayıt edilmiş olabilir. Bunun sebebi ne olursa olsun, söz konusu farklılıklar toprak ve su koruma önlemlerinin alınmasında çok önemli yöntem değişikliklerine neden olabilecektir.

Çizelge 4.2 Akdeniz Bölgesi'nin en yüksek ExI_{30} değerleri ($MJ. ha^{-1}. mm. sa^{-1}$)

| No | İstasyon Adı | ETKE-R Değeri | YETKE-R Değeri | YETKE-R / ETKE-R |
|----|----------------------|---------------|----------------|------------------|
| 1 | Adana Bölge | 826.499 | 874.320 | 1.06 |
| 2 | Afşin (K.Maraş) | - | 503.291 | - |
| 3 | Alanya (Antalya) | 1146.596 | 1203.478 | 1.05 |
| 4 | Anamur (Mersin) | 1047.751 | 1195.207 | 1.14 |
| 5 | Antakya (Hatay) | 1062.476 | 1152.362 | 1.08 |
| 6 | Antalya Bölge | - | 1186.794 | - |
| 7 | Antalya Meydan | 1116.941 | 1214.519 | 1.09 |
| 8 | Burdur | 145.475 | 638.763 | 4.39 |
| 9 | Ceyhan (Adana) | - | 719.872 | - |
| 10 | Dört Yol (Hatay) | 967.245 | 1058.960 | 1.09 |
| 11 | Eğirdir (Isparta) | - | 936.348 | - |
| 12 | Elbistan (K.Maraş) | - | 860.026 | - |
| 13 | Elmalı (Antalya) | 304.772 | 781.105 | 2.56 |
| 14 | Erdemli (Mersin) | - | 912.293 | - |
| 15 | Finike (Antalya) | 834.515 | 1049.754 | 1.26 |
| 16 | Gazipaşa (Antalya) | - | 967.788 | - |
| 17 | Göksun (K.Maraş) | - | 924.302 | - |
| 18 | Isparta | 104.550 | 849.927 | 8.13 |
| 19 | İskenderun (Hatay) | - | 971.049 | - |
| 20 | Kahramanmaraş | - | 816.610 | - |
| 21 | Kale/Demre (Antalya) | - | 903.495 | - |
| 22 | Karaisalı (Adana) | - | 889.278 | - |
| 23 | Karataş (Adana) | - | 807.554 | - |
| 24 | Kaş (Antalya) | - | 915.003 | - |
| 25 | Kilis | - | 924.285 | - |
| 26 | Korkuteli (Antalya) | 92.275 | 831.192 | 9.01 |
| 27 | Kozan (Adana) | - | 868.748 | - |
| 28 | Manavgat (Antalya) | - | 1195.507 | - |
| 29 | Mersin | 630.065 | 841.399 | 1.34 |
| 30 | Mut (Mersin) | - | 793.464 | - |
| 31 | Osmaniye (Adana) | - | 915.605 | - |
| 32 | Samandağ (Hatay) | - | 972.129 | - |
| 33 | Senirkent (Isparta) | - | 980.073 | - |
| 34 | Silifke (Mersin) | - | 954.787 | - |
| 35 | Tefenni (Burdur) | 249.688 | 597.710 | 2.39 |
| 36 | Uluborlu (Isparta) | - | 197.643 | - |
| 37 | Yalvaç (Isparta) | - | 768.408 | - |
| 38 | Yumurtalık (Adana) | - | 759.391 | - |

* (-) simgesi, ETKE-R (Doğan 2002), 1993–2004 yılları arasında bir hesaplamanın olmadığını göstermektedir.

Yıllık toplam olarak Çizelge 4.2’de verilenler, “en yüksek ExI₃₀ değerleri”, YETKE-R değerlerinin hesaplandığı zaman dilimi içerisinde ki bu çalışma hesapları 1993–2004 yıllarını kapsamıştır. Aylık dilimde gözlenen ortalama en yüksek ExI₃₀ değerlerinin toplamıdır (ExI₃₀)_{max} (Eş. [4.1] ve Eş.[4.2]).

$$(ExI_{30})_{\max} = \sum_{i=1}^{12} \overline{(ExI)_{i(\max)}} \quad [4.1]$$

$$\overline{(ExI_{30})_{\max}} = \frac{\sum_{j=1}^n (ExI)_{i \max}}{n} \quad [4.2]$$

Burada,

j: 1.....n (1993.....2004)

i: 1.....12

(ExI₃₀)_{max} : en yüksek ExI₃₀ değerleri.

$\overline{(ExI_{30})_{\max}}$: 1993 ve 2004 yıllarına ait “i” ayında elde edilen en yüksek ExI₃₀ değerlerinin ortalaması.

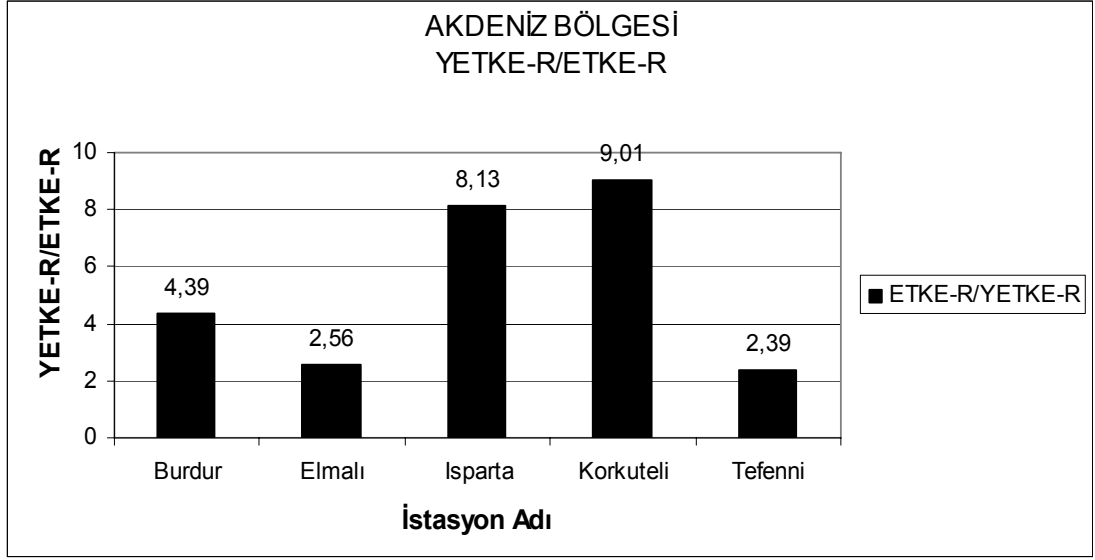
(ExI₃₀)_{max} : herhangi bir yıl içerisinde “i” ayında meydana gelen en yüksek ExI₃₀ değeri.

En yüksek ExI₃₀ değerlerinin yıl içerisindeki dağılımının bilinmesi, alışlagelmeyen yağışların yıl içerisinde hangi dönemlerde yoğunlaştığı bilgisini verir. Özellikle bu yağışların toprakların erozyona en duyarlı olduğu (Eş.[4.3]) veya bitkisel örtünün en zayıf olduğu (Eş.[4.4]) dönemlerde düşecek olacağının bilinmesi, erozyonu azaltma önlemlerinin alınmasında büyük fayda sağlayacaktır.

$$YETKE - K = \sum_{i=1}^{24} K_i (EI)_i \quad [4.3]$$

$$YETKE - C = \sum_{i=1}^{24} C_i (EI)_i \quad [4.4]$$

i: 1.....24 , yarım aylık zaman dilimleri.



Şekil 4.1 Akdeniz Bölgesi'nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları

Çizelge 4.2 esas alınarak, Akdeniz Bölgesi'ne ait YETKE-R /ETKE-R değerinin en yüksek olduğu istasyonlara ilişkin bilgiler Şekil 4.1'de yer almaktadır. Bu değerler sırasıyla, Korkuteli (9.01), Isparta (8.13), Burdur (4.39), Elmalı (2.56) ve Tefenni (2.39)'dur. Diğer taraftan, Burdur ve Korkuteli için bu değerlerin oldukça büyük olduğu da gözlenilmektedir.

YETKE'nin diğer etmenleri değişmediği kabul edildiğinde, bu hesaplar CP değerlerinin 1/9 (%11), 1/8 (%13), 1/4 (%25), 1/3 (33) ve 1/2 (%50) oranında küçülmesi gerekliliği anlamına gelmektedir (Eş. [4.5]):

$$CP = \frac{A}{RKLS} \quad [4.5]$$

CP çarpımında bitkisel örtü ve ürün yönetiminin (YETKE-C) değiştirilmesi olası bitki-ürün çeşidi ile sınırlı olacağından, toprak ve su koruma önlemleri etmeninin (YETKE-P) değiştirilmesi gerekliliği ortaya çıkar, daha çok toprak ve su koruyucu işlem ve yapıların düşünülmesi gereklidir.

Burada görüldüğü gibi, iklimsel erozyon tehlikesinin değerlendirilmesinde fiziksel olarak daha anlamlı ve daha geçerli güncellenmiş eşitliklerin kullanılması, Wischmeier and Smith (1978) yerine Renard *et al.* (1997) yaklaşımlarının kullanılması, ülkesel, bölgesel ve havza ölçeğinde toprak korumalı tarım sistemlerinin planlanması açısından oldukça önemli bir değere sahiptir.

Ayrıca, belirtilen ölçeklerde doğal kaynaklar sürdürülebilirliği ve bitkisel üretim amaçlı değerlendirmelerin yapılması, özellikle CBS ve SYM kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Burrough 1986, Eedy 1995, Millward and Mersey 1999, Wang *et al.* 2003, Quyang and Bartholic 2001, Martin *et al.* 2003, Valladares and Batistella 2004). CBS ve SYM modelleri, Türkiye topoğrafyasının yağış enerjisi ve şiddeti veya başka bir deyişle yağış aşındırma enerjisi üzerine etkilerinin analiz edilmesi için başarı ile kullanılabilir (Apaydin *et al.* 2006, Erdogan *et al.* 2007, Ozcan *et al.* 2008, Bayramin vd. 2007).

Sonuç olarak, noktasal verilerin CBS ve SYM yardımıyla yüzey verileri haline getirilmesinde, kaynak noktasal verilerin doğruluğu ve geçerliliğinin yüksek olması istenmektedir.

Çizelge 4.3 Burdur iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993–2004 (YETKE-R)

1964-1985-1987-1988 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------|----------------------|
| Yıl Sayısı | - (-)* | - (-) | - (21) | 11 (24) | 12 (24) | 12 (24) | 9 (24) | 12 (24) | 11 (24) | 12 (24) | 5 (21) | - (1) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (0.32) | 4091.85 (45.47) | 2830.58 (131.30) | 3270.06 (102.04) | 1672.13 (49.41) | 1231.35 (20.68) | 3802.74 (47.75) | 2457.49 (165.45) | 1446.26 (28.59) | - (0.43) | 20802.47 (591.45) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (0.02) | 371.99 (1.89) | 235.88 (5.47) | 272.51 (4.25) | 185.79 (2.06) | 102.61 (0.86) | 345.70 (1.99) | 204.79 (6.89) | 289.25 (1.36) | - (0.43) | 2008.53 (25.23) |
| % ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (0.06) | 18.52 (7.51) | 11.74 (21.68) | 13.57 (16.85) | 9.25 (8.16) | 5.11 (3.42) | 17.21 (7.89) | 10.20 (27.32) | 14.40 (5.40) | - (1.71) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | - (-) | - (-) | - (0.06) | 18.52 (7.57) | 30.26 (29.25) | 43.83 (46.11) | 53.08 (54.27) | 58.19 (57.68) | 75.40 (65.57) | 85.60 (92.89) | 100.00 (98.29) | - (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (0.14) | 586.71 (10.32) | 321.29 (40.67) | 519.77 (20.25) | 428.95 (18.44) | 295.33 (6.14) | 587.36 (23.41) | 595.60 (59.14) | 638.76 (6.79) | - (0.43) | 638.76 (59.14) |

*Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).

Çizelge 4.4 Isparta iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)
1959-1981 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|
| Yıl Sayısı | - (12)* | - (12) | - (12) | 11 (24) | 11 (23) | 11 (23) | 9 (23) | 11 (24) | 11 (24) | 11 (24) | 1 (19) | - (12) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | - (71.66) | - (60.92) | - (73.79) | 6065.61 (152.68) | 6019.11 (491.66) | 2314.57 (571.60) | 1285.54 (166.98) | 1593.11 (66.56) | 2719.08 (146.43) | 2309.66 (242.34) | 165.35 (82.78) | - (177.51) | 22472.03 (2304.92) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | - (5.97) | - (5.08) | - (6.15) | 551.42 (6.36) | 547.19 (21.38) | 210.42 (24.85) | 142.84 (7.26) | 144.83 (2.77) | 247.19 (6.10) | 209.97 (10.09) | 165.35 (4.36) | - (14.79) | 2219.20 (115.17) |
| % ExI₃₀ | - (5.18) | - (4.41) | - (5.34) | 24.85 (5.52) | 24.66 (18.56) | 9.48 (21.58) | 6.44 (6.30) | 6.53 (2.41) | 11.14 (5.30) | 9.46 (8.77) | 7.45 (3.78) | - (12.84) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | - (5.18) | - (9.59) | - (14.93) | 24.85 (20.45) | 49.50 (39.01) | 58.99 (60.59) | 65.42 (66.89) | 71.95 (69.30) | 83.09 (74.60) | 92.55 (83.37) | 100.00 (87.15) | 100.00 (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | - (37.28) | - (21.86) | - (19.97) | 849.93 (14.12) | 736.76 (83.66) | 816.75 (104.55) | 165.45 (84.37) | 216.76 (48.08) | 586.70 (58.98) | 422.37 (51.18) | 165.35 (22.03) | - (82.51) | 849.93 (104.55) |

* Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).

Çizelge 4.3 ve 4.4'te sırasıyla Burdur ve Isparta iklim istasyonlarına ait ortalama aylık dağılımlar olarak, toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri verilmiştir. Bu istasyonların enlem, boylam ve yükseklik olarak koordinat bilgileri Çizelge 3.1'de yer almaktadır.

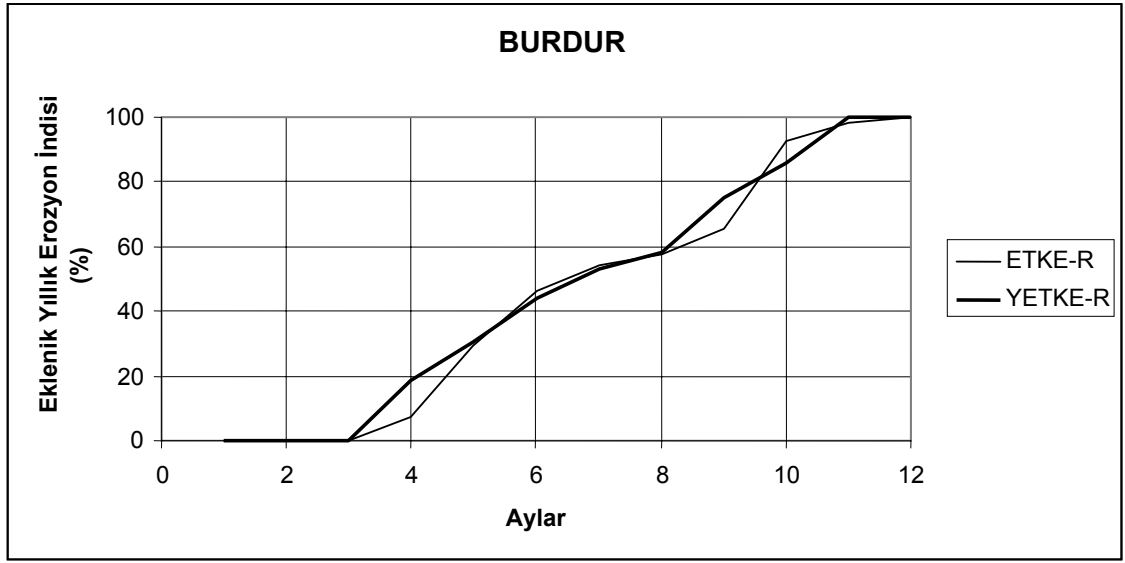
Burdur iklim istasyonunda 1993–2004 yıllarında yağış şiddeti (I , $mm\ sa^{-1}$) YETKE-R değerlerini hesaplamaya uygun olan her bir yağış temel alınarak, $MJ\ mm\ ha^{-1}\ sa^{-1}\ yıl^{-1}$ biriminde hesaplanan “toplam ExI_{30} ”, “uzun yıllık ortalama ExI_{30} ” ve “en yüksek ExI_{30} ” değerleri sırasıyla 20802.47, 2008.53 ve 638.76 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.3). Ortalama aylık değerler göz önünde bulundurulduğunda, en yüksek değerler Nisan ve Eylül aylarında bulunmuştur (sırasıyla 371.99 ve 345.70 $MJ\ mm\ ha^{-1}\ sa^{-1}\ yıl^{-1}$). Bu değerlerin uzun yıllık ortalama değerlere oranı %18.52 ve %17.21'dir (Eş.[4.6]):

$$\%(ExI_{30})_i = \frac{(ExI_{30})_i}{\sum_{i=1}^{12} (ExI_{30})_i} \quad [4.6]$$

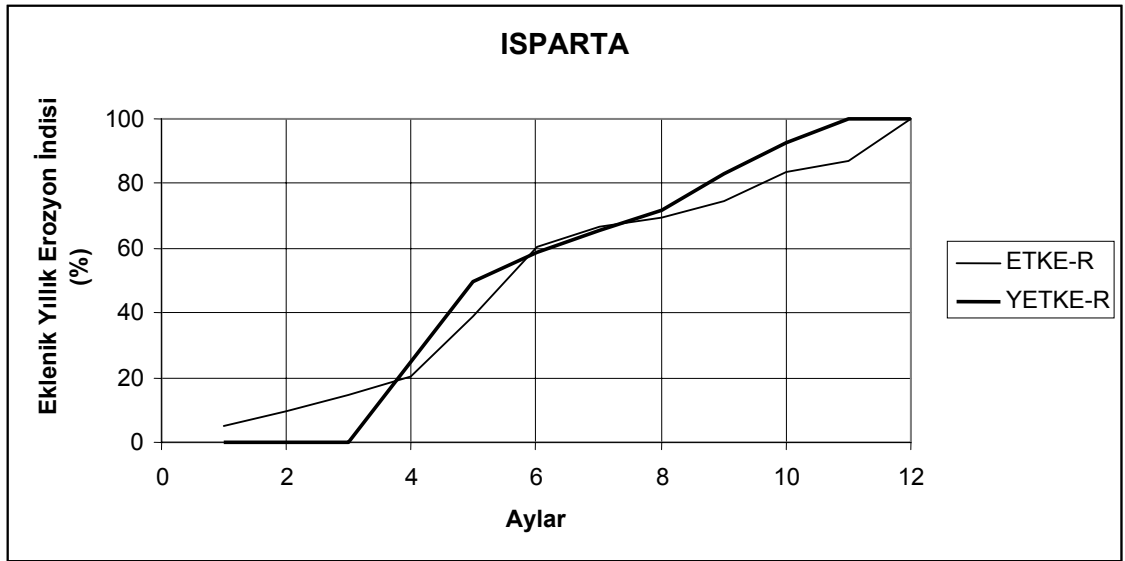
Burdur iklim istasyonunda dikkati çeken önemli bir konu da, XI. ayda (Kasım) gözlenen yağışlardır. İncelenilen 12 yılın sadece 5 yılının Kasım ayında erozyon oluşturacak şiddette yağışlar oluşturmasına karşın, bu yağışların uzun yıllık ortalaması oldukça yüksektir ve 289.25 $MJ\ mm\ ha^{-1}\ sa^{-1}\ yıl^{-1}$ (%14.40) değerini almıştır. En yüksek ExI_{30} değeri de bu ayda olmuştur. I., II., III. ve XII. aylarda (Ocak, Şubat, Mart ve Aralık) aylarında erozyon oluşturma şiddetinde, yani yağış enerjisi hesaplamalarına temel oluşturabilecek bir yağış kaydına rastlanılmamıştır. Kar yağışları YETKE-R hesaplamalarına konu edilmemiştir (Renard *et al.* 1997). Fakat kar yağışları yıllık veri setinden uzaklaştırıldığında, Coeley *et al.* (1988) YETKE-R değerinin %5–34 düşme olduğunu belirtmişlerdir. Açık ki, YETKE-R etmenini yağış ve yüzey akış etmeni olarak tanımlandığına göre ve kar erimelerinin de yüzey ve parmak akış miktarını önemli ölçülerde etkileyebileceği düşünülürse, kar yağışlarının bir şekilde hesaplara katılması gerekmektedir.

Burdur ve Isparta iklim istasyonlarına ilişkin eklenik %ExI₃₀ bulguları Şekil 4.2 ve 4.3'te verilmiştir. Şekil 4.2 incelendiğinde, yatay kesitler ilgili aylarda ExI₃₀ değerlerinde bir değişiklik olmadığını ve buna karşın, eğrinin dikleştiği ay diğerlerinin yıllık ExI₃₀ hesaplarına en yüksek katkıları yaptığını ifade etmektedir. Bu durumda, Burdur iklim istasyonunda eklenik eğri XII. aydan III. aya değin yatay olarak seyir etmiş ve VII. ile VIII. aylardaki eğimi diğer aylara nazaran oldukça düşük olmuştur. YETKE-R değerleri ETKE-R değerleri ile karşılaştırıldığında, ETKE-R değerlerinin III. ve V. aylar ile VIII. ve IX. aylar boyunca YETKE-R'den daha düşük olmuştur. Diğer aylarda ise iki eğri oldukça benzer bir gelişme göstermiştir.

Isparta iklim istasyonuna ait Şekil 4.3 incelendiğinde de, eğrinin dikleştiği aylarda diğerlerinin yıllık ExI₃₀ hesaplarına en yüksek katkıları yaptığı görülmektedir. YETKE-R değerleri ETKE-R değerleri ile karşılaştırıldığında, ETKE-R değerlerinin III. ve IV. ile VIII. ve X. aylar boyunca YETKE-R'den daha düşük olmuştur. Diğer aylarda ise iki eğri oldukça benzer bir gelişme göstermiştir.



Şekil 4.2 Burdur'a ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği



Şekil 4.3 Isparta'ya ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği

4.2. Doğu Anadolu Bölgesi

Bölgenin denizlere uzak olması ve yükseltisinin fazla olması nedeniyle, Doğu Anadolu Bölgesi'nde karasal iklim etkilidir. Kışlar çok soğuk ve kar yağışlı, yazlar yükseklerde serin alçak yerlerde sıcak geçmektedir. Kış mevsimi uzun ve yaz mevsimi çok kısadır. Bölge içi yıllık sıcaklık farkının en çok olduğu bölge olan Doğu Anadolu Bölgesi'nde yaz sıcaklık ortalaması yaklaşık 20°C' dir (Anonim 2008).

Bölgenin coğrafik yapısı çok farklı ve engebeli olduğu için, meydana gelen yağışlar farklı miktar ve özellik arz etmektedir. Batı kısmında en fazla yağış kış aylarında meydana gelirken, doğu kısmında en fazla yağış ilkbahar aylarında meydana gelmektedir. Bölgenin ortalama yıllık yağışı 600 mm civarındadır. Bölgenin güneyinde yağışlar 1000 mm' ye kadar ulaşırken, kuzeyinde ve doğusunda 250–500 mm civarındadır.

YETKE-R hesaplarının yapıldığı Doğu Anadolu Bölgesi' ne ait toplam 38 adet yağış istasyonlarının adları şunlardır; Ağın, Ağrı, Arpaçay, Arapgir, Balaban, Başkale, Bingöl, Bitlis, Cizre, Doğanşehir, Doğubayazıt, Elazığ, Erciş, Erzincan, Erzurum, Gevaş, Hakkâri, Hınıs, Horasan, Iğdır, Karaköse, Kars, Keban, Maden, Malatya, Malazgirt, Muş, Oltu, Özalp, Palu, Sarıkamış, Solhan, Tatvan, Tercan, Tortum, Tunceli, Van ve Yüksekova.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde, 1993–2004 yılları arasında uzun yıllar ortalaması olarak gerçekleşen yağışların, aylar itibariyle incelenmesi neticesinde, istasyonlar bazında yağışın en fazla görüldüğü ayın, Mayıs ayı olduğu görülmüştür. Mayıs ayından sonra, yoğunluğu sırasıyla Nisan, Haziran, Ekim ve Eylül ayları takip etmektedir.

Geriye kalan aylar da ise bölgeye ait istasyonlarda herhangi bir yağış verisi kayıt edilmemiştir. Haziran ve Ekim arasındaki dönemlerin yağışsız geçtiği (sadece Eylül ayında Balaban İstasyonunda yağış gözlenmiştir), Kasım'dan Mart aylarına kadar ise yine yağışın olmadığı veya toprağın karla örtülü olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.5 Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI₃₀ değerini aldığı aylar

| No | Ay | İstasyon Adı |
|----|---------|--|
| 1 | Ocak | - |
| 2 | Şubat | - |
| 3 | Mart | - |
| 4 | Nisan | Bingöl, Cizre, Elazığ, Erzincan, Iğdır, Karaköse, Keban, Maden, Malatya, Palu, Tunceli. |
| 5 | Mayıs | Ağrı, Arapgir, Arpaçay, Başkale, Bitlis, Doğanşehir, Erciş, Hakkâri, Kars, Malazgirt, Muş, Solhan. |
| 6 | Haziran | Erzurum, Hınıs, Horasan, Sarıkamış, Oltu, Özalp, Tercan, Tortum. |
| 7 | Temmuz | - |
| 8 | Ağustos | - |
| 9 | Eylül | Balaban. |
| 10 | Ekim | Ağın, Doğubeyazıt, Gevaş, Tatvan, Van, Yüksekova. |
| 11 | Kasım | - |
| 12 | Aralık | - |

Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan istasyonların ay ölçeğinde gözlenen en yüksek ExI₃₀ değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Buna göre, bölgede erozyona neden olan yağışların çoğu Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında olmuştur. Ayrıca, Ekim ayı da iklimsel erozyon tehlikesinin olduğu bir dönemi temsil etmektedir. Açıktır ki, hem ilkbahar hem de sonbahar aylarında, bitkisel örtünün en zayıf olduğu ve toprağın erozyona duyarlılığının en fazla olduğu dönemlerde enerji ve şiddeti en yüksek olan yağışlar Doğu Anadolu Bölgesi'nde görülmektedir. Bu da, bölgede toprak korumalı tarım yöntemlerinin (sıfır toprak işleme, azaltılmış toprak işleme veya anız üzerinde ekim-dikim işlemleri, eğime dik toprak işleme, şeritsel tarımsal üretim sistemleri, çevirme kanalları veya teraslar vd.) uygulamasının kaçınılmazlığını ifade etmektedir.

