



T.C.  
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI  
Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü



# DİNAMİK EROZYON MODELİ VE İZLEME SİSTEMİ (DEMİS) TÜRKİYE SU EROZYONU İSTATİSTİKLERİ

TEKNİK ÖZET

**Teknik Raporu Hazırlayanlar:**

Prof. Dr. Günay ERPUL  
Suat ŞAHİN  
Ali KÜÇÜMEN  
Mehmet Ali AKDAĞ  
İskender DEMİRTAŞ  
Evren ÇETİN  
Kenan İNCE

**Basıma Hazırlayanlar:**

Yaşar ÇAKIROĞLU  
Suat ŞAHİN  
Evren ÇETİN

**Yayın için önerilen atf:**

ÇEM. 2018. "DEMİS Türkiye Su Erozyonu İstatistikleri, Teknik Özet"  
Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları,  
Ankara, Türkiye



ISBN No: 978-605-9550-22-2





# ÖNSÖZ

İnsanoğlunun ve doğadaki diğer canlıların hayatını devam ettirebilmeleri ve ekosistemin devamı için temel kaynak olan toprağın korunması hayati önem taşımaktadır. Ülkemizde ve Dünyamızda her yıl binlerce ton verimli toprak erozyon sonucu akarsular vasıtasıyla taşınmaktadır. Çölleşme ve erozyonla mücadelede erozyon kontrolü bu kadar önemli iken, topraklarımızın maruz kaldığı erozyonun izlenmesi ve değerlendirilmesi de bir o kadar önemlidir.

Bu kapsamda Türkiye topraklarında meydana gelen su erozyonunun tespiti, izlenmesi ve değerlendirilmesi için Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü bünyesinde Dinamik Erozyon Modeli İzleme ve Değerlendirme Sistemi (DEMİS) geliştirilmiş olup bu model vasıtası ile ülkemiz topraklarında meydana gelen su erozyonu dinamik olarak ortaya konmuştur.

DEMİS modeli, su erozyonunun belirlenmesinde uluslararası kurum, kuruluşlar ve akademik çevreler tarafından kabul görmüş RUSLE/YETKE (Revised Universal Soil Loss Equation / Yenilenmiş Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği) eşitliğini kullanmakta olup, son yapılan güncellemeler ile Türkiye'nin Su Erozyonu Risk Haritasını 10mx10m piksel hassasiyetinde ortaya konmuştur.

Bakanlığımız tarafından Sayın Cumhurbaşkanımızın öncülüğünde 4122 sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği kanunu ile ülke genelinde çalışmalar başlatılmış olup 2018 yılı sonuna kadar 4 milyar fidan toprakla buluşturulmuştur. Yine, bakanlığımız tarafından 2013 yılında başlatılan Erozyon Eylem Planı kapsamında 1 milyon 536 bin hektar alanda ağaçlandırma, rehabilitasyon ve erozyon kontrolü ve mera ıslahı çalışmaları yapılmıştır.

Ülkemizde çölleşme ve erozyonla etkin bir şekilde mücadele etmek ve buna yönelik politikalar üretmek için var gücüyle çalışmayı bir prensip haline getirmiş olan Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü sahip olduğu misyonu ve gelecek vizyonu ile ülkemize ve milletimize hizmetlerini sürdürmeye devam edecektir.

Ülkemizin havza bazında erozyon durumunu, istatistikleri ile birlikte, ortaya koyan bu önemli çalışmada emeği geçen tüm mesai arkadaşlarımı kutluyorum.

**Dr. Ahmet İPEK**  
Genel Müdür

# İÇİNDEKİLER

<b>YÖNETİCİ ÖZETİ</b> .....	<b>3</b>
<b>MODEL PARAMETRELERİ</b> .....	<b>5</b>
Yağışın Aşındırma Gücü R-Faktörü .....	5
Toprak Erozyon Duyarlılığı K-Faktörü .....	7
Arazi Eğim Uzunluğu Ve Dikliği LS-Faktörü .....	9
Bitkisel Örtü ve Ürün C-Faktörü .....	10
Toprak Koruma Yöntemleri P-Faktörü.....	11
<b>TÜRKİYE SU EROZYONU HARİTASI</b> .....	<b>12</b>
<b>İSTATİSTİKLER</b> .....	<b>13</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>16</b>
<b>PROJEDE GÖREV ALANLAR</b> .....	<b>24</b>
<b>REFERANSLAR</b> .....	<b>24</b>