YETKE tahmin metodolojisi, artık yöntemi ile yalnız yağmur damlalarının doğrudan toprağa belirli bir enerji aktarmasını önlemeyi değil, toprak fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesini de, örneğin toprak kümeleşmesini iyileştirmek, su geçirgenliğini arttırarak yüzeyakışların azalması da amaçlanmaktadır.

Yani YETKE, yağış, toprak ve arazi kullanımı arasındaki karşılıklı etkileşimleri dinamik bir şekilde değerlendirmeyi hedefler. Bu etki, üstü kapalı olarak YETKE-K ve YETKE-C hesaplarında göz önünde bulundurulur ki, ExI_{30} 'nın bunlar üzerine etkisi Eş. [4.3] ve Eş. [4.4] ile verilmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesi'ne ait 38 adet yağış istasyonunda belirlenen en yüksek ExI_{30} değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. En yüksek YETKE-R değeri Ağrı (548.007 MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹), en düşük değeri Yüksekova (207.602 MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹) vermiştir. Bunun yanı sıra ETKE-R ile YETKE-R değerleri karşılaştırıldığında, güncellenmiş değerlerin ETKE-R değerlerinden çok yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6 Doğu Anadolu Bölgesi'nin en yüksek ExI₃₀ değerleri (MJ. ha⁻¹. mm. sa⁻¹)

| No | İstasyon Adı | ETKE-R Değeri | YETKE –R Değeri | YETKE-R / ETKE-R |
|----|----------------------|---------------|-----------------|------------------|
| 1 | Ağın (Elazığ) | - | 503.524 | - |
| 2 | Ağrı | - | 548.007 | - |
| 3 | Arapgir (Malatya) | - | 541.736 | - |
| 4 | Arpaçay (Kars) | - | 527.934 | - |
| 5 | Balaban (Malatya) | - | 247.847 | - |
| 6 | Başkale (Van) | - | 487.685 | - |
| 7 | Bingöl | 106.038 | 534.851 | 5.04 |
| 8 | Bitlis | 77.659 | 378.702 | 4.88 |
| 9 | Cizre (Şırnak) | - | 369.611 | - |
| 10 | Doğanşehir (Malatya) | - | 288.147 | - |
| 11 | Doğubayazıt (Ağrı) | - | 394.645 | - |
| 12 | Elazığ | 67.805 | 410.319 | 6.05 |
| 13 | Erciş (Van) | - | 408.923 | - |
| 14 | Erzincan | 52.895 | 429.012 | 8.11 |
| 15 | Erzurum | 84.041 | 383.928 | 4.57 |
| 16 | Gevaş (Van) | - | 329.097 | - |
| 17 | Hakkâri | 251.178 | 295.672 | 1.17 |
| 18 | Hınıs (Erzurum) | - | 332.387 | - |
| 19 | Horasan (Erzurum) | - | 266.789 | - |
| 20 | Iğdır | - | 241.125 | - |
| 21 | Karaköse (Ağrı) | - | 488.702 | - |
| 22 | Kars | - | 324.891 | - |
| 23 | Keban (Elazığ) | - | 436.725 | - |
| 24 | Maden (Elazığ) | - | 318.642 | - |
| 25 | Malatya | 103.701 | 294.877 | 2.84 |
| 26 | Malazgirt (Muş) | - | 296.782 | - |
| 27 | Muş | - | 320.113 | - |
| 28 | Oltu (Erzurum) | - | 247.781 | - |
| 29 | Özalp (Van) | - | 230.128 | - |
| 30 | Palu (Elazığ) | - | 270.366 | - |
| 31 | Sarıkamış (Kars) | - | 252.621 | - |
| 32 | Solhan (Bingöl) | - | 342.522 | - |
| 33 | Tatvan (Bitlis) | - | 300.169 | - |
| 34 | Tercan (Erzincan) | - | 225.789 | - |
| 35 | Tortum (Erzurum) | - | 248.662 | - |
| 36 | Tunceli | - | 320.159 | - |
| 37 | Van | 90.166 | 222.488 | 2.47 |
| 38 | Yüksekova (Hakkâri) | - | 207.602 | - |

* (-) simgesi, ETKE-R (Doğan 2002), 1993–2004 yılları arasında bir hesaplamının olmadığını göstermektedir.

Dikkat edilirse, Doğu Anadolu Bölgesi'nde sadece 8 adet yağış istasyonunun ETKE-R değeri mevcuttur. Yeni veriler ile karşılaştırıldıklarında ise, yaklaşık olarak en az iki kat farklılık ortaya çıkmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi, bu sonuç, iki yöntem ile birbirinin en az iki katı olan iki farklı toprak kaybı (A , $\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$) tahmin edileceğini gösterir, diğer yandan aradaki fark sekiz kata kadar çıkabilmektedir (Çizelge 4.6 Erzincan YETKE-R/ETKE-R oranı). Çarpıcı bir şekilde, ETKE iklimsel erozyon tehlikesini düşük hesaplamıştır. Bu doğrudan bölgedeki tarım yöntemlerinin tasarlanmasını etkileyecektir. Bunun nedeni elverişli yağış verisi ile bağdaştırılabilir. ETKE-R/YETKE-R değeri her yıl içerisinde oluşan belirli bir şiddetin üzerindeki yağışların değerlendirilmesini gerektirir (Eş.[4.7]).

$$ETKE - R / YETKE - R = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{12} \sum_{k=1}^n (ExI_{30})_{ijk} \quad [4.7]$$

Burada, $i: 1 \dots \dots N$, ETKE-R/YETKE-R hesaplarının yapıldığı yıl sayısı,

$j: 1 \dots \dots 12$, ay sayısı,

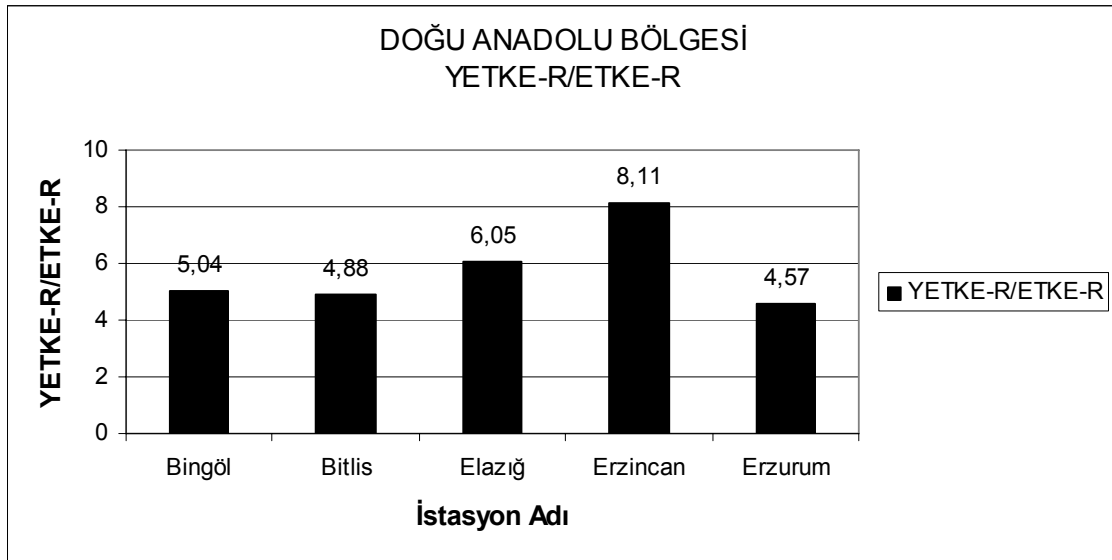
$k: 1 \dots \dots n$, herhangi bir yıl içerisinde oluşan ve erozyon oluşturma gücü olan yağışların sayısıdır.

ETKE-R/YETKE-R hesaplarına konu olabilecek yağışların özellikleri detaylı bir şekilde "Materyal ve Yöntem" bölümünde açıklanmıştır.

Eş.[4.7], ETKE-R/YETKE-R hesaplamalarının ne kadar veri ve iş yoğunluklu olduğunu gösterir (Hudson 1965, Mc Gregor and Mutchler 1977, Wischmeir and Smith 1978, Meyer 1981, Kinnell 1981, Mualem and Assouline 1986, 1989, Mc Isaac 1990, Sharma *et al.* 1991, Gabriels *et al.* 2003), bilhassa yağışların kinetik enerjisi ve 30 dakikalık en yüksek şiddetinin hesaplanabilmesi için gerekli yağış-ölçer verilerinin Avrupa ülkelerinde dahi yeterli olmadığını bildirmişlerdir. Hesaplama yöntemlerinin farklılığının dışında Türkiye ETKE-R verileri, ya gerekli gelişmiş yağış-ölçerlerin olmayışı ya da yeterli yağış istasyonu ölçüm değerlerinin eksik olmasından dolayı

yeterli değildir. Ek olarak, bu tez kapsamında elde edilen 252 iklim istasyonu verilerinin de yeni istasyonlar verileri ve daha gelişkin yağış-ölçer verileri ile güncellenmesi her zaman yapılmalıdır.

Doğu Anadolu Bölgesi YETKE-R hesaplamaları ile bir yandan ETKE-R (Doğan 2002) değerleri güncellenmiş ve diğer yandan bölgede açılan diğer iklim istasyonlarının da YETKE-R değerleri belirlenmiştir, veri tabanı, 8 iklim istasyonu yerine 38 adet iklim istasyonu verilerine dayandırılmıştır. Daha fazla noktasal veriye dayandırılarak elde edilen YETKE-R yüzeyleri konumsal olarak daha doğru ve sağlıklı sonuçlar verecektir (Craven and Wahba 1979, Hutchinson 1991, 1995, 2001, Apaydin *et al.* 2006, Bayramin *et al.* 2006).



Şekil 4.4 Doğu Anadolu Bölgesi'nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları

Çizelge 4.6 temel alınarak, Doğu Anadolu Bölgesi'ne ait YETKE-R /ETKE-R değerinin en yüksek olduğu istasyonlara ilişkin bilgiler Şekil 4.4'te yer almaktadır. Bu değerler sırasıyla, Erzincan (8.11), Elazığ (6.05), Bingöl (5.04), Bitlis (4.88) ve Erzurum (4.57)'dir. Erzincan ve Elazığ için bu değerlerin oldukça büyük olduğu gözlenmiştir.

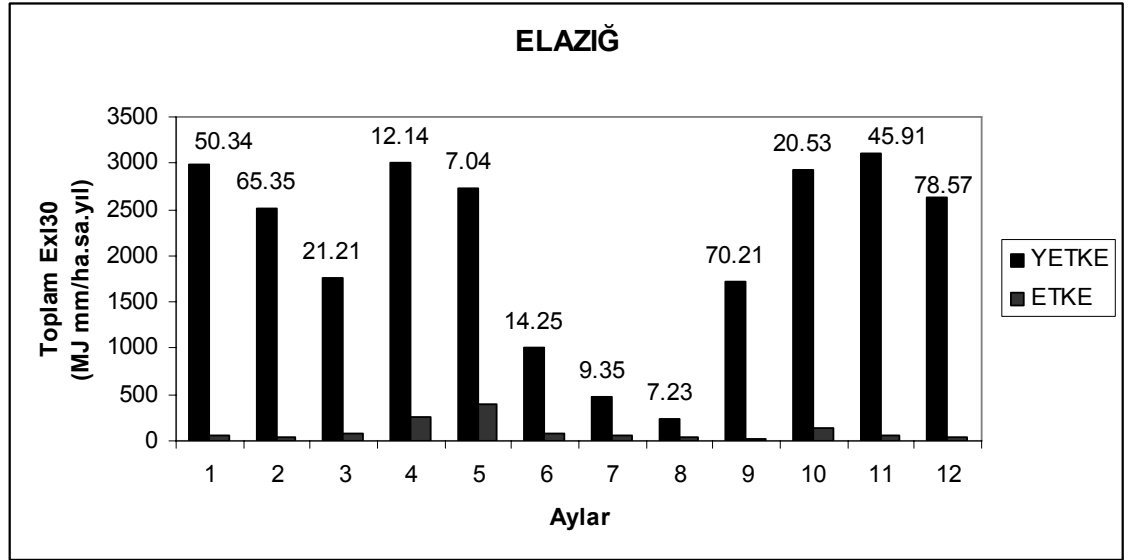
Elazığ ve Erzincan iklim istasyonlarına ait ortalama aylık dağılımlar olarak, toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri sırasıyla Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir. Bu istasyonların enlem, boylam ve yükseklik olarak koordinat bilgileri Çizelge 3.1'de yer almaktadır.

Çizelge 4.7 ve 4.8'de YETKE-R indislerinin altında parantezler içerisinde verilen değerler Doğan (2002) tarafından yapılan ETKE-R indisleri değerleridir. Aynı zamanda YETKE-R ve ETKE-R değerleri, yayınlanma kaynaklarında farklı enerji birimlerinde verildiği için, bu tez kapsamında, [$\text{metrik-ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$] birimlerinde verilen ETKE-R değerleri [$\text{MJ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$] birimine çevrilerek YETKE-R değeri ile karşılaştırılabilir bir hale getirilmiştir (Renard *et al.* 1997, Doğan 2002).

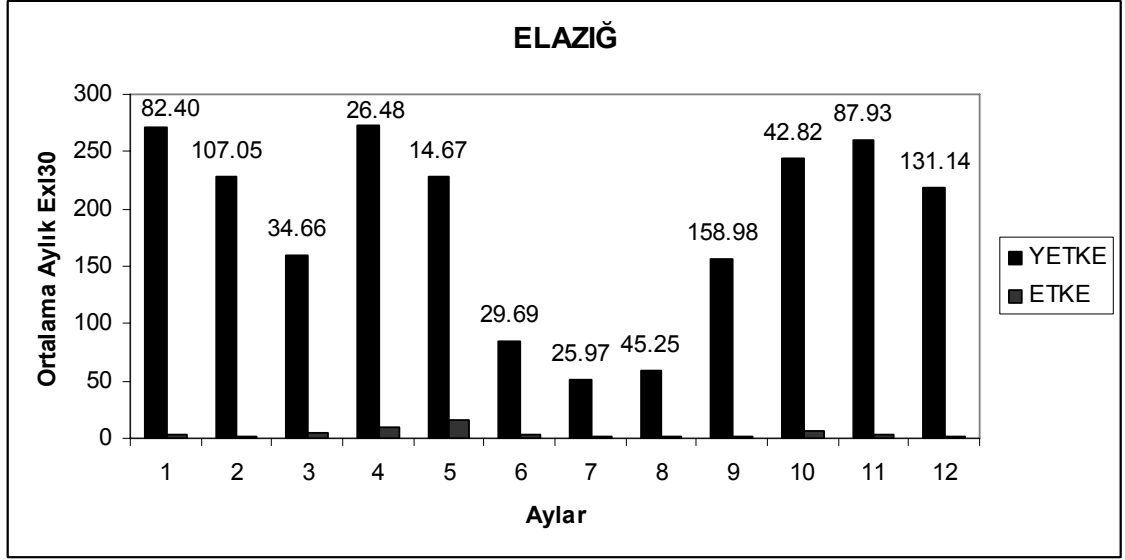
Doğu Anadolu Bölgesi'nde, ETKE ve YETKE yağış şiddeti ve enerjisi hesaplamaları yönünden, en çarpıcı farklılığı Elazığ iklim istasyonu vermiştir. 1993-2004 yıllarında oluşan "toplam ExI_{30} " değerlerine bakıldığında, YETKE-R değeri $25077.73 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ sa}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ ve ETKE-R değeri $1237.21 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ sa}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ olduğu görülecektir (Çizelge 4.7). Bu iki değer farklılığı gerçekten çok yüksektir ve oranı [$25077.73/1237.21$] yaklaşık olarak "20"dir. Başka bir şekilde açıklanacak olursa, 1993-2004 yılları arasında gelen yağışlar daha öncekilerden 20 katı daha fazla toprak yüzeyine enerji aktarmışlardır. ETKE-R ve YETKE-R değerlerinin zamansal analizi yapıldığında ise, farklılıkların çok daha önemli olduğu açık bir şekilde görülecektir. Örneğin YETKE-R toplam ExI_{30} değeri yaklaşık olarak 12 yıl içerisinde oluşan yağışların enerji akışı iken, ETKE-R toplam ExI_{30} değeri 25 yılda oluşan toplamı vermektedir. Bu durumda, hem YETKE-R hem de ETKE-R'nin değerlendirilmelerine

temel olan yıl sayısı ile ortalamaları alınır, sırasıyla $2232.59 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ sa}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ ve $53.28 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ sa}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ nicelikleri bulunacaktır. Uzun yıllık ortalama olarak bulunan bu enerji akış değerlerinin oranı ise yaklaşık olarak “42”dir ($2232.59/53.28$).

Daha önce de ayrıntılı bir şekilde belirtildiği gibi, iki hesaplama arasında büyük oranlarda meydana gelen farklılıkların, sadece iklim değişikliğinden değil, yağış ölçüm teknolojilerinin çok gelişmiş olmasından dolayı daha fazla yağış kaydı yapılmasından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Hesaplamalardaki değişimlerin yıl içerisinde dağılımları da farklılık göstermiştir (Şekil 4.5 ve 4.6).



Şekil 4.5 Elazığ iklim istasyonuna ait ETKE ve YETKE “toplam ExI₃₀” indislerinin aylık değerler olarak yıl içerisindeki dağılımlarının karşılaştırılması



Şekil 4.6 Elazığ iklim istasyonuna ait ETKE ve YETKE “ortalama aylık ExI₃₀” İndislerinin aylık değerler olarak yıl içerisindeki dağılımlarının karşılaştırılması

Çizelge 4.7 Elazığ iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)

1957-1961-1963-1982 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| Yıl Sayısı | 11 (18)* | 11 (18) | 11 (18) | 11 (24) | 12 (25) | 12 (25) | 9 (25) | 4 (25) | 11 (25) | 12 (25) | 12 (23) | 12 (20) | YILLIK |
| Toplam ExI₃₀ | 2991.01 (59.41) | 2508.21 (38.38) | 1750.15 (82.53) | 3000.45 (247.20) | 2735.62 (388.35) | 1008.22 (70.73) | 465.29 (49.78) | 235.34 (32.52) | 1713.86 (24.41) | 2928.58 (142.66) | 3112.85 (67.80) | 2628.16 (33.45) | 25077.73 (1237.21) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | 271.91 (3.30) | 228.02 (2.13) | 159.11 (4.59) | 272.77 (10.30) | 227.97 (15.53) | 84.02 (2.83) | 51.70 (1.99) | 58.83 (1.30) | 155.81 (0.98) | 244.05 (5.71) | 259.40 (2.95) | 219.01 (1.67) | 2232.59 (53.28) |
| % ExI₃₀ | 12.18 (6.20) | 10.21 (4.00) | 7.13 (8.61) | 12.22 (19.33) | 10.21 (29.16) | 3.76 (5.31) | 2.32 (3.74) | 2.64 (2.44) | 6.98 (1.83) | 10.93 (10.71) | 11.62 (5.53) | 9.81 (3.14) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | 12.18 (6.20) | 22.39 (10.20) | 29.52 (18.81) | 41.74 (38.14) | 51.95 (67.30) | 55.71 (72.61) | 58.03 (76.35) | 60.66 (78.79) | 67.64 (80.62) | 78.57 (91.33) | 90.19 (96.87) | 100.00 (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | 351.81 (31.23) | 289.74 (10.75) | 200.17 (12.42) | 410.32 (65.30) | 284.98 (67.80) | 107.65 (19.13) | 88.12 (49.78) | 102.79 (29.99) | 288.64 (7.02) | 332.86 (21.22) | 323.79 (10.33) | 275.84 (8.04) | 410.32 (67.80) |

*Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).

Çizelge 4.8 Erzincan iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)

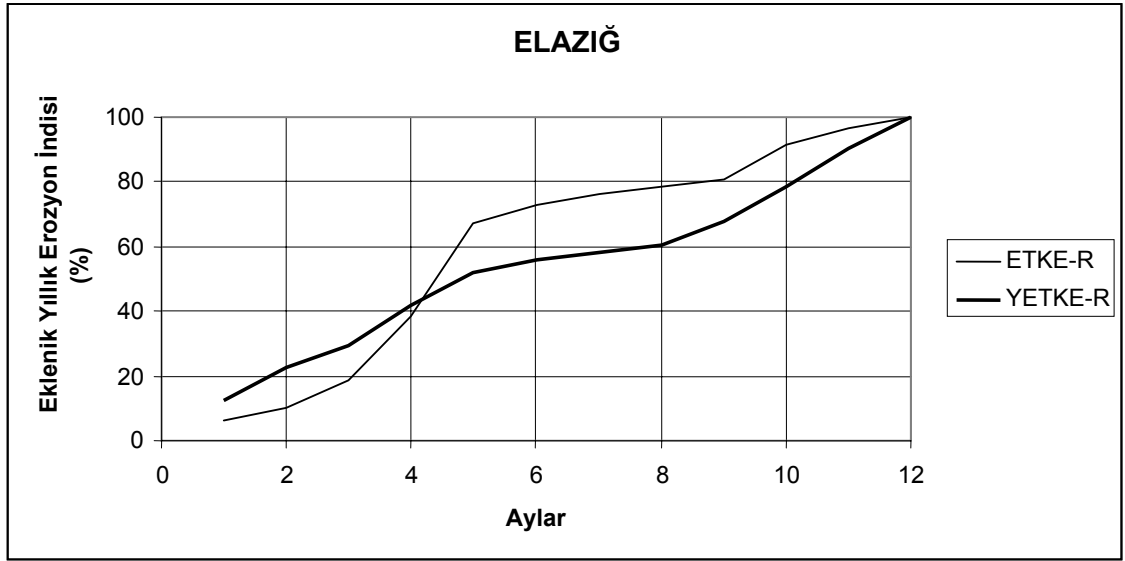
1957-1981 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| Yıl Sayısı | - (11)* | - (11) | - (11) | 7 (20) | 12 (25) | 12 (25) | 11 (25) | 12 (25) | 12 (25) | 11 (25) | 1 (11) | - (11) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | - (3.25) | - (20.66) | - (23.73) | 1954.00 (65.06) | 2726.02 (175.05) | 2260.42 (149.60) | 1120.70 (172.15) | 1410.82 (38.54) | 1218.82 (46.80) | 1742.88 (82.08) | 0.99 (26.34) | - (10.39) | 12434.65 (813.65) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | - (0.29) | - (1.88) | - (2.16) | 279.14 (3.25) | 227.17 (7.00) | 188.37 (5.98) | 101.88 (6.88) | 117.57 (1.54) | 101.57 (1.87) | 158.44 (3.28) | 0.99 (2.39) | - (0.94) | 1175.13 (37.49) |
| % ExI₃₀ | - (0.79) | - (5.01) | - (5.75) | 23.75 (8.68) | 19.33 (18.68) | 16.03 (15.96) | 8.67 (18.37) | 10.00 (4.11) | 8.64 (4.99) | 13.48 (8.76) | 0.08 (6.39) | - (2.52) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | - (0.79) | - (5.80) | - (11.55) | 23.75 (20.23) | 43.09 (38.91) | 59.12 (54.87) | 67.79 (73.23) | 77.79 (77.35) | 86.43 (82.34) | 99.92 (91.10) | 100.00 (97.48) | 100.00 (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | - (2.57) | - (8.52) | - (8.48) | 429.01 (7.38) | 274.76 (14.31) | 245.99 (49.15) | 168.82 (52.89) | 144.73 (20.58) | 135.52 (11.33) | 194.62 (6.88) | 0.99 (4.19) | - (8.47) | 429.01 (52.89) |

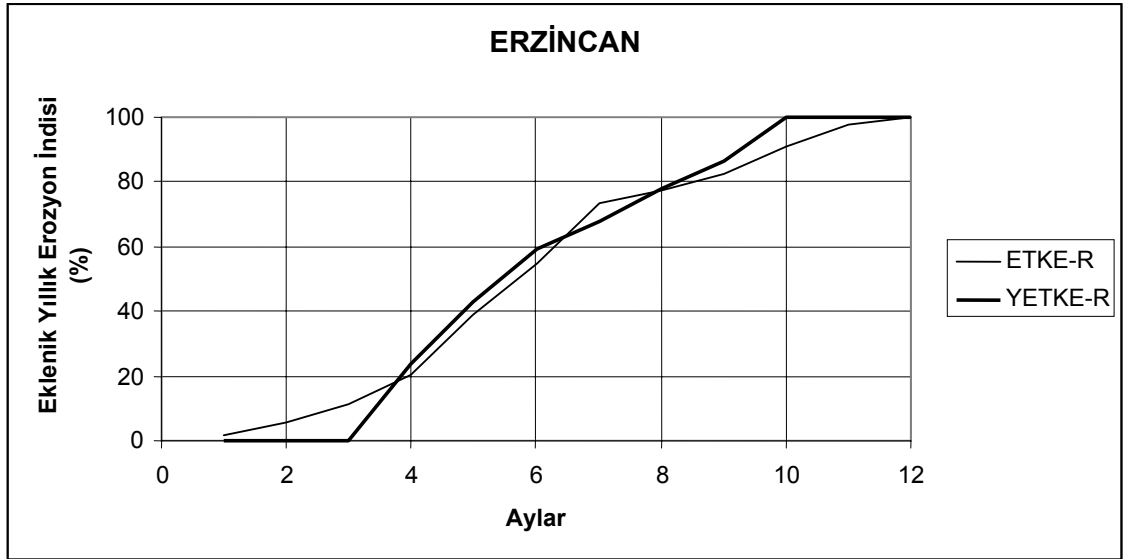
* Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Elazığ ve Erzincan iklim istasyonlarına ait ETKE ve YETKE eklenik yıllık erozyon indisi eğrileri sırasıyla Şekil 4.7 ve 4.8'de verilmiştir ve ilgili ayrıntılı sayısal değerler için Çizelge 4.7 ve 4.8'e bakınız. Bu eğriler yağış enerji akışının sayısal büyüklüğünün bağımsız olarak, enerji akışının yıllık dağılımı ve aylar temelinde katkı payının ne kadar olduğu hakkında bilgi vermektedir. Hem Elazığ hem de Erzincan iklim istasyonlarında ETKE ve YETKE eğrilerinin gelişimi ve eğimi benzerlik göstermektedir. Ancak, Elazığ istasyonunda erozyon yağışlarının dönemsel katkısı açısından ETKE ve YETKE eğrileri yönünden önemli bir değişiklik ortaya çıkmıştır. Örneğin 5. ayın sonunda yağış eklenik yüzdeleri ETKE ve YETKE için sırasıyla 67.30 ve 51.95'tir. Bu değerler 8. ayın sonunda 78.79 ve 60.66 olarak belirlenmiştir.

Yaklaşık olarak 5. ayda %15 ve 8 inci ayda %18'lik bir fark ortaya çıkmıştır. Yani 8. aya kadar, ETKE-R'nin yıllık toplama katkısı %80'lere ulaşırken, YETKE'de ancak %60'ına ulaşmıştır. Bu, şu anlama gelmektedir; 8 inci aydan sonra YETKE-R'nin toplama katkısı daha büyüktür ($100-60.66=39.34$) ve 12 nci aya kadar doğrusal bir değişim ile gelişim göstermektedir (Şekil 4.7). Yine bu analizler göstermiştir ki, güncel hesaplamalar ile sonbahar aylarında (Eylül-Ekim-Kasım) korumalı tarım yöntemlerinin yörede kullanılması önemlidir. Kuru tarım sistemleri için anız bırakma, anız üzerine ekim, azaltılmış veya sıfır toprak işleme yöntemleri, bu aylarda uygulanabilecek toprak ve su koruma uygulamaları olarak hemen akla gelmektedir.



Şekil 4.7 Elazığ'a ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği



Şekil 4.8 Erzincan'a ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği

4.3 Ege Bölgesi

Türkiye'nin batısında bulunan Ege Bölgesi adını komşu denizden almaktadır. Bölgenin kuzeyinde Marmara Denizi, doğusunda İç Anadolu Bölgesi, güneyinde Akdeniz Bölgesi ve batısında Ege Denizi yer almaktadır. Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu ve Marmara Bölgesi'nden sonra en küçük 3. bölgesidir.

Ege Bölgesi'nde Akdeniz İklimi etkilidir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Don olayına çok nadir rastlanmaktadır. Ancak, yağış ve sıcaklık değerleri güneyden kuzeye doğru farklılık göstermektedir.

YETKE-R hesaplarının yapıldığı, Ege Bölgesi'ne ait toplam 37 adet yağış istasyonlarının adları şunlardır; Acıpayam, Afyon, Akhisar, Aydın, Bergama, Bodrum, Bolvadin, Bornova, Çeşme, Dalaman, Datça, Demirci, Denizli, Didim, Dikili, Dinar, Emirdağ, Fethiye, Gediz, Güney, İzmir, Köyceğiz, Kuşadası, Kütahya, Manisa, Marmaris, Milas, Muğla, Nazilli, Ödemiş, Salihli, Seferihisar, Selçuk, Simav, Sultanhisar, Tavşanlı ve Uşak.

Ege Bölgesi'nde, 1993-2004 yılları arasında uzun yıllar ortalaması olarak gerçekleşen yağışların, aylar itibariyle incelenmesi neticesinde istasyonlar bazında yağışın en fazla görüldüğü ay, Mayıs ayıdır. Mayıs ayından sonra, yoğunluğu sırasıyla Nisan, Kasım ve Aralık ayları takip etmektedir. Geriye kalan aylar da ise bölgeye ait istasyonlarda daha az bir yağış verisine rastlanılmış (Ocak, Şubat, Haziran ve Ekim); Mart, Temmuz ve Ağustos aylarında ise hiç yağış kayıt edilmemiştir.

Ege Bölgesi'nde yer alan istasyonların ay ölçeğinde ExI_{30} değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Buna göre, bölgede erozyona neden olan yağışların çoğu Nisan, Mayıs ve Kasım aylarında olmuştur. Ayrıca, Ocak ve Aralık ayları da iklimsel erozyon tehlikesinin olduğu bir dönemi temsil etmektedir.

Çizelge 4.9 Ege Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI₃₀ değerini aldığı aylar

| No | Ay | İstasyon Adı |
|----|---------|---|
| 1 | Ocak | Datça, Dikili, İzmir. |
| 2 | Şubat | Bornova. |
| 3 | Mart | - |
| 4 | Nisan | Aydın, Bergama, Köyceğiz, Manisa, Nazilli, Seferihisar, Sultanhisar. |
| 5 | Mayıs | Acıpayam, Afyon, Akhisar, Dinar, Emirdağ, Gediz, Kuşadası, Selçuk, Simav, Tavşanlı, Uşak. |
| 6 | Haziran | Salihli. |
| 7 | Temmuz | - |
| 8 | Ağustos | - |
| 9 | Eylül | Kütahya, Milas. |
| 10 | Ekim | Bolvadin. |
| 11 | Kasım | Bodrum, Dalaman, Denizli, Fethiye, Güney, Marmaris, Ödemiş. |
| 12 | Aralık | Çeşme, Demirci, Didim. |

Ege Bölgesi'ne ait 38 adet yağış istasyonunda belirlenen en yüksek ExI₃₀ değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. En yüksek YETKE-R değeri Marmaris (997.516 MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹), en düşük değeri ise Afyon (162.846 mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹) vermiştir. Bunun yanı sıra ETKE-R ile YETKE-R değerleri karşılaştırıldığında, güncellenmiş değerlerin ETKE-R değerlerinden çok yüksek olduğu belirlenmiştir.

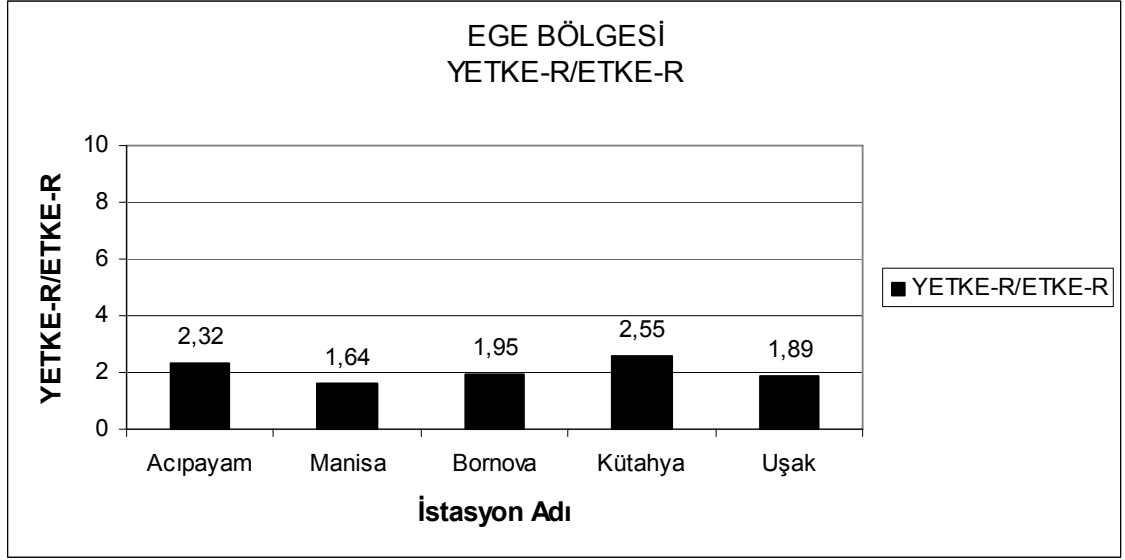
Doğu Anadolu Bölgesi karasal iklimi ile karşılaştırıldığında, Ege Bölgesi yağışlarının yıl içerisindeki dağılımı daha sürekli (Çizelge 4.10). Ayrıca bölge iklimi, alanlarda ikinci ürün alınmasına da elverişli olduğu için, toprak korumalı tarım sistemleri kullanıldığında toprak yüzeyi yıl içerisinde zamansal olarak daha fazla bitkisel örtü ile kaplı olacaktır.

Bu yüzden, iklim ve arazi kullanımı etkileşimleri erozyon önleme açısından olumlu olacaktır. Ancak, eğer toprak korumalı bitkisel üretim yöntemleri uygulanmadığında, toprak işlemlerin birim alandaki yoğunluğu artmış olacağından, toprakların erozyona duyarlılığının daha da artabileceğini bekleyebiliriz.

Çizelge 4.10 Ege Bölgesi'nin en yüksek ExI₃₀ değerleri (MJ. ha⁻¹. mm. sa⁻¹)

| No | İstasyon Adı | ETKE-R Değeri | YETKE –R Değeri | YETKE-R / ETKE-R |
|----|---------------------|---------------|-----------------|------------------|
| 1 | Acıpayam (Denizli) | 83.318 | 193.421 | 2.32 |
| 2 | Afyon | 151.128 | 162.846 | 1.08 |
| 3 | Akhisar (Manisa) | 227.560 | 268.426 | 1.17 |
| 4 | Aydın | 183.181 | 207.603 | 1.13 |
| 5 | Bergama (İzmir) | - | 210.152 | - |
| 6 | Bodrum (Muğla) | 635.388 | 746.304 | 1.17 |
| 7 | Bolvadin (Afyon) | - | 278.321 | - |
| 8 | Bornova (İzmir) | 464.580 | 567.808 | 1.22 |
| 9 | Çeşme (İzmir) | - | 258.429 | - |
| 10 | Dalaman (Muğla) | - | 242.476 | - |
| 11 | Datça (Muğla) | - | 326.195 | - |
| 12 | Demirci (Manisa) | - | 225.432 | - |
| 13 | Denizli | 172.623 | 251.705 | 1.46 |
| 14 | Didim (Aydın) | - | 224.381 | - |
| 15 | Dikili (İzmir) | 282.942 | 322.165 | 1.14 |
| 16 | Dinar (Afyon) | - | 203.727 | - |
| 17 | Emirdağ (Afyon) | - | 209.962 | - |
| 18 | Fethiye (Muğla) | 717.732 | 824.540 | 1.15 |
| 19 | Gediz (Kütahya) | - | 422.561 | - |
| 20 | Güney (Denizli) | - | 360.064 | - |
| 21 | İzmir - Güzelyalı | 462.495 | 680.714 | 1.47 |
| 22 | Köyceğiz (Muğla) | 608.292 | 653.846 | 1.07 |
| 23 | Kuşadası (Aydın) | - | 519.133 | - |
| 24 | Kütahya | 206.505 | 527.342 | 2.55 |
| 25 | Manisa | 258.681 | 424.866 | 1.64 |
| 26 | Marmaris (Muğla) | 990.398 | 997.516 | 1.01 |
| 27 | Milas (Muğla) | - | 438.542 | - |
| 28 | Muğla | 368.299 | 415.849 | 1.13 |
| 29 | Nazilli (Aydın) | - | 326.587 | - |
| 30 | Ödemiş (İzmir) | - | 481.292 | - |
| 31 | Salihli (Manisa) | - | 437.515 | - |
| 32 | Seferihisar (İzmir) | - | 445.709 | - |
| 33 | Selçuk (İzmir) | - | 547.329 | - |
| 34 | Simav (Kütahya) | - | 442.328 | - |
| 35 | Sultanhisar (Aydın) | - | 450.494 | - |
| 36 | Tavşanlı (Kütahya) | - | 538.709 | - |
| 37 | Uşak | 111.401 | 210.027 | 1.89 |

* (-) simgesi, ETKE-R (Doğan 2002), 1993–2004 yılları arasında bir hesaplamanın olmadığını göstermektedir.

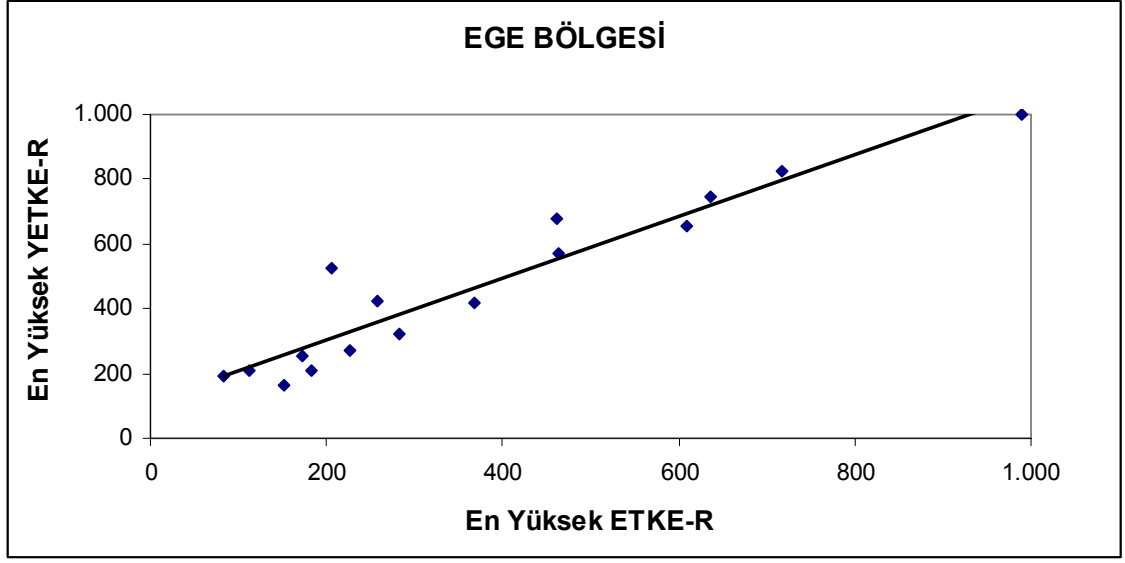


Şekil 4.9 Ege Bölgesi’nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları

Çizelge 4.10 temel alınarak, Ege Bölgesi’ne ait YETKE-R /ETKE-R değerinin en yüksek olduğu istasyonlara ilişkin bilgiler Şekil 4.9’da yer almaktadır. Bu değerler sırasıyla, Kütahya (2.55), Acıpayam (2.32), Bornova (1.95), Uşak (1.89) ve Manisa (1.64)’dır. Diğer taraftan, şekilde yer alan bütün istasyonlar için hesaplanılan değerlerin, birbirine yakın değerler olduğu gözlenmiştir.

Akdeniz ve Doğu Anadolu Bölgesi’nden daha küçük yüz ölçümüne sahip olmasına karşın, Ege Bölgesi bu bölgelerden daha fazla ETKE-R iklim istasyonu verisine sahiptir. ETKE-R ve YETKE-R değerlerindeki farklılıkların da görece olarak daha düşük olması, Ege Bölgesi’nde iyi bir yağış veri tabanı olduğunu da kısmen göstermektedir.

Çizelge 4.11 ve 4.12’de sırasıyla Acıpayam ve Kütahya iklim istasyonlarına ait ortalama aylık dağılımlar olarak, toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri verilmiştir. Bu istasyonların enlem, boylam ve yükseklik olarak koordinat bilgileri Çizelge 3.1’de yer almaktadır.



Şekil 4.10 Ege Bölgesi ETKE-R ve YETKE-R değerlerine sahip iklim istasyonlarının en yüksek ExI_{30} indisi yönünden karşılaştırılması

Ege Bölgesi'nde hem ETKE-R hem de YETKE-R değerlerinin uzun yıllık verilerinden hesaplandığı iklim istasyonlarının en yüksek ExI_{30} indisi açısından karşılaştırılması Şekil 4.10'da verilmiştir. Noktasal dağılım grafiği ve doğrusal regresyon eğrisi, ilgili indis değerlerinin iki farklı yöntem ile saptanması önemli farklılıkların olmadığına işaret etmektedir.

Çizelge 4.11 Acıpayam iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)

1969-1981-1983-1989 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|-----------|----------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| Yıl Sayısı | - (-)* | - (-) | - (-) | 8 (18) | 11 (19) | 12 (19) | 9 (19) | 9 (19) | 10 (19) | 11 (20) | 2 (17) | - (-) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (-) | 1287.23 (111.88) | 1836.59 (203.88) | 1323.12 (170.17) | 588.44 (130.80) | 934.04 (178.31) | 1218.62 (192.60) | 1209.33 (208.71) | 170.11 (41.74) | - (-) | 8567.49 (1238.08) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (-) | 160.90 (6.22) | 166.96 (10.73) | 110.26 (8.96) | 65.38 (6.88) | 103.78 (9.38) | 121.86 (10.14) | 109.94 (10.44) | 85.06 (2.46) | - (-) | 924.15 (65.19) |
| % ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (-) | 17.41 (9.53) | 18.07 (16.46) | 11.93 (13.74) | 7.07 (10.56) | 11.23 (14.39) | 13.19 (15.55) | 11.90 (16.01) | 9.20 (3.77) | - (-) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | - (-) | - (-) | - (-) | 17.41 (9.53) | 35.48 (25.99) | 47.41 (39.73) | 54.48 (50.29) | 65.71 (64.68) | 78.90 (80.23) | 90.80 (96.23) | 100.00 (100.00) | 100.00 (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (-) | 188.94 (23.74) | 193.42 (54.45) | 140.61 (33.99) | 84.24 (74.98) | 138.22 (42.86) | 123.85 (83.32) | 153.48 (58.68) | 129.99 (30.11) | - (-) | 193.42 (83.32) |

*Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).

Çizelge 4.12 Kütahya iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

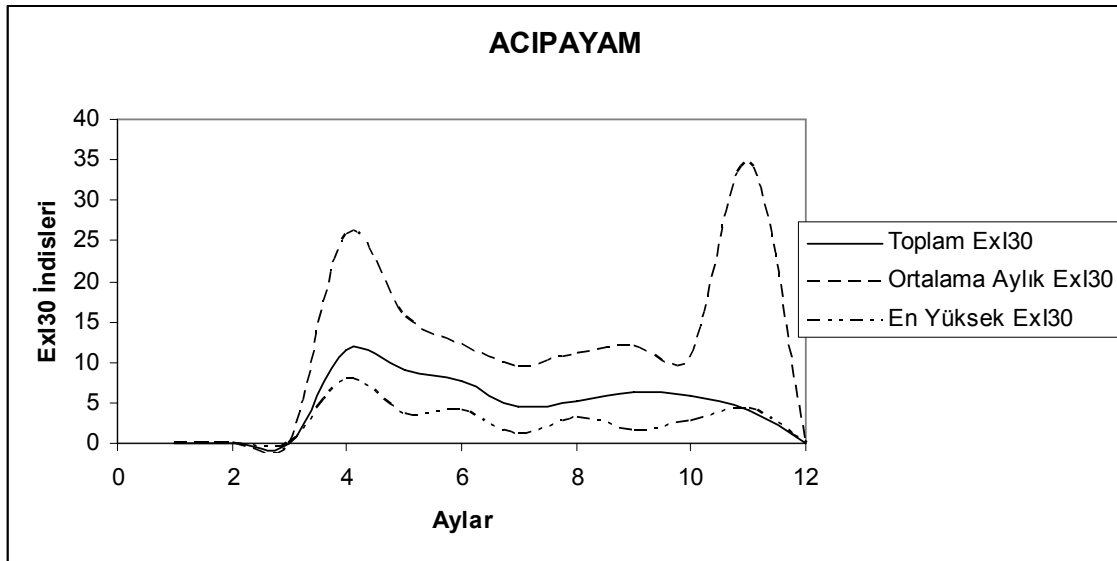
Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)

1957-1981 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|-----------|----------|--------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|
| Yıl Sayısı | - (-)* | - (-) | - (1) | 7 (19) | 12 (24) | 12 (23) | 11 (24) | 11 (24) | 12 (24) | 12 (20) | 2 (8) | - (1) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (10.44) | 2511.46 (70.67) | 5286.55 (556.78) | 2807.21 (325.93) | 2106.72 (493.30) | 4703.69 (208.33) | 5108.52 (135.03) | 5213.34 (124.79) | 242.80 (12.69) | - (8.05) | 27980.28 (1946.02) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (10.44) | 358.78 (3.72) | 440.55 (23.19) | 233.93 (14.17) | 191.52 (20.55) | 427.61 (8.68) | 425.71 (5.63) | 434.45 (6.24) | 121.40 (1.59) | - (8.05) | 2633.94 (102.26) |
| % ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (10.20) | 13.62 (3.64) | 16.73 (22.69) | 8.88 (13.86) | 7.27 (20.10) | 16.23 (8.49) | 16.16 (5.50) | 16.49 (6.10) | 4.61 (1.55) | - (7.87) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | - (-) | - (-) | - (10.20) | 13.62 (13.84) | 30.35 (36.53) | 39.23 (50.39) | 46.50 (70.48) | 62.73 (78.97) | 78.90 (84.47) | 95.39 (90.58) | 100.00 (92.13) | 100.00 (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (10.44) | 465.87 (13.09) | 522.42 (62.22) | 458.82 (50.39) | 382.48 (206.51) | 518.13 (51.27) | 527.34 (21.26) | 526.78 (30.36) | 195.44 (9.21) | - (8.05) | 527.34 (206.51) |

* Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).

Acıpayam iklim istasyonu 1993-2004 yıllarında oluşan “toplam ExI_{30} ” indisi değerlendirildiğinde (Çizelge 4.11), YETKE ve ETKE değerlerinin sırasıyla 8567.49 ve 1238.08 MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹ ve aralarındaki oranın da [8567.49/1238.08] 6.92 olduğu görülmüştür. Bundan önce benzer hesaplamaları yapılan bölge istasyonları ile karşılaştırmalı olarak düşünülürse, elde edilen 6.92 oransal değeri, görel olarak oldukça düşüktür. Öte yandan “ortalama aylık ExI_{30} ”, indisi karşılaştırıldığında, ETKE ve YETKE oransal değeri doğal olarak daha yüksek bulunmaktadır [924.15/65.19=14.18]. Burada vurgulanması gereken nokta, ETKE-R hesaplamaları için daha fazla yağış incelenmesine karşın, bu yağışların toplam enerji akışları YETKE’ye kıyasla daha düşük bulunmuştur. Benzer bir biçimde bu sonuçlar, “en yüksek ExI_{30} ” indisi oransal değerine de yansımıştır [193.42/83.32=2.32]. Ege Bölgesi Acıpayam iklim istasyonu “toplam ExI_{30} ”, “ortalama aylık ExI_{30} ” ve “en yüksek ExI_{30} ” indislerinin aylık olarak YETKE-ETKE oransal değerleri Şekil 4. 11’de gösterilmiştir.

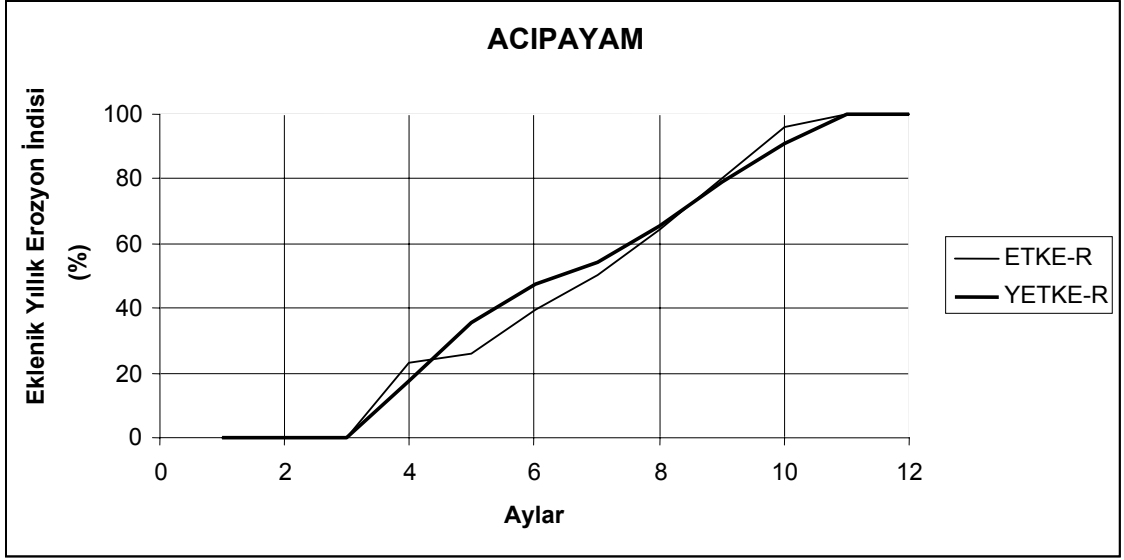


Şekil 4.11 Acıpayam iklim istasyonuna ait “toplam ExI_{30} ”, “ortalama ExI_{30} ” ve “en yüksek ExI_{30} ” indislerinin aylık olarak YETKE-ETKE oranları

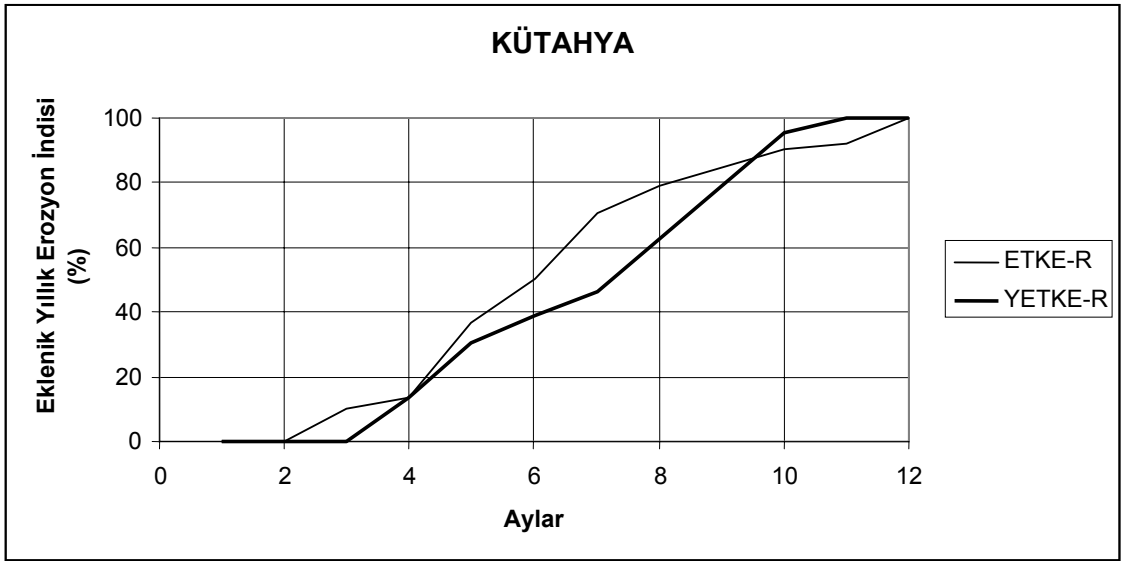
Aylar temelinde YETKE ve ETKE için Çizelge 4.11’de verilen “toplam ExI_{30} ”, “ortalama aylık ExI_{30} ” ve “en yüksek ExI_{30} ” indislerinin rakamsal değerlerinin oranları ile iki yöntem arasındaki hem hesaplama hem de veri tabanı bilgileri arasındaki fark gösterilmeye çalışılmıştır.