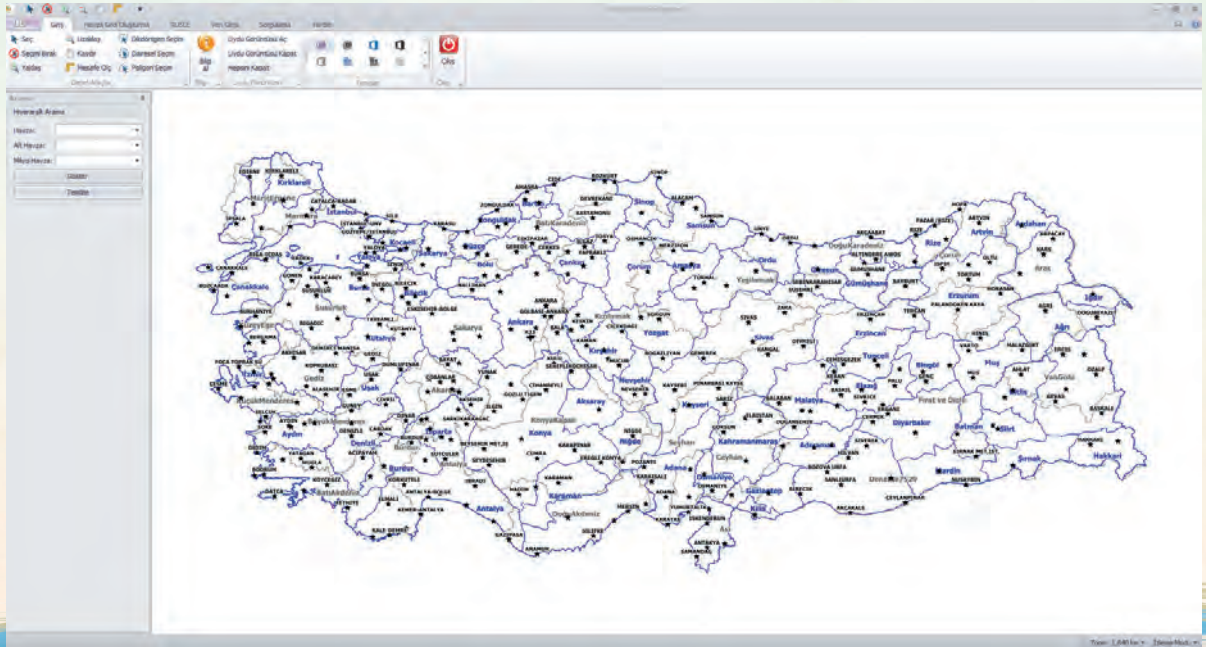






# YÖNETİCİ ÖZETİ

Ülkemizde meydana gelen su erozyonunun dinamik ve etkin bir biçimde hesaplanabilmesi gayesiyle, mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı ve Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından 2011 yılında "Sediment Modelinin Geliştirilmesi ve Türkiye Havzalarının Erozyon Risk Haritalarının Oluşturulması" projesi başlatılmıştır. Proje kapsamında kullanılacak veri yükünün fazla olması sebebiyle, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı "Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi (DEMİS)" yazılımı geliştirilmiştir.



**Resim 1:** Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi yazılım arayüzü

Hazırlanan modelde "Yenilenmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği/Revised Universal Soil Loss Equation (YETKE/RUSLE) (Renard et al., 1991)" kullanılarak Türkiye'deki 25 adet su havzasına ait su erozyonu değerleri hesaplanmıştır ve hem ülke geneli hem de havza bazlı su erozyonu haritaları üretilmiştir. Hazırlanan bu teknik raporda DEMİS modeli ve parametrelerinin özeti yer almaktadır.