Ege Bölgesi Kütahya iklim istasyonu 1993-2004 yıllarına oluşan YETKE değerleri olarak, “toplam ExI_{30} ”, “ortalama aylık ExI_{30} ” ve “en yüksek ExI_{30} ” indislerinin aylık dağılımları ile birlikte yıllık toplamları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Yıllık toplam değerleri sırasıyla yaklaşık olarak 27.980, 2.634 ve 527 MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹’dir. Bu uzun yıllık ortalama YETKE toplam yağış enerji akış niceliklerinin benzer ETKE indis değerlerine oranları yaklaşık olarak 14, 26 ve 3’tür.

Ege Bölgesi Acıpayam ve Kütahya iklim istasyonlarına ilişkin ETKE ve YETKE eklenik yıllık erozyon indisi eğrileri sırasıyla Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’te verilmiştir, bu indisin sayısal değerleri ise, hem ETKE hem de YETKE değerleri olarak sırasıyla Çizelge 4.11 ve 4.12’de verilmiştir. Acıpayam iklim istasyonunda ETKE ve YETKE eğrilerinin yıllık içerisindeki gelişimi, yani yağışların ay ve mevsimlere dağılımı, çok büyük benzerlikler göstermesine rağmen, Kütahya iklim istasyonu için bu durum söz konusu değildir: ETKE’nin “eklenik % ExI_{30} ” indisi Temmuz ayından Aralık ayına değin şiddetli yağışların tüm yıla olan katkısının pek önemli olmadığını gösterirken (Şekil 4.12), özellikle YETKE Temmuz ayından Ekim ayına değin ciddi şiddetli yağışların belirlenebileceğini göstermektedir (Şekil 4.13). Güncel YETKE “eklenik % ExI_{30} ” indisi değerleri ETKE’ye oranla daha fazla toprak korumalı yaklaşımların alınmasını zorunlu kılmaktadır.



Şekil 4.12 Acipayam'a ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği



Şekil 4.13 Kütahya'ya ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği

4.4 Güneydoğu Anadolu Bölgesi

Türkiye'nin güneydoğusundadır. Güneydoğu Toroslar'ın eteğinden başlayarak, Suriye sınırına uzanmaktadır. Bölgenin batısında Akdeniz Bölgesi yer almaktadır. Nüfus miktarı ve yüz ölçümü bakımından Türkiye'nin en küçük bölgesidir. Türkiye yüz ölçümünün %7.5'ini kaplayarak bölgeler arasında 7 nci sırada bulunmaktadır. Bazı kesimleri Doğu Anadolu Bölgesi'ne taşan Mardin ve Şanlıurfa illeri topraklarının tümüne yakını bölge sınırları içindedir. Merkezi Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde olan Siirt ilinin büyük bölümü ile Diyarbakır ilinin kuzey kesimi Doğu Anadolu Bölgesi'nde kalmaktadır. Bazı kesimleri Doğu Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri'ne taşan Adıyaman iliyle batı kesimi Akdeniz Bölgesi'nde kalan Gaziantep ilinin büyük bölümü Güneydoğu Anadolu Bölgesi içindedir. Çermik ilçesinden başlayıp hemen güneyinde, Mardin ile Şanlıurfa arasındaki il sınırını izleyerek Suriye sınırına ulaşan çizgi Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni Dicle ve Orta Fırat Bölümleri'ne ayırmaktadır (Kaya 2006). Bölge, Dicle ve Orta Fırat olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır.

Özellikle bölgenin batısında, Akdeniz ikliminin genel özellikleri görülmektedir. Yazları sıcak ve kuraktır. Bunun başlıca nedeni, güneyden esen sıcak ve kavurucu rüzgârlardır. Batıdan doğuya gidildikçe ve alçak yerlerden yükseklerle çıkıldıkça Akdeniz ikliminin etkisi zayıflamakta, karasal iklimin etkisi belirginleşmektedir (Kaya 2006).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne ait toplam 20 adet yağış istasyonlarının adları şunlardır; Adıyaman, Akçakale, Batman, Birecik, Bozova, Ceylanpınar, Çermik, Diyarbakır, Ergani, Gaziantep, Gölbaşı, Hilvan, İslâhiye, Kâhta, Mardin, Nusaybin, Samsat, Siirt, Siverek ve Şanlıurfa.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, 1993–2004 yılları arasında uzun yıllar ortalaması olarak gerçekleşen yağışların aylar itibariyle incelenmesi neticesinde, istasyonlar bazında yağışın en fazla görüldüğü ay, Mayıs ayıdır. Mayıs ayını sırasıyla Nisan, Mart ve Kasım ayları takip etmektedir. Geriye kalan aylarda ise bölgeye ait istasyonlarda herhangi bir yağış verisi kaydına rastlanılmamıştır. Mayıs ve Kasım arasındaki dönemlerin yağışsız geçtiği; Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ise yine yağışın olmadığı veya bazı alanlarda toprağın karla örtülü olduğu düşünülmektedir.

Bu bölgede de Mart, Nisan ve Mayıs aylarında bitkisel örtünün zayıf olması veya toprak işleme faaliyetlerinin yoğunlaştırılması erozyon açısından ciddi sorunlara neden olacaktır. Bilindiği üzere, ortalama yıllık yağış miktarı (mm) ile su erozyonu arasındaki ilişki doğrudan bitki örtüsünün etkinliğine bağlıdır (Marshall 1973).

Kurak ve yarı kurak bir iklime sahip olan Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, doğal bitki örtüsünün (otlak ve mera) tarımsal alanlara dönüştürülmesi veya geleneksel tarım sistemleri ile toprak yüzeyinin belirli dönemlerde veya yıl boyu nadas ile korumasız bırakılması yüzünden iklimsel erozyon tehlikesi istenmeyen boyutlara ulaşabilecektir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan istasyonların ay ölçeğinde ExI_{30} değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Hesaplamalar neticesinde, bölgede erozyona neden olan yağışların çoğunun Nisan ve Mayıs aylarında olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.13 Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI₃₀ değerini aldığı aylar

| No | Ay | İstasyon Adı |
|----|---------|---|
| 1 | Ocak | - |
| 2 | Şubat | - |
| 3 | Mart | Birecik. |
| 4 | Nisan | Adıyaman, Akçakale, Batman, Ergani, Hilvan, Gölbaşı, Mardin. |
| 5 | Mayıs | Bozova, Ceylanpınar, Çermik, Diyarbakır, Gaziantep, İslahiye, Nusaybin, Samsat, Siirt, Siverek, Ş.Urfa. |
| 6 | Haziran | - |
| 7 | Temmuz | - |
| 8 | Ağustos | - |
| 9 | Eylül | - |
| 10 | Ekim | - |
| 11 | Kasım | Kahta. |
| 12 | Aralık | - |

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne ait 20 adet yağış istasyonunda belirlenen en yüksek ExI₃₀ değerleri Çizelge 4.14'te verilmiştir. En yüksek YETKE-R değeri Kahta (587.975 MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹), en düşük değeri Ceylanpınar (216.663 MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹) vermiştir.

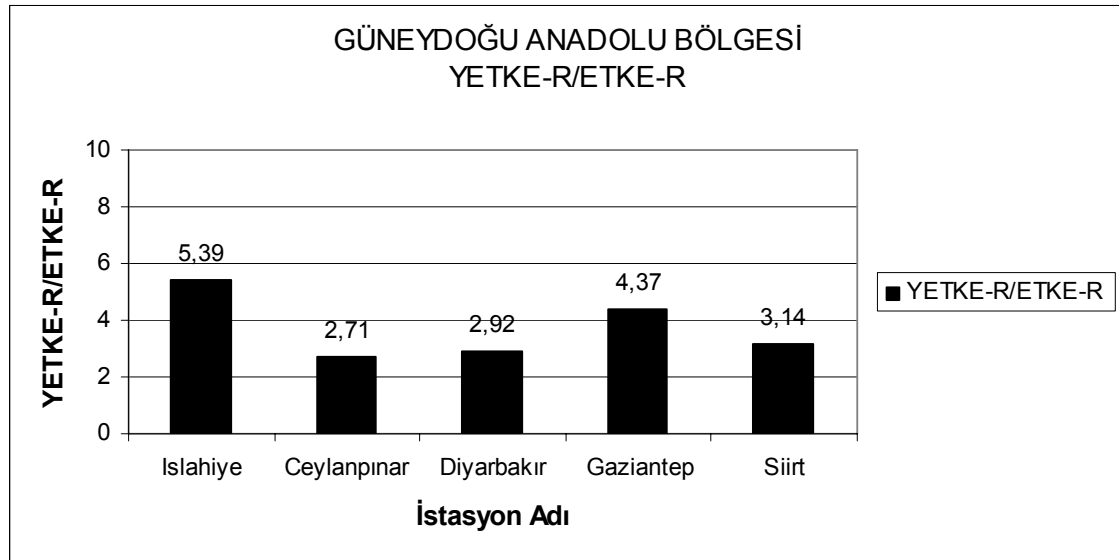
Çizelge 4.14 Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin en yüksek ExI_{30} değerleri
(MJ. ha⁻¹. mm. sa⁻¹)

| No | İstasyon Adı | ETKE-R Değeri | YETKE -R Değeri | YETKE-R/ETKE-R |
|----|----------------------|---------------|-----------------|----------------|
| 1 | Adıyaman | 143.592 | 349.968 | 2.43 |
| 2 | Akçakale (Ş.Urfa) | - | 248.324 | - |
| 3 | Batman | 104.058 | 278.239 | 2.67 |
| 4 | Birecik (Ş.Urfa) | 117.308 | 276.426 | 2.35 |
| 5 | Bozova (Ş.Urfa) | - | 312.255 | - |
| 6 | Ceylanpınar (Ş.Urfa) | 79.679 | 216.663 | 2.71 |
| 7 | Çermik (Diyarbakır) | - | 301.458 | - |
| 8 | Diyarbakır | 87.788 | 257.206 | 2.92 |
| 9 | Ergani (Diyarbakır) | - | 324.478 | - |
| 10 | Gaziantep | 122.751 | 536.862 | 4.37 |
| 11 | Gölbaşı (Adıyaman) | - | 222.149 | - |
| 12 | Hilvan (Ş.Urfa) | - | 379.500 | - |
| 13 | Islahiye (G.Antep) | 56.466 | 293.913 | 5.39 |
| 14 | Kahta (Adıyaman) | - | 587.975 | - |
| 15 | Mardin | - | 518.390 | - |
| 16 | Nusaybin (Mardin) | - | 454.566 | - |
| 17 | Samsat (Adıyaman) | - | 447.600 | - |
| 18 | Siirt | 92.262 | 290.072 | 3.14 |
| 19 | Siverek (Ş.Urfa) | - | 323.374 | - |
| 20 | Şanlıurfa | 165.833 | 277.130 | 1.67 |

* (-) simgesi, ETKE-R (Doğan 2002), 1993–2004 yılları arasında bir hesaplamanın olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.14 temel alınarak, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne ait YETKE-R /ETKE-R değerlerinin en yüksek olduğu istasyonlara ilişkin bilgiler Şekil 4.14'te yer almaktadır. Bu değerler sırasıyla, Islahiye (5.39), Gaziantep (4.37), Siirt (3.14), Diyarbakır (2.92) ve Ceylanpınar (2.71)'dir.

Akdeniz Bölgesi değerlerine nazaran Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin “en yüksek ExI_{30} ” indisin ETKE-YETKE oransal değerleri daha yüksek olmuştur ve 1.67 ve 5.39 arasında değişmiştir. Daha öncede önemle belirtildiği üzere bu niceliksel farklılıklar, erozyon tahmin teknolojisinin işleyişini doğrudan etkileyecektir. Unutmamak gerekir ki YETKE metodolojisi sadece basit bir toprak kaybı tahmin eşitliği değil, aynı zamanda önemli bir arazi kullanım planlama yaklaşımıdır. YETKE ile planlama ölçeğinde bitkisel örtü deseninde ciddi değişimler önerileceği gibi, ve bunun yetersiz kaldığı koşullarda, pahalı ve bazen yüksek inşa girdileri gerektiren toprak ve su koruma mühendislik önlemleri tasarlanılabılır.



Şekil 4.14 Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları

Çizelge 4.15 ve 4.16'da sırasıyla Ceylanpınar ve Gaziantep iklim istasyonlarına ait ortalama aylık dağılımlar olarak, toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri verilmiştir. Bu istasyonların enlem, boylam ve yükseklik olarak koordinat bilgileri Çizelge 3.1'de yer almaktadır.

Çizelge 4.15 Ceylanpınar iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)

1958-1982 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|-----------|----------|--------------|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| Yıl Sayısı | - (-)* | - (-) | - (7) | 11 (23) | 11 (23) | 6 (25) | - (-) | 1 (-) | 4 (25) | 11 (25) | 2 (20) | - (5) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (36.01) | 1647.01 (284.36) | 924.68 (252.13) | 128.91 (21.38) | - (-) | 0.90 (-) | 104.87 (5.72) | 899.06 (191.57) | 283.67 (94.25) | - (30.69) | 3989.11 (916.10) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (5.14) | 149.73 (12.36) | 84.06 (10.96) | 21.49 (0.86) | - (-) | 0.90 (-) | 26.22 (0.23) | 81.73 (7.66) | 141.84 (4.71) | - (6.14) | 505.96 (48,07) |
| % ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (10.70) | 29.59 (25.72) | 16.61 (22.81) | 4.25 (1.78) | - (-) | 0.18 (-) | 5.18 (0.48) | 16.15 (15.94) | 28.03 (9.80) | - (12.77) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | - (-) | - (-) | - (10.70) | 29.59 (36.42) | 46.21 (59.23) | 50.45 (61.01) | 50.45 (61.01) | 50.63 (61.01) | 55.81 (61.48) | 71.97 (77.43) | 100.00 (87.23) | 100.00 (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (9.78) | 216.66 (48.29) | 269.17 (79.68) | 80.87 (20.75) | - (-) | 0.90 (-) | 63.89 (3.68) | 171.76 (29.56) | 201.99 (29.23) | - (12.76) | 269.17 (79.68) |

*Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).

Çizelge 4.16 Gaziantep iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)

1957-1981 (ETKE-R)

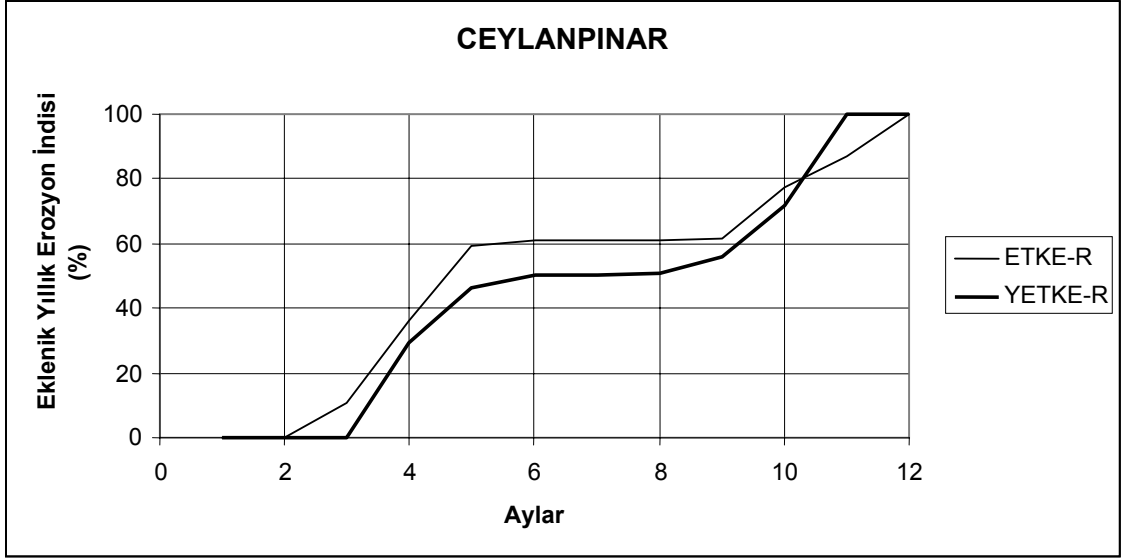
| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|----------|----------|--------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| Yıl Sayısı | - (-) | - (-) | - (5) | 7 (25) | 12 (25) | 8 (25) | 6 (25) | 3 (25) | 8 (25) | 11 (25) | 11 (18) | 1 (2) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (20.36) | 691.14 (607.09) | 1993.35 (377.95) | 394.81 (112.34) | 163.45 (37.92) | 40.77 (1.38) | 464.73 (6.79) | 1744.12 (546.18) | 1812.51 (269.69) | 0.01 (9.17) | 7304.88 (1988.88) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (4.07) | 98.74 (24.28) | 166.11 (15.118) | 49.35 (4.49) | 27.24 (1.52) | 13.59 (0.06) | 58.09 (0.27) | 158.56 (21.85) | 164.77 (14.98) | 0.01 (4.59) | 736.46 (91.23) |
| % ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (4.46) | 13.41 (26.62) | 22.56 (16.57) | 6.70 (4.93) | 3.70 (1.66) | 1.85 (0.06) | 7.88 (0.30) | 21.53 (23.95) | 22.37 (16.42) | 0.00 (5.03) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | - (-) | - (-) | - (4.46) | 13.41 (31.08) | 35.96 (47.65) | 42.66 (52.58) | 46.36 (54.24) | 48.21 (54.30) | 56.10 (54.60) | 77.62 (78.55) | 100.00 (94.97) | 100.00 (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (9.56) | 235.38 (73.65) | 536.86 (76.20) | 103.59 (55.85) | 116.46 (14.99) | 38.90 (1.38) | 209.34 (5.49) | 295.79 (122.75) | 445.77 (41.92) | 0.01 (8.60) | 536.86 (122.75) |

* Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).

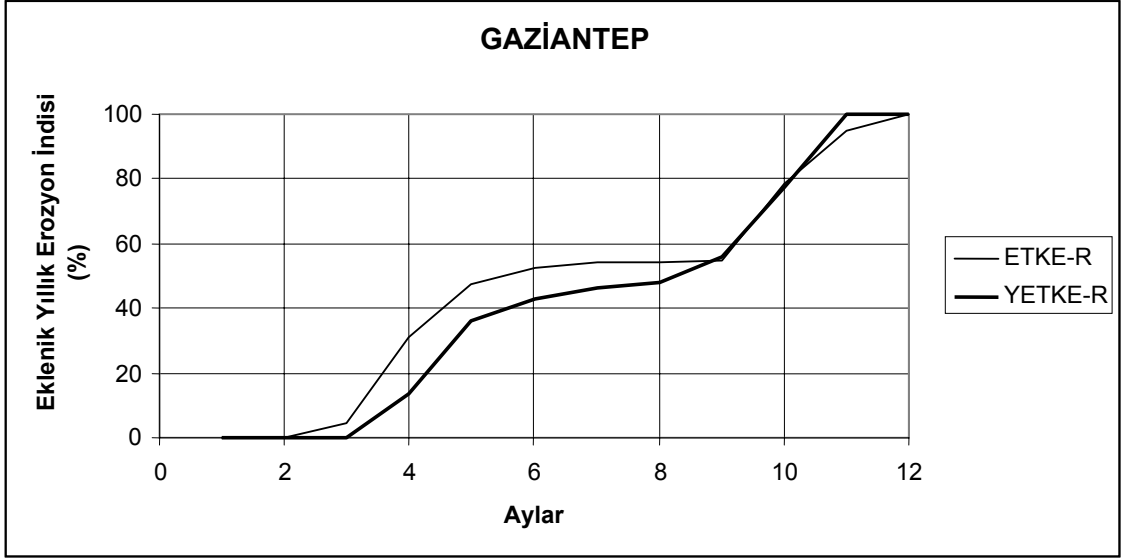
Güneydoğu Anadolu Bölgesi Ceylanpınar iklim istasyonu 1993-2004 yılları için uzun yıllık toplam olarak belirlenen “toplam ExI_{30} ”, “ortalama aylık ExI_{30} ” ve “en yüksek ExI_{30} ” değerleri yaklaşık olarak 3989 (916), 505 (48) ve 269 (80) MJ mm ha⁻¹sa⁻¹yıl⁻¹’dır (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15). Burada parantez içerisinde verilen değerler ETKE indislerini göstermektedir [YETKE(ETKE)]. Şekil 4.15’te verilen rakamlar ise ilgili ExI_{30} İndisinin YETKE/ETKE oransal değerini vermektedir ve bunlar sırasıyla 4.35, 10.53 ve 3.38’dir.

Benzer olarak, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Gaziantep iklim istasyonu indis değerleri yukarıda anılan sıra ile yaklaşık olarak 7305 (1989), 736 (91) ve 537 (123) MJ mm ha⁻¹sa⁻¹ yıl⁻¹’dır (Çizelge 4.16 ve Şekil 4.16). Bu üç indisin YETKE/ETKE oransal değerleri ise 3.67, 8.07 ve 4.37’dir.

Sayısal değerleri Çizelge 4.15 ve 4.16’da verilen Güneydoğu Anadolu Bölgesi Ceylanpınar ve Gaziantep iklim istasyonlarına dair ETKE ve YETKE eklenik yıllık erozyon indisi eğrileri sırasıyla Şekil 4.11 ve 4.12’de gösterilmiştir. Her iki istasyon için de güncel YETKE ile ETKE eğrilerinin yıl içerisindeki dağılımları şekilsel olarak çok büyük benzerlik göstermiştir. Öte yandan ETKE eğrileri YETKE eğrilerinden genelde aynı aylar için daha büyük yüzde değerlere sahip olmuştur. Örneğin Gaziantep iklim istasyonunda 4 üncü ayda ETKE yüzdesi 31.08 iken, YETKE’de 13.41’dir. Güncel hesaplamalar bu bölgede erozyon oluşturan yağışların önemli bir kısmının daha çok sonbahar aylarına kaydığına işaret etmektedir.



Şekil 4.15 Ceylanpinar'a ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği



Şekil 4.16 Gaziantep'e ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği

4.5 İç Anadolu Bölgesi

Bölgenin çevresi yüksek dağlarla çevrili olduğundan, denizlerin ılıman havası bölgeye sokulamamaktadır. Bu nedenle bölgede, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı karasal iklim hâkimdir. Bölgede, doğuya doğru gidildikçe, yüksekliğin artmasına bağlı olarak karasallık derecesi artmakta ve kışları çok düşük değerlere ulaşmaktadır.

İç Anadolu Bölgesi, Türkiye'nin en az yağış alan bölgesidir. Ortalama yağış 400 mm civarındadır. En fazla yağışı ilkbahar aylarında sağanak halinde almaktadır. En kurak mevsim yazdır. Bölgenin ve Türkiye'nin en az yağış alan yeri Tuz Gölü ve çevresidir (320 mm). Yağışların azlığı, bölgenin deniz etkisine kapalı olmasından kaynaklanmaktadır. Denizden gelen nemli hava kütlesi, nemini, dağların denize bakan yamaçlarında yağış halinde bırakmaktadır. İç Anadolu Bölgesi'ne doğru eserken artık kurudur (Anonim 2008).

Bölge ekonomisinin temeli tarıma dayanmaktadır. Ekili-dikili alanların oranı bakımından Marmara Bölgesi'nden sonra ikinci sırada yer almaktadır. Çalışan nüfusun büyük bir kısmı, tarımla uğraşmaktadır. İklimin yarı kurak karakterine rağmen, çok geniş alanlar tarıma ayrılmaktadır. Bölgenin tarımı iklim şartlarına bağlıdır. Özellikle, ilkbahar yağışlarının yetersizliği veya gecikmesi, tahıl üretimine önemli dalgalanmalar getirmekte, iklim yarı kurak olduğu için nadas ihtiyacı duyulmaktadır.

İç Anadolu Bölgesi' ne ait toplam 50 adet yağış istasyonlarının adları şunlardır: Aksaray, Akşehir, Ankara, Avanos, Beypazarı, Beyşehir, Boğazlıyan, Bozüyük, Cihanbeyli, Çankırı, Çiçekdağı, Çumra, Develi, Divriği, Ereğli, Esenboğa, Eskişehir, Etimesgut, Gemerek, Hadim, Ilgaz, Ilgın, Kaman, Kangal, Karaman, Karapınar, Kayseri, Keskin, Kırıkkale, Kırşehir, Kızılcahamam, Konya, Kulu, Nallıhan, Nevşehir, Niğde, Pınarbaşı, Polatlı, Sarız, Seydişehir, Sivas, Sivrihisar, Sorgun, Suşehri, Tomarza, Ulukışla, Ürgüp, Yozgat, Yunak ve Zara.

İç Anadolu Bölgesi'nde, 1993–2004 yılları arasında uzun yıllar ortalaması olarak gerçekleşen yağışların aylar itibariyle incelenmesi neticesinde, istasyonlar bazında yağışın en fazla görüldüğü ayın, Mayıs ayı olduğu anlaşılmaktadır. Mayıs ayından sonra yoğunluğun, sırasıyla Nisan, Haziran ve Eylül aylarında olduğu görülmektedir. Ağustos ayının yağışsız geçtiği ancak Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ise yine yağışın olmadığı veya bölge topraklarının karla örtülü olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.17 İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI_{30} değerini aldığı aylar

| No | Ay | İstasyon Adı |
|----|---------|--|
| 1 | Ocak | - |
| 2 | Şubat | - |
| 3 | Mart | Eskişehir. |
| 4 | Nisan | Aksaray, Akşehir, Beyşehir, Boğazlıyan, Bozüyük, Cihanbeyli, Divriği, Hadim, Ilgın, Karaman, Kırşehir, Ulukışla. |
| 5 | Mayıs | Ankara, Avanos, Beypazarı, Çankırı, Çiçekdağı, Çumra, Develi, Ereğli, Esenboğa, Etimesgut, Gemerek, Ilgaz, Kaman, Kangal, Karapınar, Kayseri, Keskin, Kırıkkale, Kızılcahamam, Konya, Kulu, Nallıhan, Nevşehir, Niğde, Polatlı, Sarız, Sivas, Suşehri, Zara. |
| 6 | Haziran | Seydişehir, Ürgüp, Yozgat. |
| 7 | Temmuz | Tomarza. |
| 8 | Ağustos | - |
| 9 | Eylül | Pınarbaşı, Sivrihisar, Yunak. |
| 10 | Ekim | Sorgun. |
| 11 | Kasım | - |
| 12 | Aralık | - |

İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan istasyonların ay ölçeğinde en yüksek ExI_{30} değerleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. Buna göre, bölgede erozyona neden olan yağışların çoğu Nisan ve Mayıs aylarında olmuştur. Ayrıca, Eylül ve Haziran ayları da iklimsel erozyon tehlikesinin olduğu bir dönemi temsil etmektedir. İç Anadolu Bölgesi'ne ait 51 adet yağış istasyonunda belirlenen en yüksek ExI_{30} değerleri Çizelge 4.18'de verilmiştir. En yüksek YETKE-R değeri Develi ($1683.290 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ sa}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$), en düşük değeri Hadim ($153.432 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ sa}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$) vermiştir.

Çizelge 4.18 İç Anadolu Bölgesi'nin en yüksek ExI₃₀ değerleri (MJ. ha⁻¹. mm. sa⁻¹)

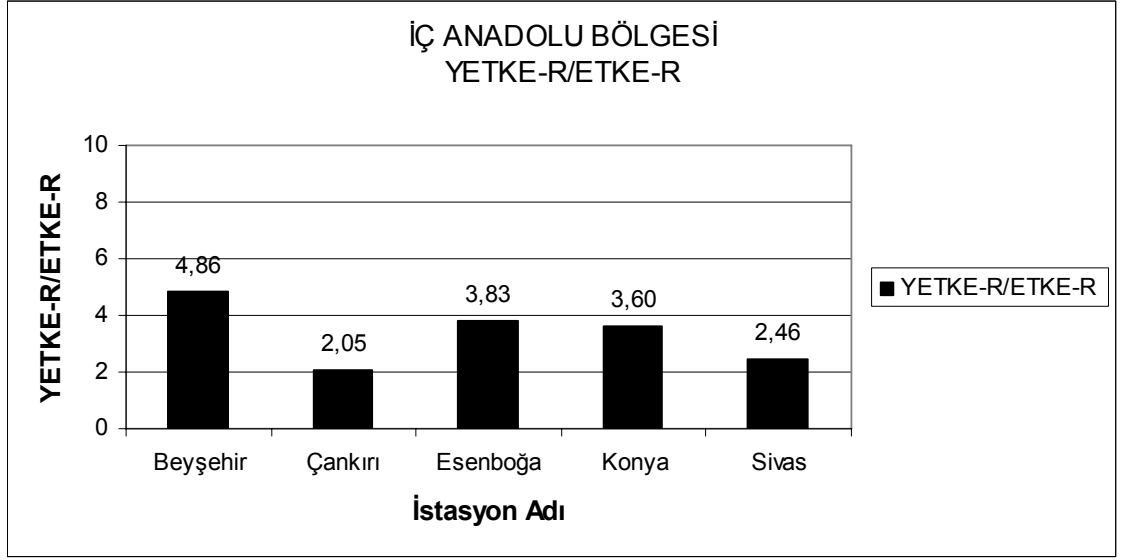
| No | İstasyon Adı | ETKE Değeri | YETKE Değeri | YETKE-R / ETKE-R |
|----|----------------------|-------------|--------------|------------------|
| 1 | Aksaray | 125.069 | 192.263 | 1.54 |
| 2 | Akşehir (Konya) | 162.663 | 224.436 | 1.38 |
| 3 | Ankara | 155.182 | 213.844 | 1.38 |
| 4 | Avanos (Nevşehir) | - | 195.742 | - |
| 5 | Beypazarı (Ankara) | 136.343 | 200.078 | 1.47 |
| 6 | Beyşehir (Konya) | 55.537 | 269.981 | 4.86 |
| 7 | Boğazlıyan (Yozgat) | - | 203.729 | - |
| 8 | Bozüyük (Bilecik) | - | 214.724 | - |
| 9 | Cihanbeyli (Konya) | - | 228.063 | - |
| 10 | Çankırı | 106.646 | 218.841 | 2.05 |
| 11 | Çiçekdağı (Kırşehir) | - | 202.604 | - |
| 12 | Çumra (Konya) | - | 190.184 | - |
| 13 | Develi (Kayseri) | 1619.986 | 1683.290 | 1.04 |
| 14 | Divriği (Sivas) | 226.539 | 243.702 | 1.08 |
| 15 | Ereğli (Konya) | - | 222.851 | - |
| 16 | Esenboğa (Ankara) | 70.017 | 268.442 | 3.83 |
| 17 | Eskişehir | 101.121 | 199.832 | 1.98 |
| 18 | Etimesgut (Ankara) | - | 224.635 | - |
| 19 | Gemerek (Sivas) | - | 269.894 | - |
| 20 | Hadim (Konya) | - | 153.432 | - |
| 21 | Ilgaz (Çankırı) | - | 585.659 | - |
| 22 | Ilgın (Konya) | - | 176.712 | - |
| 23 | Kaman (Kırşehir) | - | 249.925 | - |
| 24 | Kangal (Sivas) | - | 233.714 | - |
| 25 | Karaman | - | 201.580 | - |

* (-) simgesi, ETKE-R (Doğan 2002), 1993–2004 yılları arasında bir hesaplamının olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.18 İç Anadolu Bölgesi'nin en yüksek ExI₃₀ değerleri (MJ. ha⁻¹. mm. sa⁻¹)
(devam)

| No | İstasyon Adı | ETKE Değeri | YETKE Değeri | YETKE-R / ETKE-R |
|----|------------------------|-------------|--------------|------------------|
| 26 | Karapınar (Konya) | - | 191.219 | - |
| 27 | Kayseri | 122.269 | 212.302 | 1.74 |
| 28 | Keskin (Kırıkkale) | - | 211.191 | - |
| 29 | Kırıkkale | - | 228.709 | - |
| 30 | Kırşehir | 170.473 | 209.877 | 1.23 |
| 31 | Kızılcahamam (Ankara) | - | 196.747 | - |
| 32 | Konya | 56.366 | 203.114 | 3.60 |
| 33 | Kulu (Konya) | - | 207.829 | - |
| 34 | Nallıhan (Ankara) | - | 240.190 | - |
| 35 | Nevşehir | 113.699 | 201.431 | 1.77 |
| 36 | Niğde | 132.624 | 202.937 | 1.53 |
| 37 | Pınarbaşı (Kayseri) | - | 208.421 | - |
| 38 | Polatlı (Ankara) | - | 202.169 | - |
| 39 | Sarız (Kayseri) | - | 200.057 | - |
| 40 | Seydişehir (Konya) | - | 189.725 | - |
| 41 | Sivas | 83.795 | 205.818 | 2.46 |
| 42 | Sivrihisar (Eskişehir) | - | 203.766 | - |
| 43 | Sorgun (Yozgat) | - | 201.421 | - |
| 44 | Suşehri (Sivas) | - | 206.719 | - |
| 45 | Tomarza (Kayseri) | - | 189.917 | - |
| 46 | Ulukışla (Niğde) | - | 207.536 | - |
| 47 | Ürgüp (Nevşehir) | - | 203.419 | - |
| 48 | Yozgat | 170.734 | 200.074 | 1.17 |
| 49 | Yunak (Konya) | - | 196.765 | - |
| 50 | Zara (Sivas) | - | 204.781 | - |

* (-) simgesi, ETKE-R (Doğan 2002), 1993–2004 yılları arasında bir hesaplamanın olmadığını göstermektedir.



Şekil 4.17 İç Anadolu Bölgesi’nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları

Çizelge 4.18 temel alınarak, İç Anadolu Bölgesi’ne ait YETKE-R /ETKE-R değerinin en yüksek olduğu istasyonlara ilişkin bilgiler Şekil 4.17’de yer almaktadır. Bu değerler sırasıyla, Beyşehir (4.86), Esenboğa (3.83), Konya (3.60), Sivas (2.46) ve Çankırı (2.05)’dir.

Diğer yandan, bu istasyonlar dışındaki istasyonların “en yüksek ExI_{30} ” YETKE/ETKE oransal değerlerinin çok büyük olmadığı gözlemlenmiştir. Bu oranlar 1.04 (Develi) ve 1.98 (Eskişehir) arasında bir değişim göstermiştir. Yani bölgenin büyük bir kısmında ETKE ve YETKE hesaplamaları uyumlu olmuştur.

Çizelge 4.19 ve 4.20’de sırasıyla Konya ve Sivas iklim istasyonlarına ait ortalama aylık dağılımlar olarak, toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri verilmiştir. Bu istasyonların enlem, boylam ve yükseklik olarak koordinat bilgileri Çizelge 3.1’de yer almaktadır.

Çizelge 4.19 Konya iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)

1957-1981 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------|----------------------|
| Yıl Sayısı | - (12)* | - (12) | - (12) | 10 (23) | 11 (25) | 12 (25) | 9 (25) | 10 (25) | 10 (25) | 11 (25) | 5 (16) | - (12) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | - (19.38) | - (25.35) | - (55.88) | 1408.49 (108.52) | 1813.83 (363.52) | 1253.47 (247.56) | 913.23 (34.13) | 449.02 (21.72) | 939.59 (73.74) | 1603.26 (178.60) | 617.72 (47.08) | - (26.82) | 8998.62 (1202.31) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | - (1.62) | - (2.11) | - (4.66) | 140.85 (4.72) | 164.89 (14.54) | 104.46 (9.90) | 101.47 (1.37) | 44.90 (0.87) | 93.96 (2.95) | 145.75 (7.14) | 123.54 (2.94) | - (2.24) | 919.83 (55.05) |
| % ExI₃₀ | - (2.93) | - (3.84) | - (8.46) | 15.31 (8.57) | 17.93 (26.41) | 11.36 (17.99) | 11.03 (2.48) | 4.88 (1.58) | 10.21 (5.36) | 15.85 (12.98) | 13.43 (5.35) | - (4.06) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | - (2.93) | - (6.77) | - (15.23) | 15.31 (23.80) | 33.24 (50.21) | 44.60 (68.20) | 55.63 (70.68) | 60.51 (72.26) | 70.72 (77.62) | 86.57 (90.59) | 100.00 (95.94) | - (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | - (5.47) | - (6.20) | - (18.73) | 182.83 (21.14) | 203.11 (42.54) | 133.58 (49.89) | 127.19 (10.25) | 94.74 (11.07) | 146.52 (10.01) | 193.45 (56.37) | 182.33 (9.82) | - (5.24) | 203.11 (56.37) |

*Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).

Çizelge 4.20 Sivas iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)

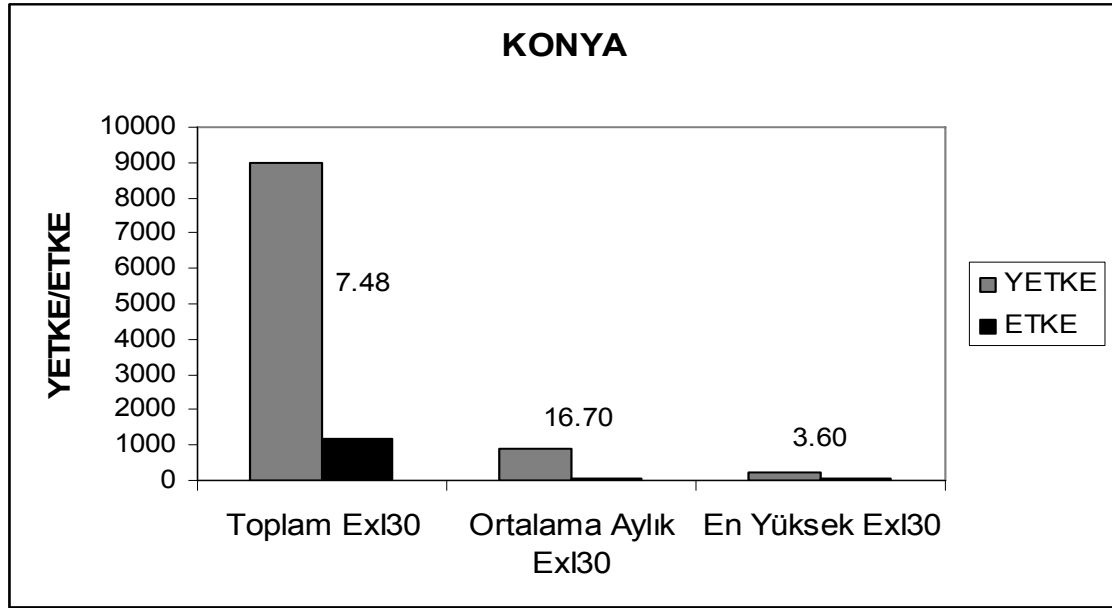
1957-1961-1963-1982 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| Yıl Sayısı | - (9)* | - (9) | - (9) | 5 (20) | 12 (25) | 11 (25) | 10 (25) | 10 (25) | 12 (25) | 12 (23) | - (11) | - (9) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | - (2.89) | - (4.74) | - (5.36) | 662.32 (165.23) | 1991.43 (378.47) | 1320.66 (518.37) | 1103.33 (73.77) | 1038.46 (101.29) | 1288.49 (157.53) | 1118.52 (75.55) | - (20.81) | - (6.54) | 8523.19 (1510.55) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | - (0.32) | - (0.53) | - (0.59) | 132.46 (8.26) | 165.95 (15.14) | 120.06 (20.74) | 110.33 (2.95) | 103.85 (4.05) | 107.37 (6.30) | 93.21 (3.29) | - (1.89) | - (0.73) | 833.24 (64.79) |
| % ExI₃₀ | - (0.49) | - (0.81) | - (0.92) | 15.90 (12.75) | 19.92 (23.37) | 14.41 (32.01) | 13.24 (4.55) | 12.46 (6.25) | 12.89 (9.73) | 11.19 (5.07) | - (2.92) | - (1.12) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | - (0.49) | - (1.30) | - (2.22) | 15.90 (14.97) | 35.81 (38.34) | 50.22 (70.35) | 63.46 (74.90) | 75.93 (81.16) | 88.81 (90.88) | 100.00 (95.95) | 100.00 (98.87) | 100.00 (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | - (1.67) | - (1.78) | - (1.72) | 198.90 (28.84) | 205.82 (43.92) | 183.42 (83.79) | 190.18 (26.62) | 183.32 (55.69) | 184.62 (73.50) | 104.33 (13.06) | - (6.30) | - (2.32) | 205.82 (83.79) |

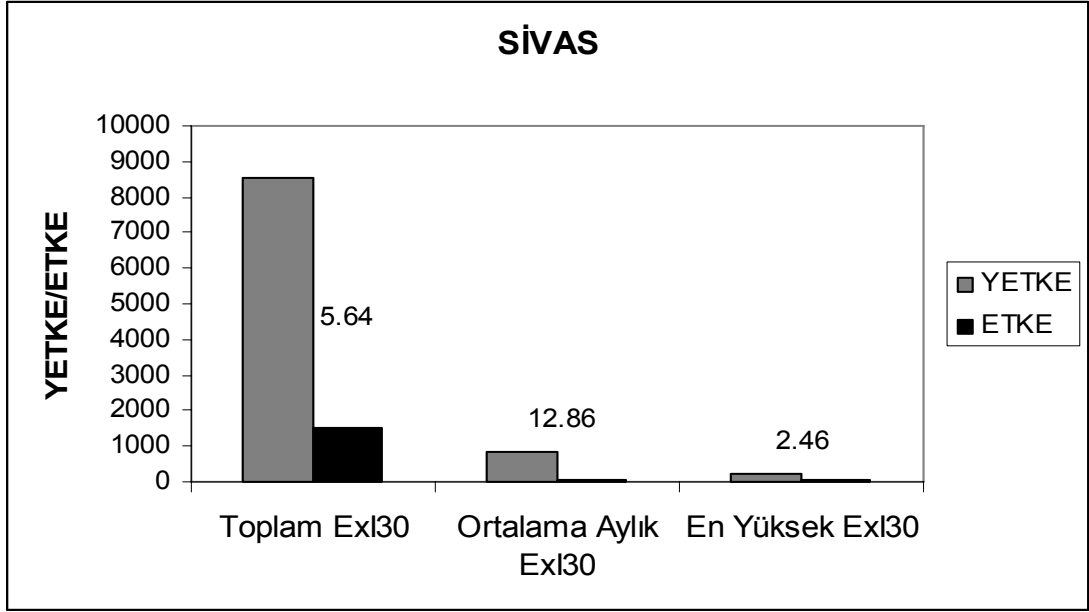
*Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).

Çizelge 4.19 ve 4.20’de sırasıyla İç Anadolu Bölgesi Konya ve Sivas iklim istasyonları için uzun yıllık toplamlar olarak belirlenen “toplam ExI₃₀”, “ortalama aylık ExI₃₀” ve en yüksek ExI₃₀” indisleri oldukça benzerlik göstermiştir. YETKE (ETKE) şeklinde gösterilen yaklaşık indis değerleri Konya’da 8999 (1202), 920 (55) ve 203 (56) MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹ olurken, Sivas değerleri 8523 (1511), 833 (65) ve 206 (84) MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Aynı indislerinin YETKE/ETKE oransal değerleri ise, Konya iklim istasyonunda sırasıyla 7.48, 16.71 ve 3.60 olarak hesaplanırken (Şekil 4.18), Sivas iklim istasyonundaki veriler ise 5.64, 12.86 ve 2.46’dır (Şekil 4.19).



Şekil 4.18 Konya iklim istasyonu toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ indislerinin YETKE/ETKE oransal değerleri



Şekil 4.19 Sivas iklim istasyonu toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ indislerinin YETKE/ETKE oransal değerleri

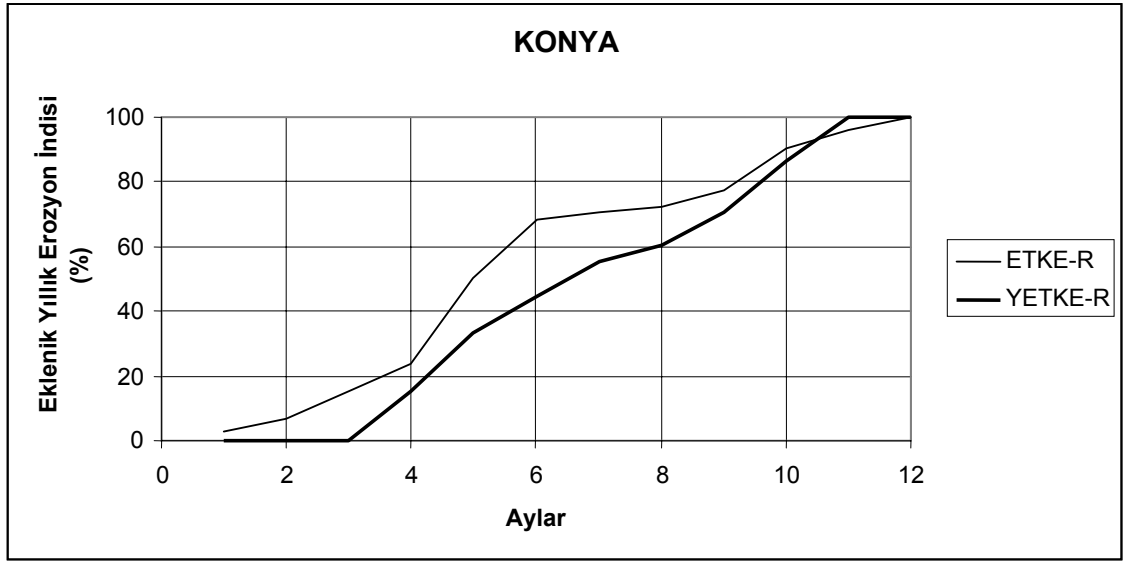
İç Anadolu Bölgesi Konya ve Sivas iklim istasyonlarına ait ETKE ve YETKE eklenik yıllık erozyon indisi eğrileri sırasıyla Şekil 4.20 ve 4.21’de verilmiştir. Özellikle Konya’da güncel YETKE eğrisi ile ETKE eğrisi çok önemli farklılıklar göstermiştir. Örneğin ETKE eğrisi, düzenli eğimler gösteren alt dilimlere ayırt edildiğinde, 1 ila 4. ayların ve 4 ila 6. ayların yıllık katkısı belirli bir eğimle artmaktadır ama 4 ila 6. aylarda birim zamanda oluşan artış miktarı 1 ila 4 aylarda oluşandan oldukça daha fazladır.

Öte yandan, 6 ila 9. aylarda birim zamanda ExI₃₀ değerlerinde hemen hemen bir değişim yoktur ve daha sonra 9 ila 12. aylarda, 1 ila 4. aylara benzer bir gelişim göstermektedir. Özet olarak, benzer eğilimler gösteren dilimlere bölündüğünde, ETKE eklenik yıllık erozyon indisi eğrileri 3 farklı gelişim göstermektedir. Bunlar:

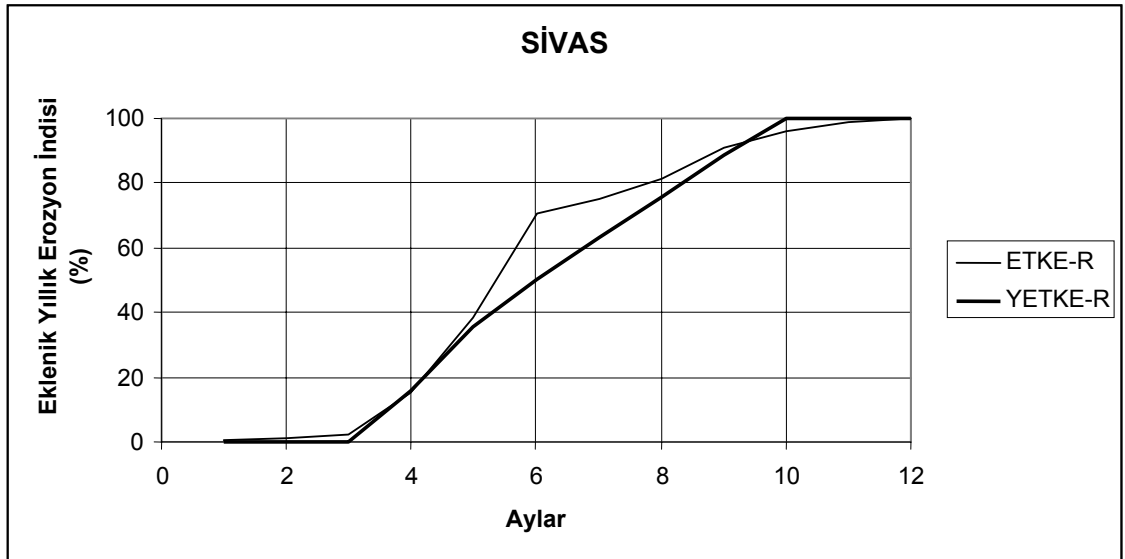
1. 9 ila 12 ve 1 ila 4 ay dilimleri,
2. 4 ila 6. ay dilimleri,
3. 6 ila 9. ay dilimleri.

3. dilim yağış enerjileri yönünden önemli olmazken, 2. dilimdeki enerji akışları 1. dilimdekinden fazla olmuştur. Güncel YETKE eklenik yıllık erozyon indisi eğrisi ise hemen hemen 3 ila 11. aylar boyunca benzer bir gelişim göstermiştir ve 11 ila 3. aylar arasında hiç değişim olmamıştır. Özetlenecek olursa, güncel YETKE eğrileri, kış ayları dışında, erozyon oluşturan yağışların yeknesak bir şekilde dağıldığına işaret etmiştir (Şekil 4.20).