DEMİS modelinde kullanılan RUSLE metodu genel olarak altı (6) adet farklı parametrenin bir fonksiyonu olarak işlem görmektedir (Eş. [1]) ve bu parametrelerin karşılıklı etkileşiminin bir sonucu olarak birim alanda meydana gelen yıllık ortalama toprak kaybını ortaya koymaktadır.



$$A = f(R,K,L,S,C,P)$$

Eş. [1]

Burada;

*A: yıllık hektardaki ortalama toprak kaybı (ton yıl<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>)*

*R: yağışın aşındırma gücü ( Mj mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> yıl<sup>-1</sup>)*

*K: Toprak erozyon duyarlılığı (ton ha<sup>-1</sup> ha MJ<sup>-1</sup> h mm<sup>-1</sup>)*

*L: Arazi eğim uzunluğu (birimsiz)*

*S: Arazi eğim dikliği (birimsiz)*

*C: Bitkisel örtü ve ürün yönetimi (birimsiz)*

*P: Toprak koruma yöntemleri (birimsiz)*

Erozyon haritalarının hazırlanmasında Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 329 adet Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonundan (OMGİ) elde edilen 10 yıllık dakikalık yağış verisi, Orman Genel Müdürlüğü'nden elde edilen meşcere verisi, CORINE 2012 haritası, çeşitli kamu kurum ve kuruluşları tarafından temin edilen yaklaşık 22.000 adet toprak profili verisi ve ülkemize ait 10mx10m hassasiyete sahip Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanılmıştır.





# MODEL PARAMETRELERİ

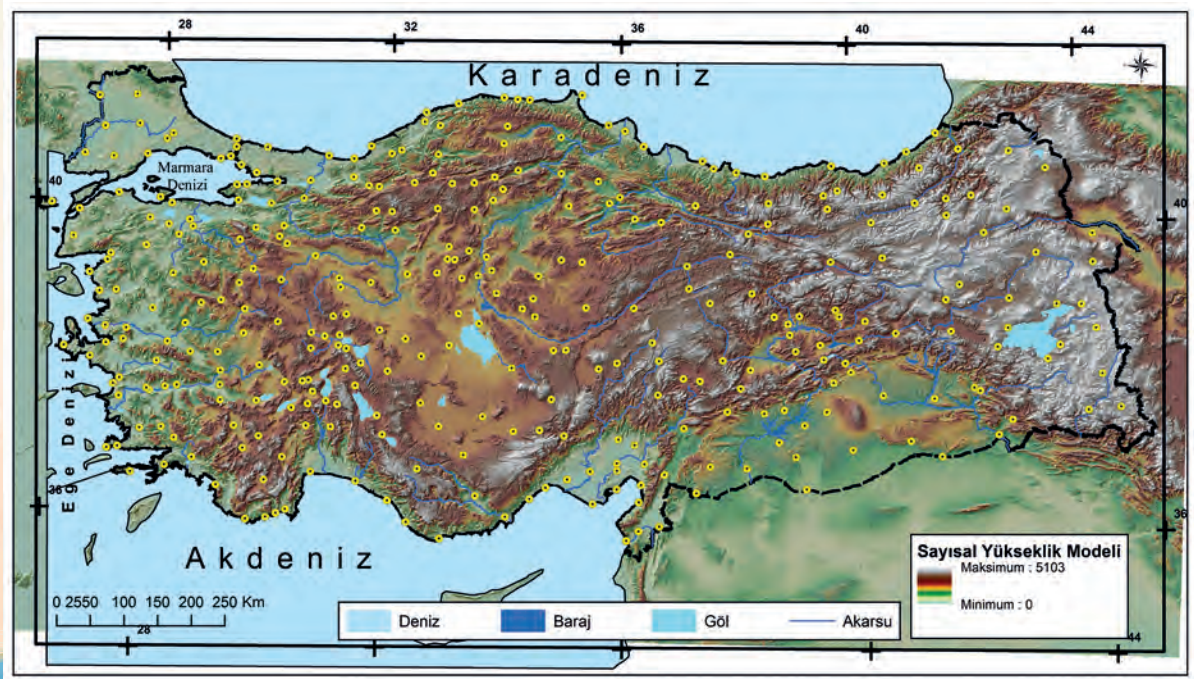
## Yağışın Aşındırma Gücü R-Faktörü

Ülkemizde meydana gelen su erozyonunun başlıca etmenlerinden biri olan yağışın aşındırma gücünün hesaplanabilmesi için MGM'den temin edilen 329 adet OMGi verisi kullanılmıştır (Resim 2). İstasyon verilerinden hatalı olanlar ayıklanarak her bir istasyona ait 30 dakikalık intensiteleri ve akabinde R-değerleri hesaplanmıştır. Hesaplama kullanılan formül Eş. [2]'de verilmiştir;