Sivas iklim istasyonu güncel YETKE eğrisi Konya iklim istasyonunda belirlenen ile çok benzerlik göstermiştir (Şekil 4.21). Öte yandan bu eğri, yine ETKE eklenik yıllık erozyon indisi eğrisi ile önemli farklılıklar arz etmiştir. İki eğrinin eğilimleri kış ayları için aynı olurken, 3 ila 10. aylar boyunca YETKE eğrisi bu zaman süreci için iki farklı eğilimde olmuştur. 3 ila 6. aylarda eğim çok dikleşirken, 6 ila 9. aylarda bu eğim azalmıştır. Bu iki eğim YETKE eğimi ile karşılaştırıldığında ilk dilimin eğrisi doğrusal YETKE eğrisinden daha dik ve ikinci dilimin eğisi YETKE'den daha küçük olmuştur.



Şekil 4.20 Konya'ya ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği



Şekil 4.21 Sivas'a ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği

4.6 Karadeniz Bölgesi

Karadeniz Bölgesi, ismini Karadeniz'den alan, Sakarya Ovası'nın doğusundan Gürcistan sınırına kadar uzanan Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinden birisidir. Türkiye'deki bölgeler arasında büyüklük bakımından üçüncü sırada yer almaktadır, ayrıca doğu-batı genişliği ve bu nedenle yerel saat farkı en fazla olan bölgedir. En büyük şehri ise Samsun'dur.

Kıyıda yıl boyu yağışlı ve ılıman Karadeniz iklimi görülmektedir. Bu iklimin oluşmasının sebebi, Karadeniz'den gelen nemli hava kütlelerinin kıyıya paralel uzanan Kuzey Anadolu dağ yamaçlarına bol miktarda yağış bırakmasıdır. Türkiye'nin en yağışlı bölgesi olan Karadeniz'de yağışlar bir mevsimde yoğunlaşmamış, yıl geneline yayılmıştır. Karadeniz'de yaz kuraklığı yaşanmamaktadır.

Nemlilik ve bulutlanmanın fazla olması nedeniyle, yıllık ve günlük sıcaklık farkları en az bu bölgede yaşanmaktadır. Dağlar kıyıya paralel uzandığı için, dağların gerisinde kalan iç kesimleri deniz etkisi altına alamamış ve iklim de karasallaşmıştır.

Bölgenin doğal bitki örtüsü, kıyılarda nem ve yağışın fazla olması sebebiyle geniş yapraklı gür ormanlardan oluşmaktadır. Türkiye ormanlarının %25'ini bünyesinde barındırmakta ve sahip olduğu ormanlar bakımından ülkenin en zengin bölgesi olma özelliğini taşımaktadır.

Karadeniz Bölgesi'ne ait toplam 36 adet yağış istasyonlarının adları şunlardır; Akçaabat, Akçakoca, Amasra, Ardahan, Artvin, Bafra, Bartın, Bayburt, Bolu, Bozkurt, Çerkeş, Çorum, Devrekâni, Düzce, Giresun, Gümüşhane, Hopa, İnebolu, Kastamonu, Merzifon, Ordu, Osmancık, Pazar, Pınarbaşı, Rize, Samsun, Sinop, Şebinkarahisar, Tokat, Tosya, Trabzon, Turhal, Ünye, Zile ve Zonguldak.

Karadeniz Bölgesi'nde, 1993–2004 yılları arasında uzun yıllar ortalaması olarak gerçekleşen yağışların aylar itibariyle incelenmesi neticesinde, yılın hemen hemen bütün aylarında Karadeniz Bölgesi'nde yağış gözlenmektedir. Ancak, en fazla yağışın görüldüğü aylar sırasıyla Mayıs, Ekim ve Haziran aylarıdır. Bunun yanı sıra, en az yağışa Eylül ayında rastlanırken; Aralık, Ocak, Şubat ve Mart gibi kış ayları ile Temmuz ayında Karadeniz Bölgesi'nde büyük çapta bir yağışa rastlanılmamıştır. Söz konusu bu aylarda (Aralık, Ocak, Şubat ve Mart) yine yağışın olmadığı veya bölge topraklarının karla örtülü olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.21 Karadeniz Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI_{30} değerini aldığı aylar

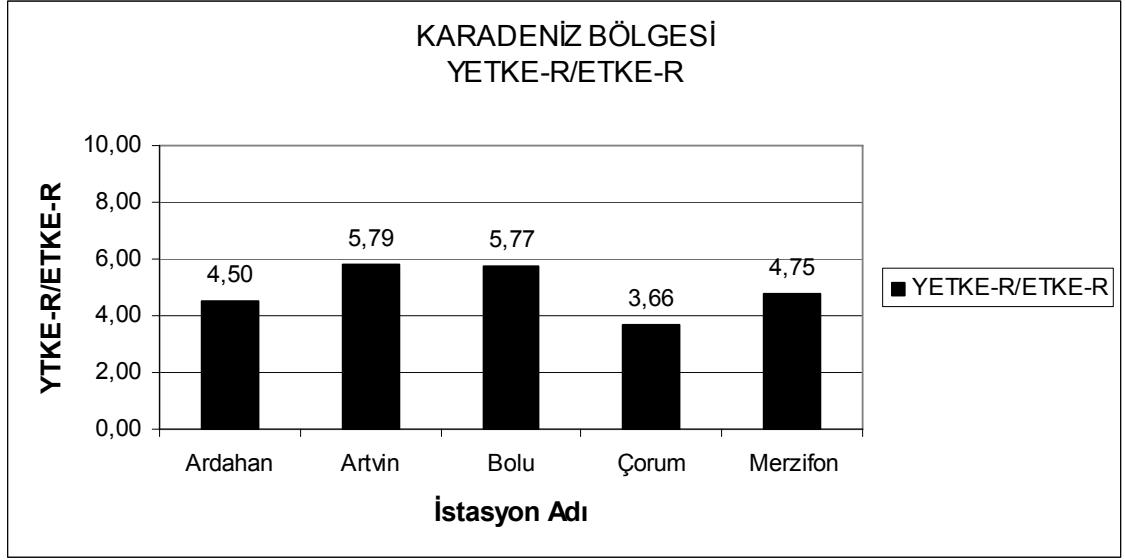
| No | Ay | İstasyon Adı |
|----|---------|--|
| 1 | Ocak | - |
| 2 | Şubat | - |
| 3 | Mart | - |
| 4 | Nisan | Çerkeş, Merzifon, Tosya, Trabzon, Turhal. |
| 5 | Mayıs | Amasya, Bayburt, Bozkurt, Çorum, Devrekani, Osmancık, Samsun, Ş.Karahisar, Zile. |
| 6 | Haziran | Ardahan, Bolu, Düzce, Kastamonu, Pınarbaşı, Tokat. |
| 7 | Temmuz | - |
| 8 | Ağustos | Akçakoca, Amasra, Bartın. |
| 9 | Eylül | Gümüşhane, Zonguldak. |
| 10 | Ekim | Akçaabat, Artvin, Giresun, İnebolu, Rize, Sinop, Ünye. |
| 11 | Kasım | Bafra, Hopa, Ordu, Pazar. |
| 12 | Aralık | - |

Karadeniz Bölgesi'nde yer alan istasyonların ay ölçeğinde ExI_{30} değerleri Çizelge 4.21'de verilmiştir. Buna göre, bölgede erozyona neden olan yağışların çoğu Mayıs, Haziran ve Ekim aylarında olmuştur. Ayrıca, Nisan ayı da iklimsel erozyon tehlikesinin olduğu bir dönemi temsil etmektedir. Karadeniz Bölgesi'ne ait 36 adet yağış istasyonunda belirlenen en yüksek ExI_{30} değerleri Çizelge 4.22'de verilmiştir. En yüksek YETKE-R değeri Rize'de ($2240.665 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ sa}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$), en düşük YETKE-R değeri Pınarbaşı'nda ($340.106 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ sa}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$) görülmüştür.

Çizelge 4.22 Karadeniz Bölgesi'nin en yüksek ExI₃₀ değerleri (MJ. ha⁻¹. mm. sa⁻¹)

| No | İstasyon Adı | ETKE Değeri | YETKE Değeri | YETKE-R / ETKE-R |
|----|--------------------------|-------------|--------------|------------------|
| 1 | Akçaabat (Trabzon) | - | 590.812 | - |
| 2 | Akçakoca (Bolu) | 690.746 | 791.210 | 1.15 |
| 3 | Amasra (Bartın) | - | 867.432 | - |
| 4 | Amasya | 390.744 | 646.076 | 1.65 |
| 5 | Ardahan | 147.270 | 662.370 | 4.50 |
| 6 | Artvin | 116.193 | 672.691 | 5.79 |
| 7 | Bafra (Samsun) | 463.579 | 674.603 | 1.46 |
| 8 | Bartın | 537.313 | 799.747 | 1.49 |
| 9 | Bayburt | - | 583.818 | - |
| 10 | Bolu | 83.640 | 482.829 | 5.77 |
| 11 | Bozkurt (Kastamonu) | 378.249 | 582.645 | 1.54 |
| 12 | Çerkeş (Çankırı) | - | 565.169 | - |
| 13 | Çorum | 141.037 | 517.564 | 3.66 |
| 14 | Devrekani (Kastamonu) | - | 614.018 | - |
| 15 | Düzce (Bolu) | - | 587.371 | - |
| 16 | Giresun | - | 661.054 | - |
| 17 | Gümüşhane | - | 439.549 | - |
| 18 | Hopa (Artvin) | - | 884.459 | - |
| 19 | İnebolu (Kastamonu) | 586.127 | 618.176 | 1.05 |
| 20 | Kastamonu | 494.723 | 500.722 | 1.01 |
| 21 | Merzifon | 104.429 | 496.038 | 4.75 |
| 22 | Ordu | - | 653.961 | - |
| 23 | Osmancık (Çorum) | - | 548.476 | - |
| 24 | Pazar (Rize) | - | 898.636 | - |
| 25 | Pınarbaşı (Kastamonu) | - | 340.106 | - |
| 26 | Rize | 2076.299 | 2240.665 | 1.07 |
| 27 | Samsun | 557.974 | 658.633 | 1.18 |
| 28 | Sinop | - | 382.509 | - |
| 29 | Şebinkarahisar (Giresun) | - | 661.466 | - |
| 30 | Tokat | - | 506.982 | - |
| 31 | Tosya (Kastamonu) | - | 594.042 | - |
| 32 | Trabzon | 252.295 | 570.561 | 2.26 |
| 33 | Turhal (Tokat) | - | 492.317 | - |
| 34 | Ünye (Ordu) | - | 748.908 | - |
| 35 | Zile (Tokat) | - | 546.831 | - |
| 36 | Zonguldak | 579.913 | 1041.436 | 1.80 |

* (-) simgesi, ETKE-R (Doğan 2002), 1993–2004 yılları arasında bir hesaplamının olmadığını göstermektedir.



Şekil 4.22 Karadeniz Bölgesi’nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları

Çizelge 4.22 esas alınarak, Karadeniz Bölgesi’ne ait YETKE-R /ETKE-R değerinin en yüksek olduğu istasyonlara ilişkin bilgiler Şekil 4.22’de yer almaktadır. Bu değerler sırasıyla, Artvin (5.79), Bolu (5.77), Merzifon (4.75), Ardahan (4.50) ve Çorum (3.66)’dır. Diğer taraftan, Artvin ve Bolu için bu değerlerin oldukça büyük olduğu da gözlenmektedir.

Çizelge 4.23 ve 4.24’te sırasıyla Artvin ve Bolu iklim istasyonlarına ait ortalama aylık dağılımlar olarak, toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri verilmiştir. Bu istasyonların enlem, boylam ve yükseklik olarak koordinat bilgileri Çizelge 3.1’de yer almaktadır.

İç Anadolu Bölgesi’nde olduğu gibi bu bölgede de, Artvin, Bolu, Merzifon, Ardahan ve Çorum dışındaki iklim istasyonlarında “en yüksek ExI_{30} ” YETKE/ETKE oranları fazla yüksek değildir. Özellikle bu değer, Kastamonu ve Rize iklim istasyonları için sırasıyla 1.01 ve 1.07’dir.

Çizelge 4.23 Artvin iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)

1969-1970-1977-1988 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| Yıl Sayısı | - (14)* | - (14) | - (14) | 11 (14) | 12 (14) | 12 (14) | 12 (14) | 12 (14) | 12 (14) | 12 (14) | 10 (14) | 3 (14) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | - (44.51) | - (42.76) | - (32.53) | 4508.02 (20.48) | 7086.25 (100.74) | 6934.59 (44.42) | 1548.68 (29.96) | 3758.32 (32.29) | 1838.16 (5.26) | 7496.03 (62.27) | 2539.81 (39.50) | 605.55 (193.98) | 36315.38 (648.68) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | - (3.18) | - (3.05) | - (2.32) | 409.82 (1.46) | 590.52 (7.19) | 577.88 (3.17) | 129.06 (2.14) | 313.19 (2.31) | 153.18 (0.38) | 624.67 (4.45) | 253.98 (2.82) | 201.85 (13.86) | 3254.15 (46.34) |
| % ExI₃₀ | - (6.86) | - (6.59) | - (5.01) | 12.59 (3.16) | 18.15 (15.53) | 17.76 (6.85) | 3.97 (4.62) | 9.62 (4.98) | 4.71 (0.81) | 19.20 (9.60) | 7.80 (6.09) | 6.20 (29.90) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | - (6.86) | - (13.45) | - (18.47) | 12.59 (21.62) | 30.74 (37.15) | 48.50 (44.00) | 52.46 (48.62) | 62.09 (53.60) | 66.80 (54.41) | 85.99 (64.01) | 93.80 (70.10) | 100.00 (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | - (26.79) | - (34.28) | - (23.48) | 414.67 (4.34) | 596.64 (42.56) | 580.42 (23.12) | 135.62 (22.00) | 321.82 (13.75) | 200.29 (5.26) | 672.69 (30.18) | 268.40 (18.06) | 203.43 (116.19) | 672.69 (116.19) |

*Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).

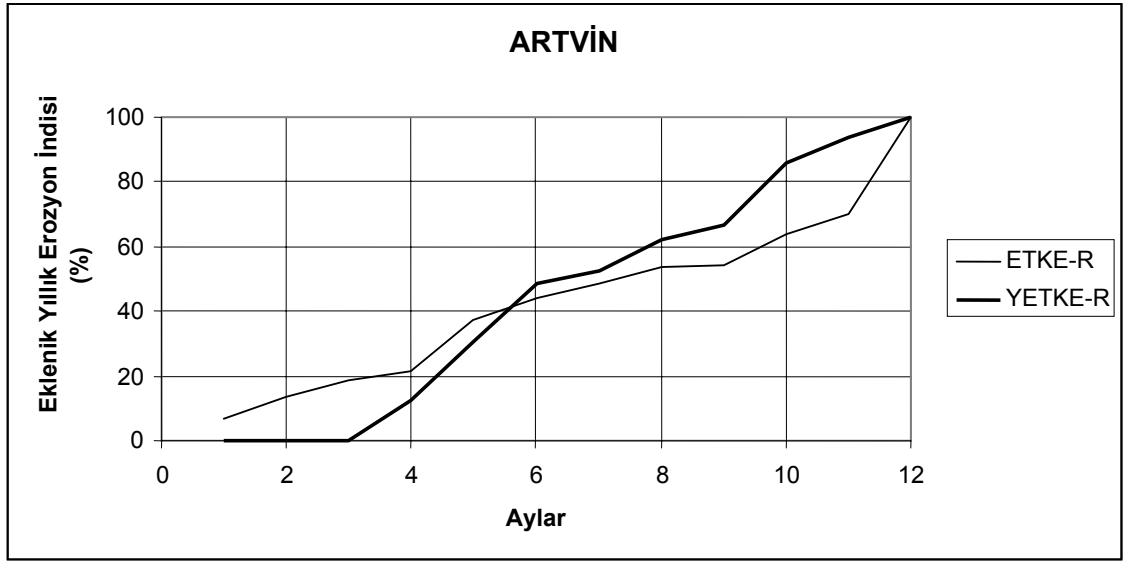
Çizelge 4.24 Bolu iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)

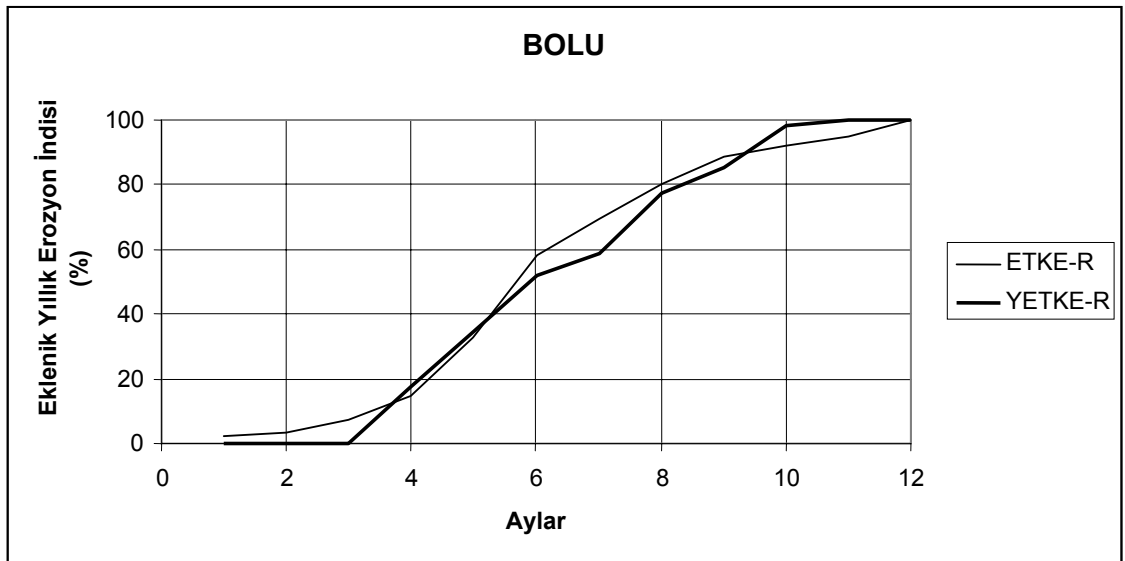
1957-1981 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|
| Yıl Sayısı | - (13)* | - (13) | - (13) | 11 (24) | 11 (25) | 12 (25) | 12 (25) | 12 (25) | 12 (25) | 12 (25) | 3 (16) | - (13) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | - (22.93) | - (12.59) | - (48.03) | 3684.70 (142.03) | 3563.92 (393.25) | 4026.82 (541.68) | 1581.29 (235.67) | 4238.45 (235.65) | 1911.91 (170.79) | 2931.03 (77.02) | 101.04 (41.24) | - (53.80) | 22039.15 (1974.66) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | - (1.76) | - (0.97) | - (3.69) | 334.97 (5.92) | 323.99 (15.73) | 335.57 (21.67) | 131.77 (9.43) | 353.20 (9.43) | 159.33 (6.83) | 244.25 (3.08) | 33.68 (2.58) | - (4,14) | 1916.77 (85.22) |
| % ExI₃₀ | - (2.07) | - (1.14) | - (4.34) | 17.48 (6.94) | 16.90 (18.46) | 17.51 (25.42) | 6.87 (11.06) | 18.43 (11.06) | 8.31 (8.02) | 12.74 (3.61) | 1.76 (3.02) | - (4.86) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | - (2.07) | - (3.21) | - (7.54) | 17.48 (14.49) | 34.38 (32.94) | 51.89 (58.37) | 58.76 (69.43) | 77.19 (80.49) | 85.50 (88.50) | 98.24 (92.12) | 100.00 (95.14) | 100.00 (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | - (5.21) | - (2.97) | - (9.74) | 366.78 (20.62) | 349.52 (75.78) | 482.83 (88.09) | 207.62 (25.21) | 403.88 (73.95) | 220.27 (21.21) | 353.66 (8.57) | 62.65 (7.01) | - (19.72) | 482.83 (83.64) |

* Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).



Şekil 4.23 Artvin'e ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği



Şekil 4.24 Bolu'ya ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği

4.7 Marmara Bölgesi

Balkan Yarımadası ile Anadolu arasında köprü niteliği ile Avrupa ve Asya'yı birbirine bağlamaktadır. Yaklaşık, 67 bin km²'lik bir yüz ölçümüne sahip olup, Türkiye'nin alan bakımından %8.5'ine karşılık gelmektedir.

Marmara Bölgesi'nin ikliminden bahsederken, tek bir iklim altında adlandırmak doğru değildir. Çünkü bölgede Karadeniz İklimi ile Akdeniz İklimi iç içe yaşanmaktadır. Bölgede yıllık yağış, 500–1000 mm arasındadır. Karlı ve donlu günlerin sayısı kıyı kesimlerde en azdır. İç kesimlere gidildikçe karasallık etkisi artmaktadır.

Ege ve Marmara Denizi kıyılarında makiler, güney Marmara sahillerinde ise zeytinlikler bulunmaktadır. Makiler 200 m yüksekliğe kadar yetişebilen bitki örtüsüdür. Ergene Havzası'nda bozkırlar oluşmuşsa da bölgenin tamamında yaygınlık göstermemektedirler. Yükseltinin olduğu yerlerde, özellikle Trakya'da ormanlara da rastlanılmaktadır.

Marmara Bölgesi'ne ait toplam 33 adet yağış istasyonlarının adları şunlardır; Ayvalık, Balıkesir, Bandırma, Bigadiç, Bilecik, Bozcaada, Burhaniye, Bursa, Çanakkale, Çınarcık, Çorlu, Dursunbey, Edirne, Edremit, Florya, Geyve, Gökçeada, Gönen, Göztepe, İpsala, Keles, Kırklareli, Kocaeli, Kumköy, Lüleburgaz, Malkara, Sakarya, Sarıyer, Şile, Tekirdağ, Uzunköprü, Yalova ve Yenişehir.

Marmara Bölgesi'nde, 1993–2004 yılları arasında uzun yıllar ortalaması olarak gerçekleşen yağışların aylar itibariyle incelenmesi neticesinde yağışın en fazla görüldüğü aylar sırasıyla Nisan, Mayıs, Eylül ve Ekim aylarıdır. Bunun yanı sıra, en az yağışa Haziran ve Kasım aylarında rastlanırken, geriye kalan aylarda (Ocak, Şubat, Mart, Temmuz, Ağustos ve Aralık) Marmara Bölgesi'nde bir yağış kaydına rastlanılmamıştır. Bahse konu bu aylarda yine yağışın olmadığı veya bölge topraklarının karla örtülü olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.25 Marmara Bölgesi'nde yer alan istasyonların en yüksek ExI₃₀ değerini aldığı aylar

| No | Ay | İstasyon Adı |
|----|---------|---|
| 1 | Ocak | - |
| 2 | Şubat | - |
| 3 | Mart | - |
| 4 | Nisan | Balıkesir, Bandırma, Burhaniye, Çanakkale, Edirne, Gökçeada, Gönen, Lüleburgaz, Malkara, Şile, Tekirdağ, Uzunköprü. |
| 5 | Mayıs | Bilecik, Çorlu, Edremit, Florya, Keles, Sakarya, Sarıyer, Yalova. |
| 6 | Haziran | İpsala. |
| 7 | Temmuz | - |
| 8 | Ağustos | - |
| 9 | Eylül | Bigadiç, Bozcaada, Bursa, Geyve, Kumköy, Yenişehir. |
| 10 | Ekim | Ayvalık, Çınarcık, Dursunbey, Göztepe, Kırklareli. |
| 11 | Kasım | Kocaeli. |
| 12 | Aralık | - |

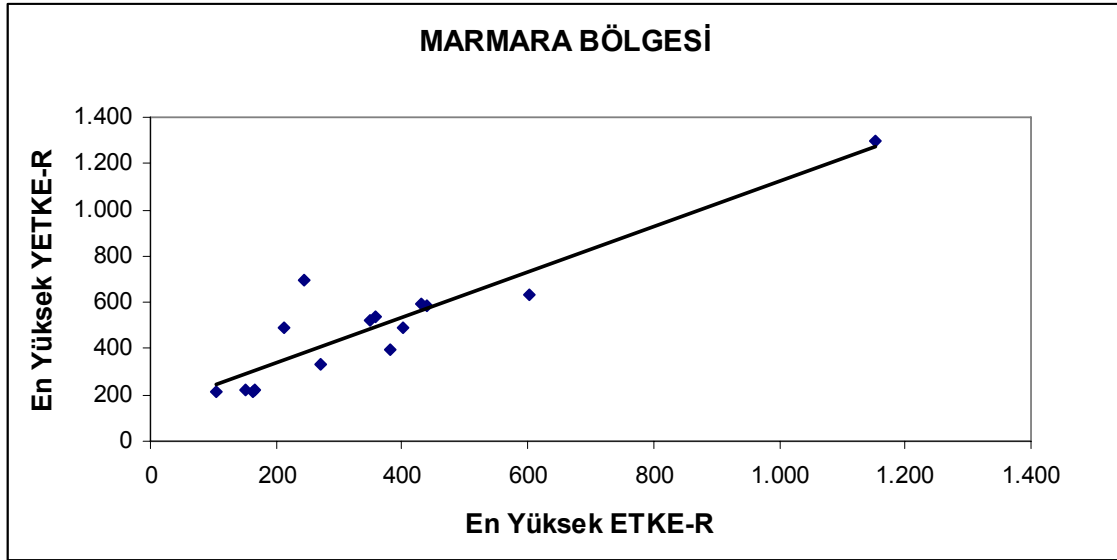
Marmara Bölgesi'nde yer alan istasyonların ay ölçeğinde ExI₃₀ değerleri Çizelge 4.25'de verilmiştir. Buna göre, bölgede erozyona neden olan yağışların çoğu Nisan ve Mayıs aylarında olmuştur. Ayrıca, Ekim ayı da iklimsel erozyon tehlikesinin olduğu bir dönemi temsil etmektedir. Marmara Bölgesi'ne ait 33 adet yağış istasyonunda belirlenen en yüksek ExI₃₀ değerleri Çizelge 4.26'da verilmiştir. En yüksek YETKE-R değeri Bigadiç'te (1300.719 MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹), en düşük YETKE-R değeri Bozcaada'da (201.166 MJ mm ha⁻¹ sa⁻¹ yıl⁻¹) görülmüştür.

Çizelge 4.26 Marmara Bölgesi'nin en yüksek ExI₃₀ değerleri (MJ. ha⁻¹. mm. sa⁻¹)

| No | İstasyon Adı | ETKE Değeri | YETKE Değeri | YETKE-R/ETKE-R |
|----|-------------------------|-------------|--------------|----------------|
| 1 | Ayvalık (Balıkesir) | 381.797 | 398.945 | 1.03 |
| 2 | Balıkesir | 161.922 | 212.327 | 1.31 |
| 3 | Bandırma (Balıkesir) | 167.302 | 217.523 | 1.30 |
| 4 | Bigadiç (Balıkesir) | 1153.321 | 1300.719 | 1.12 |
| 5 | Bilecik | 104.737 | 215.892 | 2.06 |
| 6 | Bozcaada (Çanakkale) | - | 201.166 | - |
| 7 | Burhaniye (Balıkesir) | - | 210.103 | - |
| 8 | Bursa | 151.046 | 219.623 | 1.45 |
| 9 | Çanakkale | 438.429 | 588.749 | 1.34 |
| 10 | Çınarcık (Yalova) | - | 253.379 | - |
| 11 | Çorlu (Tekirdağ) | 401.991 | 489.524 | 1.22 |
| 12 | Dursunbey (Balıkesir) | - | 208.326 | - |
| 13 | Edirne | 270.088 | 334.705 | 1.24 |
| 14 | Edremit (Balıkesir) | - | 679.942 | - |
| 15 | Florya (İstanbul) | - | 682.670 | - |
| 16 | Geyve (Sakarya) | 243.073 | 698.725 | 2.87 |
| 17 | Gökçeada (Çanakkale) | - | 695.384 | - |
| 18 | Gönen (Balıkesir) | - | 358.972 | - |
| 19 | Göztepe (İstanbul) | 212.273 | 493.273 | 2.32 |
| 20 | İpsala (Edirne) | - | 475.219 | - |
| 21 | Keles (Bursa) | - | 349.718 | - |
| 22 | Kırklareli | - | 302.216 | - |
| 23 | Kocaeli | 601.671 | 634.619 | 1.05 |
| 24 | Kumköy (İstanbul) | - | 516.721 | - |
| 25 | Lüleburgaz (Kırklareli) | 429.469 | 589.977 | 1.37 |
| 26 | Malkara (Tekirdağ) | - | 613.280 | - |
| 27 | Sakarya | 349.765 | 518.976 | 1.48 |
| 28 | Sarıyer (İstanbul) | 356.680 | 538.921 | 1.51 |
| 29 | Şile (İstanbul) | - | 479.816 | - |
| 30 | Tekirdağ | - | 588.741 | - |
| 31 | Uzunköprü (Edirne) | - | 210.320 | - |
| 32 | Yalova | - | 475.822 | - |
| 33 | Yenişehir (Bursa) | - | 421.168 | - |

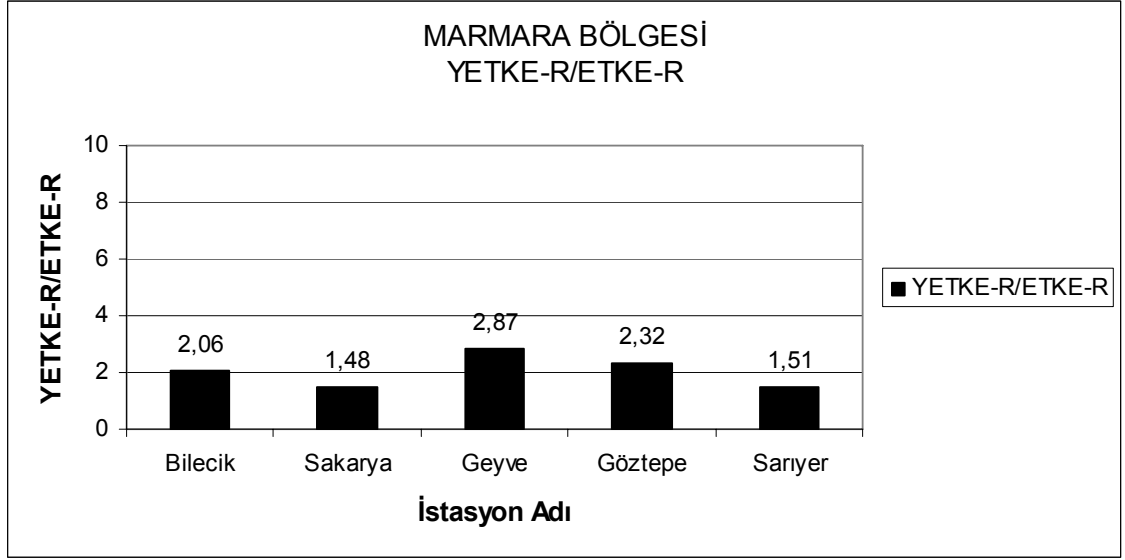
* (-) simgesi, ETKE-R (Doğan 2002), 1993–2004 yılları arasında bir hesaplamının olmadığını göstermektedir.

Marmara Bölgesi'nde hem ETKE-R hem de YETKE-R değerlerinin uzun yıllık verilerden hesaplandığı iklim istasyonlarının “en yüksek ExI_{30} ” indisi açısından karşılaştırılması Şekil 4.25'te verilmiştir. Sonuç olarak, Ege Bölgesi'ne benzer olarak noktasal dağılım grafiği ve doğrusal regresyon eğrisi, “en yüksek ExI_{30} ” indis değerleri arasında Marmara Bölgesi'nde de önemli ayrılıkların olmadığını göstermektedir: ETKE ve YETKE yöntemi benzer “en yüksek ExI_{30} ” nicelikleri üretmişlerdir.



Şekil 4.25 Marmara Bölgesi ETKE-R ve YETKE-R değerlerine sahip iklim istasyonlarının en yüksek ExI_{30} indisi açısından karşılaştırılması

Çizelge 4.26 esas alınarak, Marmara Bölgesi'ne ait YETKE-R /ETKE-R değerinin en yüksek olduğu istasyonlara ilişkin bilgiler Şekil 4.26'da yer almaktadır. Bu değerler sırasıyla, Geyve (2.87), Göztepe (2.32), Bilecik (2.06), Sarıyer (1.51) ve Sakarya (1.48)'dir.



Şekil 4.26 Marmara Bölgesi'nde en yüksek YETKE-R / ETKE-R oranının görüldüğü iklim istasyonları

Ege Bölgesi dışındaki diğer bölgelerin YETKE-R/ETKE-R değerlerine göre, Marmara Bölgesi iklim istasyonlarına ait oranlar daha düşük olmuştur. Örneğin en yüksek oran 2.87 ile Geyve iklim istasyonunda hesaplanmıştır. Halbu ki, gözlenen en yüksek oran sırasıyla 9.01 (Korkuteli), 8.11 (Erzincan), 5.88 Gaziantep, 5.79 (Artvin) ve 4.86 (Beyşehir-Konya) olarak Akdeniz, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgelerinde meydana gelmiştir.

Açıktır ki, Marmara Bölgesi'nde “ en yüksek ExI_{30} ” YETKE/ETKE oransal değerleri fazla farklı değildir. Bilhassa bu değer Ayvalık ve Kocaeli iklim istasyonları için sırasıyla 1.03 ve 1.05 olarak hesaplanmıştır.

Bilecik ve Göztepe iklim istasyonlarına ait ortalama aylık dağılımlar olarak, toplam ExI_{30} , ortalama aylık ExI_{30} , % ExI_{30} , eklenik % ExI_{30} ve en yüksek ExI_{30} değerleri sırasıyla Çizelge 4.27 ve 4.28'de verilmiştir. Bu istasyonların enlem, boylam ve yükseklik olarak koordinat bilgileri Çizelge 3.1'de yer almaktadır.

Marmara Bölgesinin Bilecik ve Göztepe iklim istasyonlarına ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafikleri Şekil 4.27 (Bilecik) ve Şekil 4.28 (Göztepe)'de verilmiştir. Söz konusu şekiller incelendiğinde, eğrinin dikleştiği aylarda diğerlerinin yıllık ExI_{30} hesaplarına en yüksek katkıları yaptığı görülmektedir. YETKE-R değerleri ETKE-R değerleri ile karşılaştırıldığında, her iki istasyon için de eğrileri benzer bir gelişme gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 4.27 Bilecik iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)

1959-1982 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|-----------|----------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|
| Yıl Sayısı | - (-)* | - (-) | - (-) | 11 (21) | 12 (23) | 12 (24) | 11 (24) | 11 (24) | 12 (24) | 12 (24) | 2 (19) | - (3) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (-) | 1924.76 (137.45) | 2255.05 (679.58) | 1648.21 (447.90) | 824.41 (250.82) | 1121.44 (170.29) | 1660.72 (121.82) | 1730.27 (112.73) | 107.70 (41.59) | - (17.92) | 11272.56 (1980.11) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (-) | 174.98 (6.55) | 187.92 (29.55) | 137.35 (18.66) | 74.95 (10.45) | 101.95 (7.09) | 138.39 (5.07) | 144.191 (4.69) | 53.85 (2.19) | - (5.97) | 1013.58 (90.24) |
| % ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (-) | 17.26 (7.25) | 18.54 (32.74) | 13.55 (20.68) | 7.39 (11.58) | 10.06 (7.86) | 13.65 (5.63) | 14.23 (5.21) | 5.31 (2.43) | - (6.62) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | - (-) | - (-) | - (-) | 17.26 (7.25) | 35.80 (40.00) | 49.35 (60.68) | 56.75 (72.26) | 66.81 (80.12) | 80.46 (85.75) | 94.69 (90.95) | 100.00 (93.38) | 100.00 (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | - (-) | - (-) | - (-) | 213.78 (19.33) | 215.89 (79.48) | 203.95 (83.44) | 100.08 (104.74) | 195.89 (43.97) | 212.87 (25.82) | 211.17 (19.60) | 61.18 (5.21) | - (7.75) | 215.89 (104.74) |

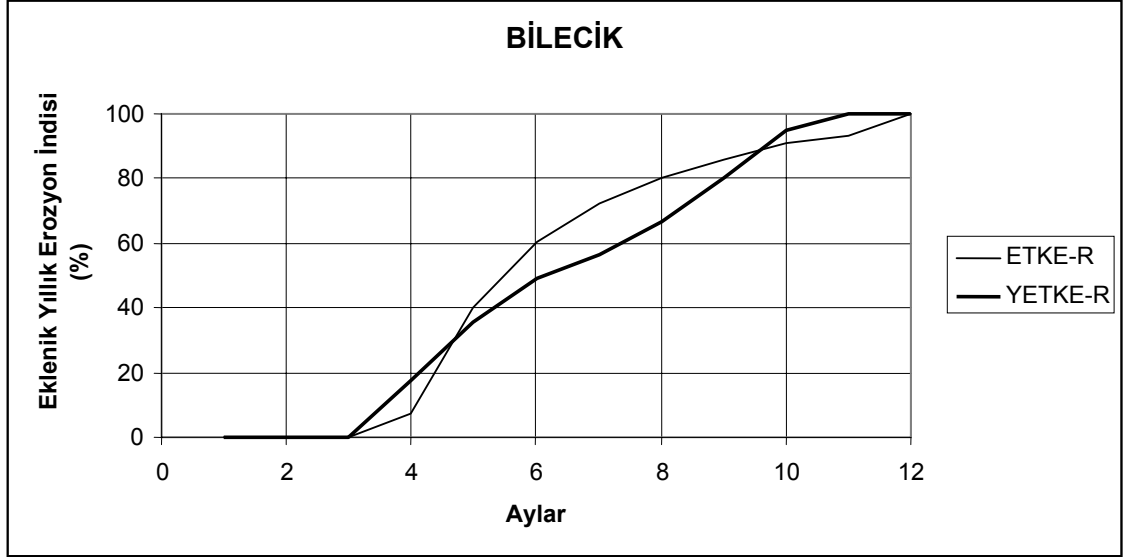
*Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).

Çizelge 4.28 Göztepe iklim istasyonuna ait toplam ExI₃₀, ortalama aylık ExI₃₀, % ExI₃₀, eklenik % ExI₃₀ ve en yüksek ExI₃₀ değerleri

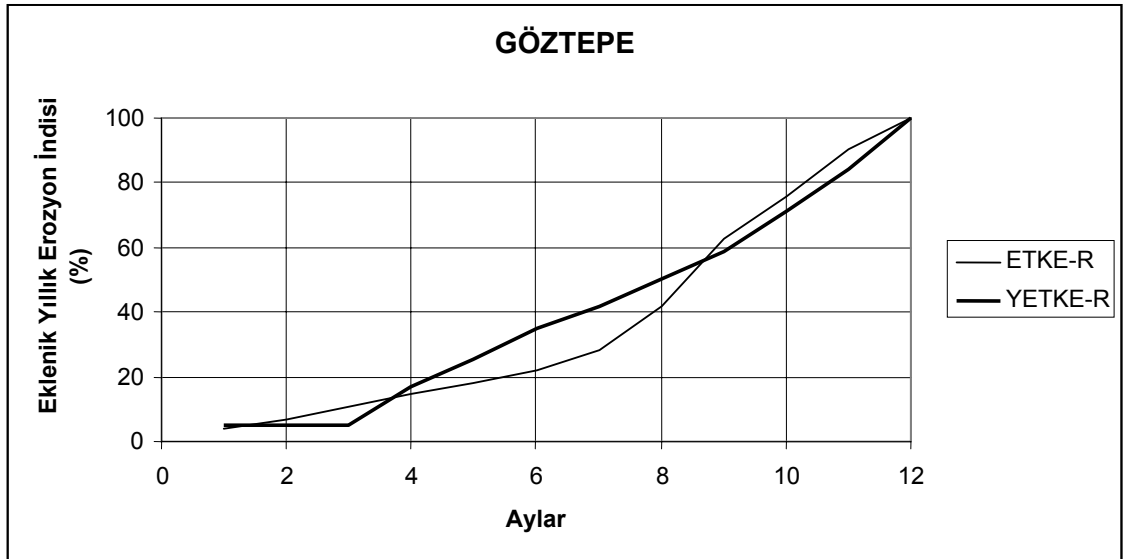
Yıl: 1993-2004 (YETKE-R)
1957-1981 (ETKE-R)

| Aylar | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
|------------------------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| Yıl Sayısı | 1 (23)* | - (23) | - (24) | 11 (25) | 12 (25) | 12 (25) | 12 (25) | 10 (25) | 12 (25) | 12 (25) | 10 (25) | 3 (24) | Yıllık |
| Toplam ExI₃₀ | 65.72 (197.61) | - (126.87) | - (189.00) | 1654.01 (193.97) | 1265.88 (200.58) | 1408.88 (193.00) | 1006.89 (321.15) | 1104.24 (708.68) | 1253.11 (1054.42) | 1897.89 (680.14) | 1574.09 (748.03) | 603.54 (480.65) | 11834.27 (5094.11) |
| Ort. Aylık ExI₃₀ | 65.72 (8.59) | - (5.52) | - (7.88) | 150.37 (7.76) | 105.49 (8.02) | 117.41 (7.72) | 83.91 (12.85) | 110.42 (28.34) | 104.43 (42.18) | 158.16 (27.20) | 157.41 (29.92) | 201.18 (20.03) | 1254.49 (206.01) |
| % ExI₃₀ | 5.24 (4.17) | - (2.68) | - (3.82) | 11.99 (3.77) | 8.41 (3.89) | 9.36 (3.75) | 6.69 (6.24) | 8.80 (13.76) | 8.32 (20.47) | 12.61 (13.21) | 12.55 (14.52) | 16.04 (9.72) | 100.00 (100.00) |
| Eklenik %E x I₃₀ | 5.24 (4.17) | 5.24 (6.85) | 5.24 (10.67) | 17.23 (14.44) | 25.64 (18.33) | 34.99 (22.08) | 41.68 (28.31) | 50.48 (42.07) | 58.81 (62.55) | 71.42 (75.75) | 83.96 (90.28) | 100.00 (100.00) | |
| En Yüksek ExI₃₀ | 65.72 (12.98) | - (17.21) | - (32.09) | 379.21 (18.57) | 224.37 (62.88) | 478.65 (34.35) | 165.92 (132.02) | 172.33 (141.77) | 388.70 (202.58) | 493.27 (195.59) | 395.38 (212.27) | 413.24 (20.55) | 493.27 (212.27) |

*Parantez içerisinde verilen değerler ETKE-R hesaplamalarıdır (Doğan 2002).



Şekil 4.27 Bilecik'e ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği



Şekil 4.28 Göztepe'ye ait eklenik yıllık erozyon indisi (%) grafiği

5. SONUÇ

Ulusal ölçekte, Türkiye'ye ait 252 adet meteoroloji istasyonunun yağış verileri YETKE-R modelinden faydalanılarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalar neticesinde elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak, her bir istasyon için, Şekil 3.2'de olduğu gibi eklemeli eğriler hazırlanmıştır. Ayrıca, bölgelere ait tüm istasyonların en yüksek ExI_{30} değerleri (YETKE) elde edilmiş, çalışmada kullanılan veri tabanının geniş olması nedeniyle örnek çizelge ve grafikler verilmiştir.

Hesaplamalar neticesinde elde edilen veriler bölgeler bazında irdelenecek olunursa, öncelikle Akdeniz Bölgesi'nde, en yüksek ExI_{30} değerini Alanya istasyonunda Aralık ayında, en düşük değerinin ise Afşin istasyonunda Eylül ayında aldığı görülmektedir. Öte yandan, en yüksek ExI_{30} değeri, Doğu Anadolu Bölgesi için Ağrı istasyonunda Mayıs ayında, Ege Bölgesi'nde Marmaris istasyonunda Kasım ayında, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Kahta istasyonunda Kasım ayında, İç Anadolu Bölgesi'nde Ilgaz istasyonunda Mayıs ayında, Karadeniz Bölgesi'nde Rize ilinde Ekim ayında ve Marmara Bölgesi'nde ise Geyve istasyonunda Eylül ayında olduğu da tespit edilmiştir.

Yine, Türkiye'nin yedi bölgesi için hesaplanmış olan YETKE-R / ETKER-R oranının en düşük olduğu istasyonlar sırasıyla, Akdeniz Bölgesi'nde Alanya (1.05), Doğu Anadolu Bölgesi'nde Hakkari (1.92), Ege Bölgesi'nde Marmaris (1.01), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Islahiye (1.67), İç Anadolu Bölgesi'nde Divriği (1.08), Karadeniz Bölgesi'nde Rize (1.05) ve Marmara Bölgesi'nde Edirne (1.03) ile Ayvalık (1.03)'tür.

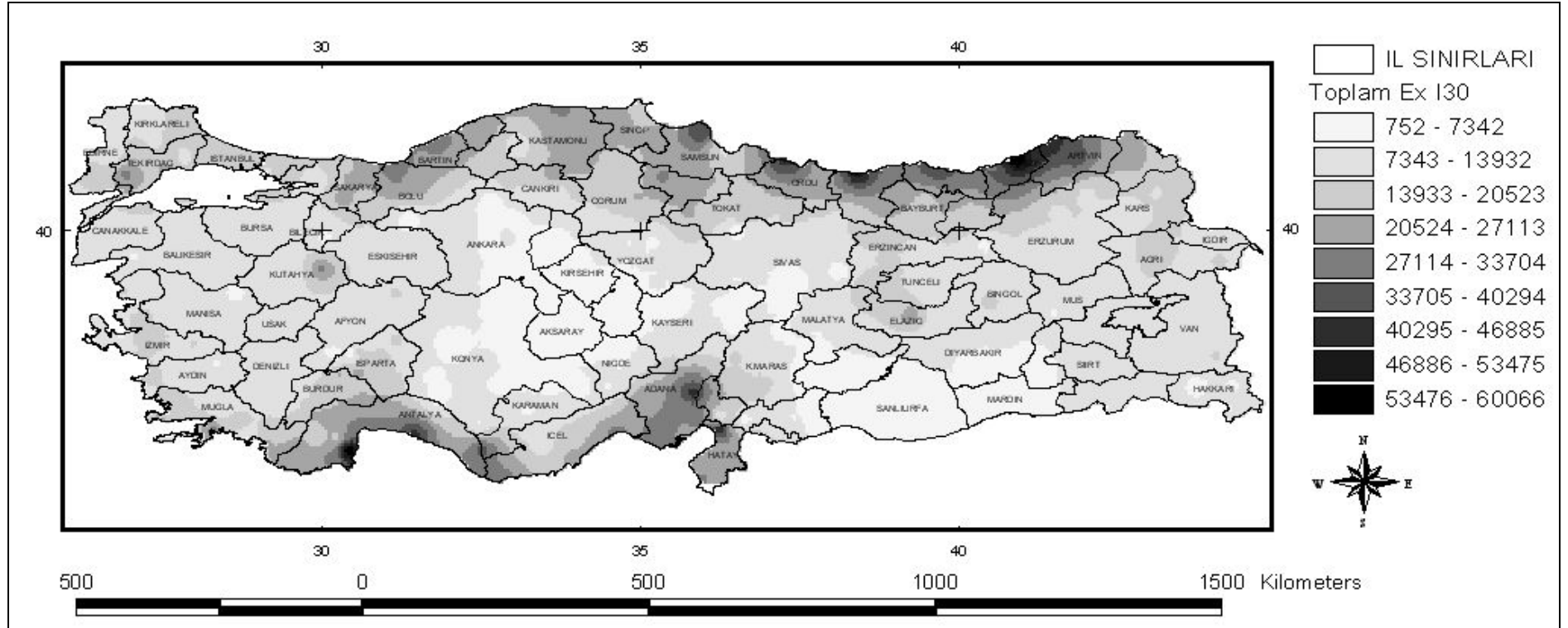
Diğer taraftan, anılan bölgeler için YETKE-R / ETKER-R oranının çok yüksek olduğu durumlar da söz konusudur. Örneğin, Akdeniz Bölgesi'nde Korkuteli istasyonunda 9.01, Doğu Anadolu Bölgesi Erzincan'da 8.11, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Gaziantep'te 5.88 ve İç Anadolu Bölgesi Beyşehir'de 4.86'dır.

Tüm hesaplamalar neticesinde, 1993-2004 yıllarını kapsayan Türkiye için ayrı ayrı olmak üzere “toplam ExI₃₀”, “ortalama aylık ExI₃₀” ve “en yüksek ExI₃₀” haritaları GIS ortamında hazırlanmıştır (Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3). Söz konusu haritalardan Şekil 5.1 incelendiği en yüksek ve en düşük değerler 60066.973 ve 752.995 olduğu görülmektedir. Söz konusu değerler Şekil 5.2 bazında değerlendirildiğinde, en yüksek değer 7598.191 ve en düşük değer 325.420 olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3’te Doğu Karadeniz ve Batı Akdeniz’deki değerlerin diğer bölgelere nazaran daha yüksek olduğu da görülmüştür.

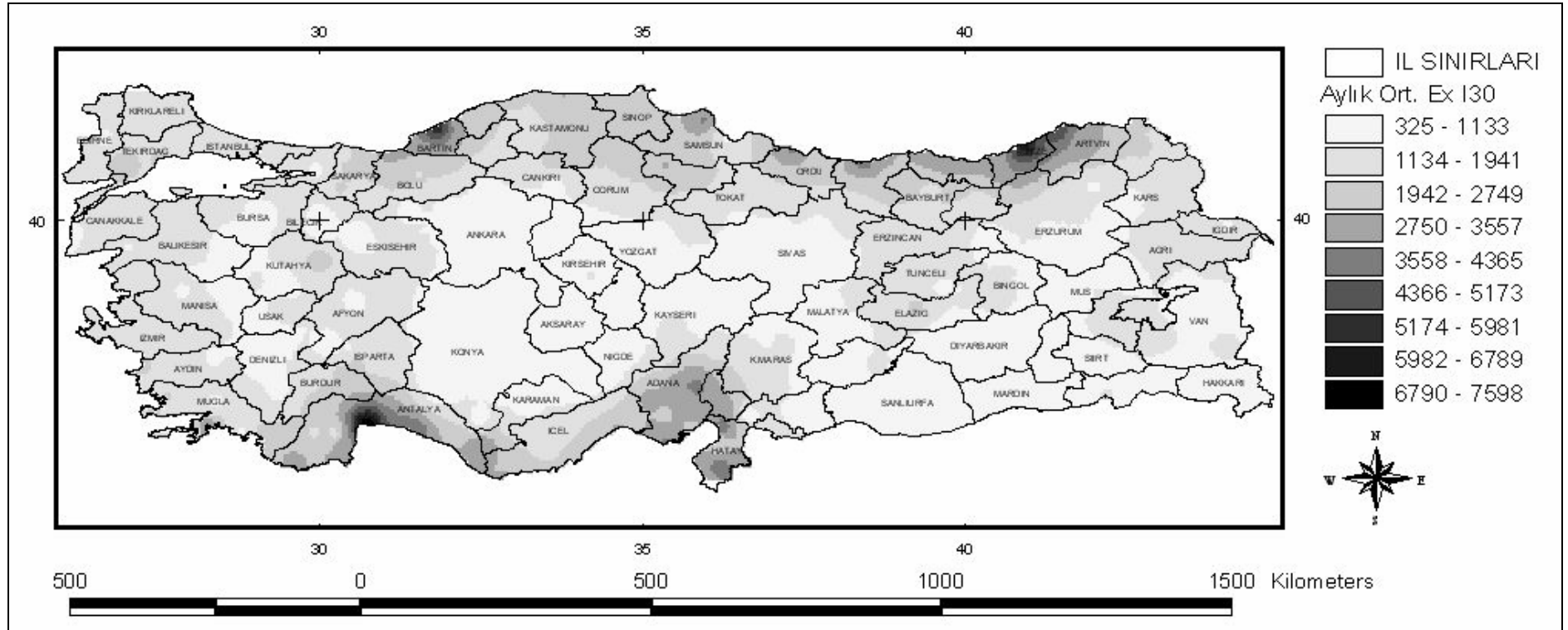
Türkiye’de 1951–2004 tarihleri arasında, ortalama yıllık mevsimsel yağış miktarında ortaya çıkan en belirgin nokta, sonbahar ve kış aylarında önemli değişikliklerin gözlemlenmesidir. Kış mevsimi yağışları, Türkiye’nin batı bölgelerinde son 50 yılda belirgin ölçüde azalmaktadır. Öte yandan, Orta Anadolu’nun kuzey bölgelerinde sonbahar aylarındaki yağış miktarı artmaktadır. Genellikle yağışlar, Ege ve Akdeniz sahillerinde düşüş, Karadeniz kıyı kesimlerinde ise artış göstermektedir. Orta Anadolu’daki yağışlarda ise çok az veya hiç değişiklik gözlemlenmemektedir. Gelecekte Türkiye’nin güneybatı kıyılarında ciddi bir yağış azalması; Kafkasya sahil şeridinde ise tersine daha fazla yağış alınması beklenmektedir. Bu gözlemler hem kış, hem bahar aylarındaki toplam yağışlar için geçerli olmaktadır.