$$R = ExI_{30} \quad \text{Eş. [2]}$$

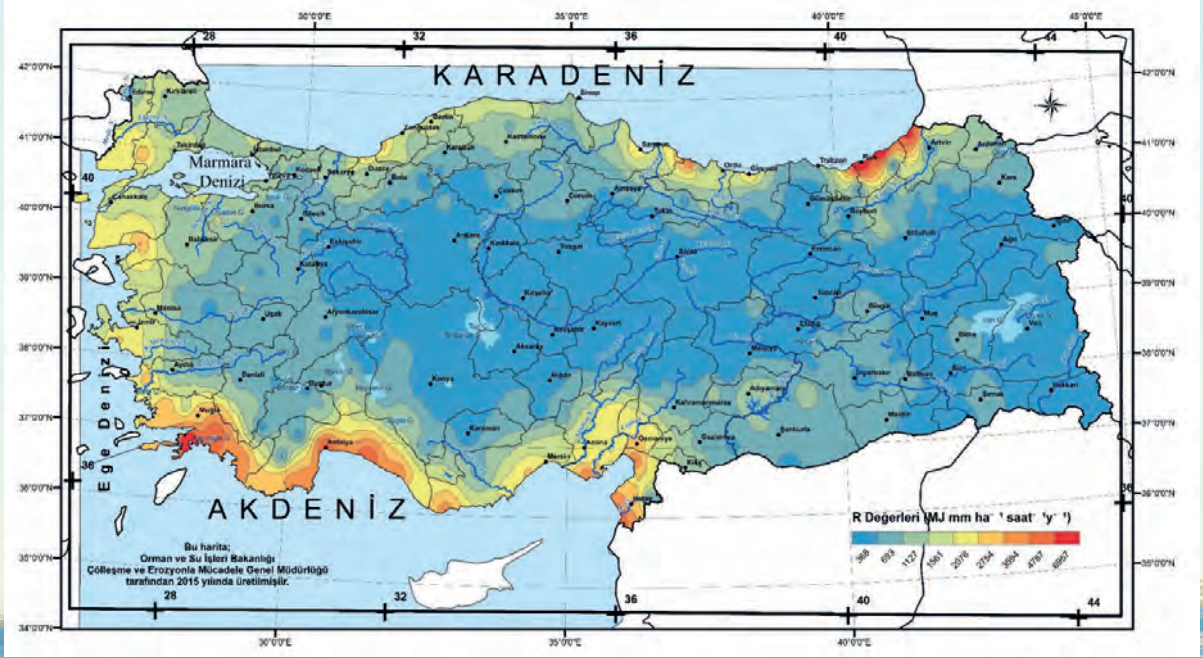
Elde edilen sonuçlar kullanılarak Türkiye'ye ait R katmanı oluşturulmuştur (Resim 3). İstasyonların ülke genelinde homojen dağılım gösterememesinden dolayı, veri olmayan alanlara ait değerler ArcGIS yazılımının IDW (Inverse Distance Weighting) metodu kullanılarak elde edilmiştir.

Hesaplamanın son aşaması olarak 10mx10m piksellere elde edilen R-değerleri tanıtarak hesaplamada kullanıma hazır hale getirilmiştir. DEMİS modeli sayesinde sisteme dahil edilecek olan yeni istasyonlar veya veri setleri için güncel R-değerleri hızlı bir şekilde hesaplanarak haritaları üretilebilmektedir.



Resim 2: OMGi'lerin konumsal dağılımı





Resim 3: Türkiye R-faktörü haritası

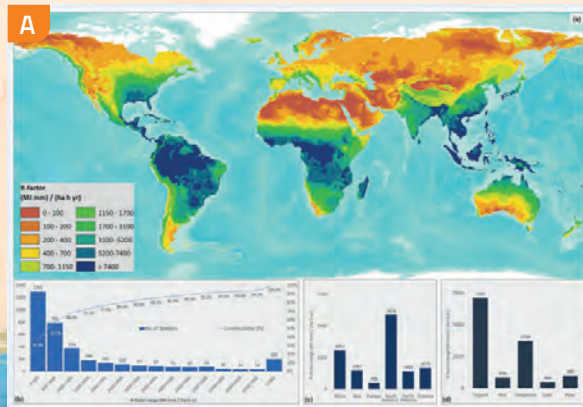
Elde edilen R-değerleri 2016 yılında "Türkiye Yağışlarının Özellikleri ve Yenilenmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği (YETKE R-Faktörü)" adıyla yayımlanmıştır (ÇEM, 2016) (Resim 4).

Ayrıca ÇEM Genel Müdürlüğü tarafından üretilen R-değerleri Avrupa Birliği Ortak Araştırma Merkezi (EU-JRC) tarafından Küresel Yağışın Aşındırma Gücü haritasının üretilmesi için talep edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları Bilimsel Rapor olarak Nature Dergisinin Haziran 2017 serisinde yayınlanarak Bakanlığımıza atıfta bulunulmuştur (Panagos et al., 2017) (Resim 5).



Resim 4:

Türkiye Yağışlarının Özellikleri ve Yenilenmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği (YETKE R-Faktörü) Kitabı (ÇEM, 2016)



Resim 5: Dünya R-faktörü haritası (A) ve ilgili bilimsel makale (B) (Panagos et al., 2017)





## Toprak Erozyon Duyarlılığı K-Faktörü

Ülkemizde çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından yapılan projeler kapsamında toprak profilleri açılmakta ve toprak örnekleri alınmaktadır. Alınan bu örneklerin laboratuvar ortamında tekstür, strüktür, organik madde, pH ve kireç gibi birçok parametrenin tespiti için analizleri yapılmaktadır. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan **"Toprak Bilgi Sistemi"** sayesinde yukarıda bahsi geçen yaklaşık 115.000 toprak profili verisi (ort. 22.000 toprak profilinde) tek bir platformda toplanmıştır.



Sisteme dahil edilen toprak verilerinde herhangi bir standardizasyon olmamasından dolayı, K-faktörünün hesaplanmasında varolan verinin durumuna bağlı olarak aynı amaca hizmet eden 3 farklı formül kullanılarak toprak profillerine ait harmonize edilmiş K-değerleri hesaplanmıştır (Resim 6 ve Resim 7). Hesaplama kullanılan formüller ve ihtiyaç duydukları veri setleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.** K parametresinin hesaplanmasında kullanılan matematiksel denklemler

	Matematiksel Eşitlik	Veri Seti
<b>(Renard et. al. 1997)</b>	$K_n = 2,767 \cdot 10^{-7} (12 - OM) M^{1,14} + 4,282 \cdot 10^{-3} (s - 2) + 3,294 \cdot 10^{-3} (p - 3)$	Organik madde (OM), toprak yapısı sınıfları (s) ve toprak geçirgenliği sınıfları (p)
<b>(Römkens et. al. 1986)</b>	$K_s = 0,0034 + 0,0405 \exp \left[ -0,5 \left( \frac{\log D_g + 1,659}{0,7101} \right)^2 \right]$ $D_g = \exp \left\{ \left[ \%kil \right] \cdot \ln \left( \frac{0,002}{2} \right) + \left[ \%silt \right] \cdot \ln \left( \frac{0,05 + 0,002}{2} \right) + \left[ \%kum \right] \cdot \ln \left( \frac{2 + 0,05}{2} \right) \right\}$	Kil, kum ve silt
<b>(Torri et. al. 1997)</b>	$K_r = 0,029 \left( 0,65 - D_g + 0,24 D_g^2 \right) \times \exp \left[ -0,0021 \frac{OM}{C} - 0,0003 \left( \frac{OM}{C} \right)^2 - 4,02C + 1,72C^2 \right]$ $D_{kil} = 0,01 \left[ \%kil \right] \cdot \log_{10} \left( \sqrt{0,002} \right)$ $D_{silt} = 0,01 \left[ \%silt \right] \cdot \log_{10} \left( \sqrt{0,05 \times 0,002} \right)$ $D_{kum} = 0,01 \left[ \%kum \right] \cdot \log_{10} \left( \sqrt{2 \times 0,05} \right)$	Organik madde (OM), kil, kum ve silt





Resim 6: K parametresinin hesaplanmasında kullanılan toprak profillerinin noktasal dağılımı



Resim 7: K-faktörü haritası





## Arazi Eğim Uzunluğu ve Dikliği LS-Faktörü

Meydana gelen erozyonun miktarı üzerindeki en önemli faktörlerden bir diğeri topoğrafyadır. Özellikle bitki örtüsünden yoksun herhangi bir koruma tedbiri olmayan eğimli arazilerde erozyon miktarı daha fazla olmaktadır. Ülkemize ait olan LS-değerleri hesaplanırken havza bazlı bir yaklaşım benimsenmiştir. Bunun sebebi Türkiye geneline ait LS haritasını tek seferde çalıştırabilecek teknik bir altyapıya sahip olunamamasıdır.