Dünya okyanuslar, atmosfer ve uzay arasındaki enerji alışverişine yönelik son dönem modellemelerinde, 21. yüzyılda dünya ortalama sıcaklığının 1.5–6°C arasında artacağı kabul edilmekte ve sıcaklıktaki küçük değişikliklerin dahi yağışlarda, orman ve tarım alanlarında büyük sonuçlar doğuracağı öngörüsü doğrultusunda, Türkiye’de de benzer durumun yaşanacağı YETKE yöntemi ile yeniden hesaplanmış verilerle desteklenebilir.

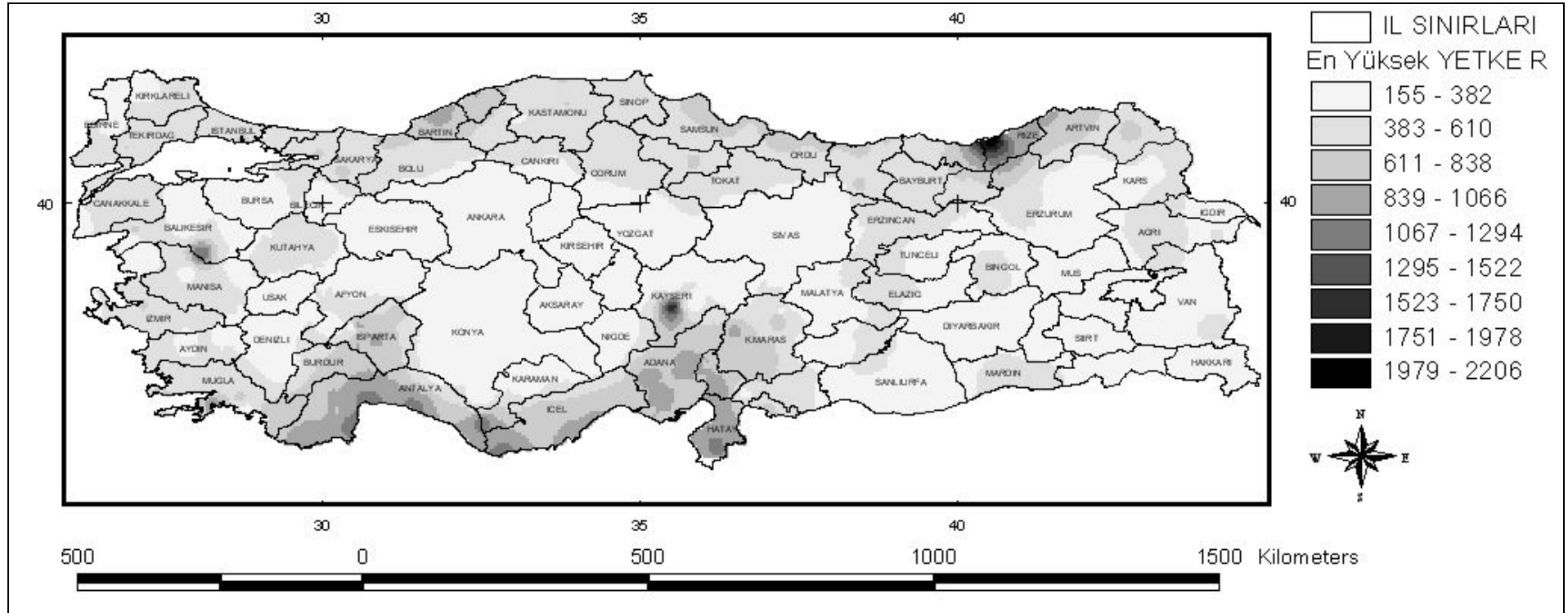
Diğer taraftan, söz konusu çalışmada kullanılan 252 adet istasyon, Türkiye’nin mevcut yağış durumunu temsil etmede yeterli görülmemektedir. Bu hususta yapılacak benzer çalışmalara da zemin oluşturacağı göz önüne alınırsa, yağış verilerinin sağlıklı bir şekilde hesaplanması ve Türkiye yağış durumunu tam temsil edebilmesi için istasyon sayısının yaklaşık 1000 civarında olması gerekmektedir. Bu kapsamda başta DMİGM olmak üzere, birçok kurum ve kuruluş gerekli çalışmalarına başlamalıdır.



Şekil 5.1 1993-2004 yıllarını kapsayan Türkiye'nin Toplam ExI₃₀ haritası



Şekil 5.2 1993-2004 yıllarını kapsayan Türkiye'nin Ortalama Aylık ExI₃₀ haritası



Şekil 5.3 1993-2004 yıllarını kapsayan Türkiye'nin En Yüksek ExI₃₀ haritası

KAYNAKLAR

- Agassi, M. 1996. Soil Erosion, Conservation and Rehabilitation. 402 p., Marcel Dekker Inc., New York.
- Anonim. 2008. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü web sitesi. <http://www.meteoroloji.gov.tr/2006/genel/> Erişim Tarihi: 29.02.2008
- Apaydin, H., Erpul, G., Bayramin, I. and Gabriels, D. 2006. Evaluation of indices for characterizing the distribution and concentration of precipitation: A case for the region of Southeastern Anatolia Project. Journal of Hydrology 328, pp. 726– 732, Turkey.
- Arnoldus, H. M. J. 1977. Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. FAO Soils Bulletin 34, pp. 39-51.
- Aslan, Z. 1997. Analysis of rainfall erosivity and climatic factor of wind erosion. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization and International Atomic Energy Agency, ICTP. IC/97/135.
- Bayramin, İ., Erpul, G., Öztürk, H. S., Erdoğan, E., Uğurlu, A. ve Kesim, A. 2007. Türkiye’de Erozyon Oluşturma Gücünü Gösteren Yağış İndislerinin Belirlenmesi. TUBİTAK PROJE NO: TOVAG 104 O 444 (basımda)
- Bayramin, I., Erpul, G. and Erdogan, E. H. 2006. Use of CORINE Methodology to Assess Soil Erosion Risk in the Semi-Arid Area of Beypazari – Ankara, Turkey. Tr. J. of Agricultural and Forestry, 30, pp. 81 – 100.
- Brown, L.C. and Foster, G.R. 1987. Storm erosivity using idealized intensity distributions. Trans. ASAE 30 pp. 379-386.
- Brown, L.R. and Wolf, E.C. 1984. Soil Erosion Quiet Crisis in the World of Economy. W.W.Norton&Co., Newyork.
- Burrough, P. A. 1986. Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment. Clarendon Press, Oxford.
- Carter, C.E., Greer, J.D., Braud, H.J. and Floyd, J.M. 1974. Raindrop characteristics in South Central United States. Trans. ASAE 17 pp. 1033-1037.
- Cerdans, O., Le Bissonnais, Y., Couturier, A., Bourennane, H. and Souchere, V. 2002. Rill erosion on cultivated hillslopes during two extreme rainfall events in Normandy. Soil and Tillage Research, 67 pp. 99 – 108. France.
- Craven, P. and Wahba, G.1979. Smoothing noisy data with spline functions. Numerische Mathematik 31, pp. 377–403.
- Coeley, K.R., Harison, C.L. and Johnson, C.W. 1988. Precipitation erosivity index estimates in cold climates. Trans. ASAE. 31: pp.1445-1450.
- CORINE, 1992. Soil Erosion Risk and Important Land Resources in the Southern Regions of the European Community. EUR 13233, Luxembourg.
- De Jong, S. M. 1994. Applications of reflective remote sensing for land degradation studies in a mediterranean environment. Nederlandse Geografische Studies p.177.
- De Jong, S. M., Brouwer, L. C. and Riezebos, H. Th. 1998. Erosion hazard assessment in the Peyne catchment, France. Working paper DeMon-2 Project Dept. Physical Geography, Utrecht University.
- De Luis, M., Garcia-Cano, M.F., Cortina, J., Raventos, J., Gonzalez-Hidalgo, J.C.,

- and Sanchez, J.R. 2001. Climatic trends, disturbances and short-term vegetation dynamics in a Mediterranean shrubland. *Forest Ecology and Management* 147, pp. 25–37.
- De Ploey, J. 1989. A soil erosion map for Western Europe. Catena Verlag.
- De Roo, A. P. J. 1993. Modelling Surface Runoff and Soil Erosion in Catchments Using Geographical Information Systems; Validity and Applicability of the ‘ANSWERS’ Model in Two Catchments in the Loess Area of South Limburg (The Netherlands) and one in Devon (UK). *Nederlandse Geografische Studies* p.157.
- Desmet, P. J. J. and Govers, G. 1996. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation* 51 pp. 427 – 433.
- Doğan, O. 1987. Türkiye Yağışlarının Erosiv Potansiyelleri. (Erosive potentials of Turkey. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (Hrsg) – Ankara.
- Dogan, O. and Denli, O. 1999. Precipitation - Aridity - Erosion Indices and Arid Periods in Turkey. General Directorate of Rural Services. Technical Publication No: 60. pp. 209.
- Dogan, O. 2002. Erosive potentials of rainfalls in Turkey and erosion index values of Universal Soil Loss Equation. Publications of Soil and Fertilizer Institute, General Directorate of Rural Service, Turkey. Public. No: 220, R-120, Ankara.
- Edy, W. 1995. The use of GIS in environmental assessment. *Impact Assess.* 13 pp. 199-206.
- Erpul, G., Bayramin, İ., Deviren, S. ve Kaya, P. 2008. Türkiye’de su erozyonu çalışmaları için uzun dönem meteoroloji verileri kullanılarak ulusal ölçekte yağış enerji ve şiddetlerinin belirlenmesi (Proje no: 107Y155, Tübitak - ÇAYDAG - 2008).
- Desmet, P. J. J. and Govers, G. 1996. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51, pp. 427–433.
- Erdogan, E. H., Erpul, G. and Bayramin, I. 2007. Use of USLE/GIS Methodology for Predicting Soil Loss in a Semi-arid Agricultural Watershed. *Environmental Monitoring and Assessment*, 131: pp. 153-161.
- Flanagan, D.C. and Nearing, M.A. (Eds.) 1995. Technical documentation: USDA-Water Erosion Prediction Project (WEPP). NSERL Report No. 10 (July). National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, Indiana 47907-2077, USA.
- Foster, G.R., Lane, L.J. and Nowlin, J.D. 1981 a. Estimating erosion and sediment yield on field sized areas. *Trans. ASAE* 24 pp.1253-1262.
- Foster, G. R., McCool, D. K., Renard, K. G. and Moldenhauer, W. C. 1981 b. Conversion of universal soil loss equation to SI metric units. *Journal of Soil and Water Conservation*, 36, 355–359.
- Gabriels, D., Vermeulen, A., Verbist, K. and Van Meirvenne, M. 2003. Assessment of rain erosivity and precipitation concentration in Europe. In: Gabriels D., Cornelis W. (Eds.), *Proceedings of the International Symposium, 25 Years of Assessment of Erosion*, 22–26 September 2003, Ghent, Belgium, pp. 87–92.
- Glantz, M. H. 1987. ‘Drought, famine and the seasons in Sub-Saharan Africa’, in *Climate and Human Health, Proceedings of the Symposium in Leningrad*, Vol. I., WCAP-No. 1, World Meteorological Organization, Geneva, pp. 217-232.

- Gunn, R. and Kinzer, G.D. 1949. Terminal velocity of fall for water droplets in stagnant air. *J. Meteorol.* 6 pp. 243-248.
- Güçer, C. 1972. Yağışların Erosiv Potansiyellerinin Hesaplanması ve Türkiye Yağışlarının Erosiv Potansiyelleri. Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Genel Yayın No: 14. Teknik Yayın 11. Ankara.
- Hutchinson, M.F. 1991. The application of thin plate smoothing splines to continentwide data assimilation. In: Jasper J.D. (Ed.), *Data Assimilation Systems*. BMRC Research Report No.27, Bureau of Meteorology, pp. 104–113, Melbourne.
- Hutchinson, M.F. 1995. Interpolation of mean rainfall using thin plate smoothing splines. *International Journal of Geographical Information Systems* 9, pp. 385–403.
- Hutchinson, M.F. 2001. ANUSPLIN (version 4.2) user guide. The Australian National University, Centre for Resource and Environmental Studies, Canberra.
- IPCC Draft Summary Makes Headlines, *Global Environ. Change Rep.*, Sep. 22, 1995. pp. 1-3.
- Jager, S. 1994. Modelling Regional Soil Erosion Susceptibility Using the Universal Soil Loss Equation and GIS. In: Rickson, R. J. (ed). *Conserving Soil Resources, European Perspectives*, pp. 161 – 177. CAB International.
- Johns, T. C., Carnell, R. E., Crossley, J. F., Gregory, J. M., Mitchell, J. F. B., Senior, C. A., Tett, S. F. B. and Wood, R. A. 1997. The second Hadley Centre coupled ocean-atmosphere GCM: model description, spinup and validation. *Earth and Environmental Science*. 13 pp. 103 – 134.
- Kai, S. K., Müller-Samann. K., Hilger, T. and Leihner, D. 2002. Erosion control and prediction in cassava based cropping systems in the Southern Andean Region of Colombia. In *Proc. of 12th ISCO Conference*. 26 – 31 May. 2002. Beijing. China. pp. 189-195.
- Karaca, A., Öztürk, H.S., Bayramin, İ., Erpul, G. ve Suiçmez, B.K. 2008. Küresel ısınma ve ülkemiz tarımına etkileri. *Türktarım, Tarım ve Köyişerli Bakanlığı Dergisi*, 179. pp. 24-29.
- Kaya, P., Aydın, S., Yilman, F. E., Ozsayar, M., Erpul, G. and Bayramin, I. 2006. Kinetic energy calculations for RUSLE technology using long-term recorded data in Turkey. 18th International Soil Meeting (ISM) on “Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology”, May 22 – 26, 2006 Şanlıurfa – Turkey, *Proceedings, Volume 2*, pp.555 - 560.
- Kaya, P. 2006. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Yağışlarının RUSLE Yöntemi İle R Faktörünün Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Semineri. Ankara.
- Kinnell, P.I.A. 1981. Rainfall-kinetic energy relationships for soil loss prediction. *Soil Sci. SOC. Am. J.* 45, pp.153-155.
- Kinnell, P.I.A. 1987. Rainfall kinetic energy in eastern Australia. Intensity-kinetic energy relationships for Canberra, A.C.T. *Aust. J. Soil Res.* 25 pp. 1547-553.
- Kinnell, P.I.A. 2001. Slope length factor for applying the USLE-M to erosion in grid cells. *Soil Till. Res.* 58, pp. 11–17.
- Kirkby, M. J. and King, D. 1998. Summary report on provisional RDI erosion risk map for France. Report on contract to the European Soil Bureau (unpublished).
- Klik, A. and Truman, C. C. 2003. What is a typical rainstorm? In: Gabriels D, Cornelis W. (Eds.), *Proc. Int. Symposium, 25 Years of Assessment of Erosion*, 22 – 26 September, 2003, Ghent, Belgium, pp. 93-98.

- Kömüşçü, A.Ü., Dorum, A. ve Ceylan, A. 2003. Yağış Şiddeti ve Tekerrür Sürelerine Göre Sel ve Taşkın Riski Analizi. III. Atmosfer Bilimi Sempozyumu. Bildiri, İTÜ, İstanbul.
- Laws, O.J. and Parsons, D.A. 1943. The relation of raindrop-size to intensity. Trans. AGU 24, pp. 452-460.
- Lee, S. 2004. Soil erosion assessment and its verification using the universal soil loss equation and geographic information system: A case study at Boun, Korea. *Environmental Geology*, 45, pp. 457–465.
- Lu, D., Li, G., Valladares, G. S. and Batistella, M. 2004. Mapping soil erosion risk in Rondonia, Brazilian Amazonia: Using RUSLE, remote sensing and GIS. *Land Degradation and Development*, 15, pp. 499–512.
- Ma, J. W., Xue, Y., Ma, C. F. and Wang, Z. G. 2003. A data fusion approach for soil erosion monitoring in the Upper Yangtze River Basin of China based on universal soil loss equation (USLE) model. *International Journal of Remote Sensing*, 24, pp. 4777–4789.
- Martin, A., Gunter, J. and Regens, J. 2003. Estimating erosion in a Riverine Watershed, Bayou Liberty – Tchefuncta River in Louisiana. *Environmental Science and Pollution Research* 4, pp. 245-250.
- Marshall, J.K. 1973. Drought, land use and soil erosion. In: J.V. Lovett (ed.). *The environmental, economic and social significance of drought*. Angus and Robertson, Publ. Sydney, Australia. p. 55-77.
- McFarlane, N.A., Boer, G.J. , Blanchet, J.P. and Lazare, M. 1992. The Canadian Climate Centre second-generation general circulation model and its equilibrium climate. *J. Climate*, 5, pp. 1013-1044.
- McGregor, K.C. and Mutchler, C.K. 1977. Status of the R factor in northern Mississippi. In *Soil Erosion: Prediction and Control*, pp. 135-142. Spec. Publ. No. 21, Soil Conserv. SOC. Am., Ankeny, Iowa.
- Michiels, P. and Gabriels, D. 1996. Rain variability indices for the assessment of rainfall erosivity in the Mediterranean Region. In: Rubio, J.L., Calvo, A. (Eds.), *Soil Degradation in Mediterranean Environments*. Geofoma Ediciones, Logrono, pp. 49–70.
- Millward, A. A. and Mersey, J. E. 1999. Adapting the RUSLE to model soil erosion potential in a mountainous tropical watershed. *Catena* 38, pp. 109-129.
- Moore, I. D. and Burch, G. J. 1986a. Modeling erosion and deposition. Topographic effects. *Transactions of the ASAE* 29, pp. 1624–1630, 1640.
- Moore, I. D. and Burch, G. J. 1986b. Physical basis of the length–slope factor in the Universal Soil Loss Equation. *Soil Science Society of America Journal*, 50, pp. 1294–1298.
- Montier, C., Daroussin, J., King, D. and Le Bissonnais, Y. 1998. *Cartographie vde l’alea “Erosion des Sols” en France*, INRA, Orleans.
- Morgan, R. P. C. 1995. *Soil Erosion and Conservation*. Second Edition. Longman, Essex.
- Morgan, R. P. C., Morgan, D. D. V. and Finney, H. J. 1984. A predictive model for the assessment of soil erosion risk. *Journal of Agricultural Engineering Research* 30, pp. 245 – 253.
- Nearing, M. A., Jetten, V., Baffaut, C., Cerdan, O., Couturier, A., Hernandez, M., Le Bissonnais, Y., Nichols, M. H., Nunes, J. P., Renschler, C. S., Souchere, V., and van Oost, K. 2005. Modeling response of soil erosion and runoff to

- changes in precipitation and cover. *Catena* 61, pp.131-154.
- Nearing, M.A. 2001. Potential changes in rainfall erosivity in the U.S. with climate change during the 21st century. *Journal of Soil and Water Conservation* 56(3), pp.229-232.
- Nearing, M.A., Foster, G.R., Lane, L.J. and Finkner, S.C. 1989. A process-based soil erosion model for USDA Water Erosion Prediction Project technology. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 32 (5), pp.1587– 1593.
- Oliver, J.E. 1980. Monthly precipitation distribution: a comparative index. *Professional Geographer* 32, pp. 300–309.
- Ouyang, D. and Bartholic, J. 2001. Web-based GIS application for soil erosion prediction In *Proceedings of an International Symposium—Soil Erosion Research for the 21st Century*, Honolulu, HI, January 3–5, 2001. pp. 260–263.
- Ozcan, A. U., Erpul, G., Basaran, M. and Erdogan, H. E. 2008. Use of USLE/GIS Technology Integrated with Geostatistics to Assess Soil Erosion Risk in Different Land Uses of Indagi Mountain Pass – Çankırı, Turkey. *Environmental Geology*. 53: pp. 1731–1741.
- Raes, D., Mallants, D. and Song, Z. 1996. RAINBOW – software package for analyzing hydrologic data. In W. R. Blain (ed.) *Hydraulic Engineering Software VI*. Computational Mechanics Publications, pp. 525-534, Southampton, Boston.
- Renard, K. G. and Freimund, J. R. 1994. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. *Journal of Hydrology* 157, pp.287-306.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weessies, G.A., McCool, D.K. and Yoder, D.C. 1997. *Predicting Soil Erosion by Water: A guide to to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. U.S. Department of Agriculture, *Agriculture Handbook* 703.
- Rosewell, C.J. 1983. Characteristics of high intensity rainfall. Univ. New England, Armidale, Australia. Master's thesis.
- Rosewell, C.J. 1986. Rainfall kinetic energy in Eastern Australia. *J. Climate Applied Meteorol.* 25, pp. 1695-1701.
- Sauerborn, P., Klein, A., Botschek, J. and Skowronek, A. 1999. Future rainfall erosivity derived from large-scale climate models – methods and scenarios for a humid region. *Geoderma* 93, pp. 269-276.
- Sheridan, G. J. and Rosewell, C. J. 2003. An improved Victorian erosivity map. *Australian Journal of Soil Research* 41, pp.141-149.
sf:267-280, Ziraat Bankası kültür yn no 26, Ankara.
- Tracy, F.C., Renard, K.G. and Fogel, M.M. 1984. Rainfall energy characteristics for southeastern Arizona. In J.A. Replogle and K.G. Renard,eds., *Water Today and Tomorrow*, pp. 449-566. Proc. ASCE, Irrig. Drain. Div. Spec. Conf., Flagstaff, Arizona.
- Turkeş, M. 1998. Influence of geopotential heights, cyclone frequency and southern oscillation of rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology* 18, pp. 649-680.
- Van der Knijff, J.M., Jones, R.J.A. and Montanarella, L. 1999. Soil erosion risk assessment in Italy. European Soil Bureau, Joint Research Center of the European Commission. EUR 19044 EN, p. 52.
- Van der Kniff, J. M., Jones, R. J. A. and Montanarella, L. 2000. Soil erosion risk assessment in Europe, EUR 19044 EN. Luxembourg: Office for Official

- Publications of the European Communities. 44 pp.
- Yassaoglou, N., Montanarella, L., Govers, G., Van Lynden, G., Jones, R. J. A., Zdruli, P., Kirkby, M., Giordano, A., Le Bissonnais, Y., Daroussin, J. and King, D. 1998. Soil erosion in Europe. European Soil Bureau.
- Wageningen, A.V. and Plessis, J.D. 2007. Are rainfall intensities changing, could climate change be blamed and what could be the impact for hydrologists?. www.wrc.org.za. Erişim Tarihi: 11.11.2007
- Wall, G. J., Coote, D. R., Pringle, E. A. and Shelton, I. J. 1997. RUSLEFAC—Revised universal soil loss equation for application in Canada. Ottawa, Canada: Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada.
- Wang, G., Gertner, G., Fang, S. and Anderson, A. B. 2003. Mapping multiple variables for predicting soil loss by geostatistical methods with TM images and a slope map. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 69, pp. 889-898.
- Williams, J. M., Nearing, A., Nicks, E., Skidmore, C., Valentine, K. King and Savabi, R. 1996. Using soil erosion models for global change studies. *J. Soil Water Cons.*, 51, pp. 381 – 385.
- Wilson, J. P. and Lorang, M. S. 2000. Spatial models of soil erosion and GIS. In A. S. Fotheringham & M. Wegener (Eds.), *Spatial models and GIS: new potential and New Models*. Philadelphia, PA: Taylor & Francis. pp. 83–108.
- Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. 1958. Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Trans. AGU* 39, pp. 285-291.
- Wischmeier, W. H. 1974. New developments in estimating water erosion. In *Proc. 29th Annu. Meet. Soil Sci. Soc. Am.*, pp. 179 – 186. Madison, Wisconsin.
- Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses – a guide for conservation planning. USDA, *Agricultural Handbook* 537. Washington.
- Yilman, F. E., Ozsayar, M., Kaya, P., Aydin, S., Erpul, G. and Bayramin, I. 2006. Determining relationship of RUSLE-R factor with total annual rainfall amount and MFI on a national scale in Turkey. 18th International Soil Meeting (ISM) on “Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology”, May 22 – 26, 2006 Şanlıurfa – Turkey, *Proceedings, Volume 1*, pp. 402 - 409.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Pınar KAYA

Doğum Yeri : İstanbul

Doğum Tarihi : 09/01/1983

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl) :

Lise : Sokullu Mehmet Paşa Süper Lisesi (1997-2001)

Lisans : Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi (2001-2005)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Toprak Anabilim Dalı (2005-2008)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı (2007-....)