LS değerleri 25 havza için ayrı ayrı üretilerek daha sonradan ArcGIS Mosaic toolbox'ı kullanılarak bir bütün haline getirilmiştir. Hesaplama aşamaları Resim 8'de, kullanılan formül ise Eş. [3]' ile gösterilmiştir.



Resim 8: LS-faktörü hesaplama aşamaları

Hesaplama kullanılan formül;

$$LS = \left( \frac{Xn}{22,13} \right)^{0,4} \cdot \left( \frac{\sin\theta}{0,0896} \right)^{1,3}$$

Eş. [3]





## Bitkisel Örtü ve Ürün C-Faktörü

Toprak erozyonu miktarını azaltmada en büyük role sahip ve yapılacak olan olumlu müdahaleler ile etkinliği artırılabilen en önemli parametre Bitki Örtü ve Ürün faktörüdür. Ülkemize ait su erozyonunun hesaplanmasında hem Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından üretilen 2018 yılı Meşcere haritaları hem de Bakanlığımız nezdinde 2018 yılı güncellemeleri yapılan CORINE 2012 haritalarından faydalanılmıştır. Hesaplama öncelikle ülkemizdeki ormanlık alanlar meşcere haritası kullanılarak belirlenmiştir. Meşcere harita bilgisi olmayan alanlar ise CORINE 2012 haritası kullanılarak sınıflandırılmıştır.

Sınıflandırma sonucunda elde edilen poligonlara Avrupa Birliği Ortak Araştırmalar Merkezi (Panagos et al., 2015) tarafından kullanılan C-değerleri dağıtılmıştır (Çizelge 2 ve Resim 9).

**Çizelge 2.** Çalışmada kullanılan CORINE C-faktörü değerleri (Panagos et al., 2015)

Grup	CLC Sınıfı	Detaylı Sınıf	C-Faktör Değerleri ( $C_{landuse}$ )
Sürekli bitki örtüsü	221	Üzüm bağları	0.15-0.45
	222	Meyve ağaçları & Dut tarlaları	0.1-0.3
Otlaklar	223	Zeytinlikler	0.1-0.3
	231	Otlaklar	0.05-0.15
Heterojen tarım alanları	241	Kalıcı bitkilerle ilişkili yıllık ürünler	0.07-0.35
	242	Komplex ekim modelleri	0.07-0.2
	243	Temel olarak doğal bitki örtüsü ile tarım için kullanılan arazi	0.05-0.2
	244	Tarımsal ormancılık alanları	0.03-0.13
Ormanlar	311	Geniş yapraklı ormanlar	0.0001-0.003
	312	İğne yapraklı ormanlar	0.0001-0.003
	313	Karışık ormanlar	0.0001-0.003
Bodur ve/veya Otsu bitki grupları	321	Doğal çayırliklar	0.01-0.08
	322	Fundalık ve çalılık	0.01-0.1
	323	Sklerofil bitki örtüsü	0.01-0.1
	324	Ormandan fundalığa geçiş alanları	0.003-0.05
Çok az veya hiç bitki örtüsü olmayan açık alanlar	331	Plajlar, kumul tepeleri, kumlar	0
	332	Çıplak kayalar	0
	333	Seyrek bitki örtüsü alanları	0.1-0.45
	334	Yanmış alanlar	0.1-0.55
	335	Buzullar ve sürekli kar altındaki alanlar	0

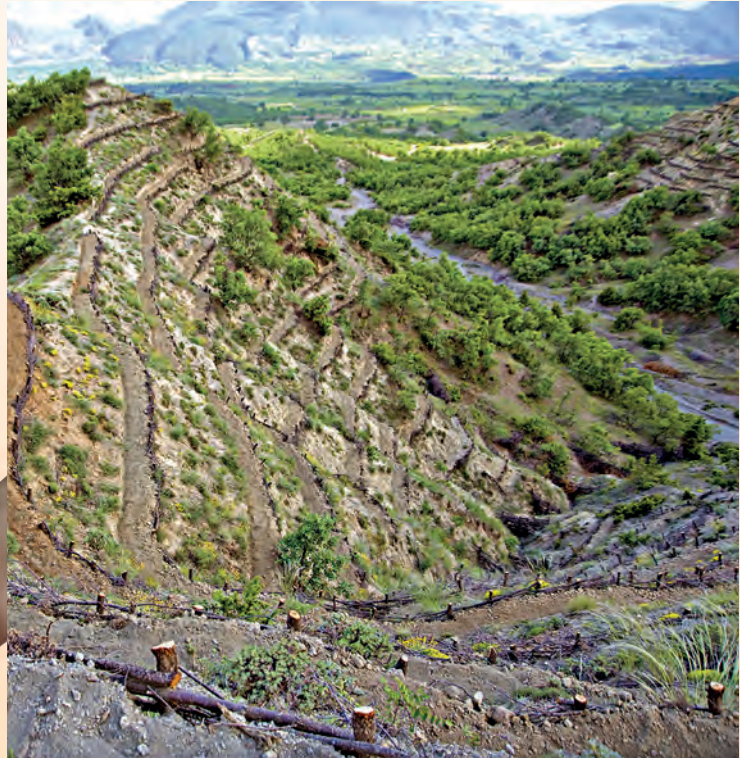




Resim 9: Türkiye C-faktörü haritası

## Toprak Koruma Yöntemleri P-Faktörü

Bitkilendirme dışında kalan teraslama, otlandırma, enine yapı vb. her türlü toprak koruma yöntemi bu parametreye girdi olarak değerlendirilmektedir. Hâlihazırda toprak koruma metotlarına ait dijital veri temin edilemediğinden hesaplamada P-değeri "1" olarak alınmıştır. İlerleyen dönemlerde P-değerlerinin temel verisi OGM tarafından yürütülen Orman Bilgi Sistemi (ORBİS) verilerinden temin edilecek ve sisteme entegrasyonu yapılarak mevcut erozyon haritası güncellenecektir.





# TÜRKİYE SU EROZYONU HARİTASI

Doğal bir süreç olan su erozyonunun hesaplanmasında birden fazla parametre etkili olmakta ve bu faktörlerin hesaplanması oldukça zaman almaktadır. DEMİS yazılımı sayesinde bu parametreler hızlı bir şekilde hesaplanabilmektedir. Yazılımda güncelleme çalışmaları devam etmektedir. Yukarıda bahsi geçen parametrelerin bir araya gelmesi ile Türkiye Su Erozyonu Haritası üretilmiş olup ilgili tüm kamu kurum ve kuruluşları, üniversiteler ve araştırma enstitülerinin kullanımına sunulmuştur (Resim 10).



Resim 10: Türkiye Su Erozyonu Haritası







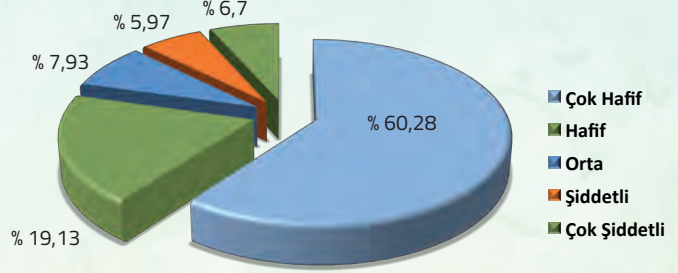
# İSTATİSTİKLER

Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi sonucu elde edilen verilere göre ülkemizde her yıl maksimum **642 milyon ton toprak su erozyonu sonucu harekete geçmektedir**. Ortalama hektarda 8,24 ton toprak her yıl su erozyonu sonucu yer değiştirmektedir. Bu miktar ülkemiz yüzölçümünün % 60,28'sinde Çok Hafif, % 19,13'ünde Hafif, % 7,93'ünde Orta, % 5,97'sinde Şiddetli ve % 6,7'sinde Çok Şiddetli olarak dağılım göstermektedir. Eşitlik parametreleri incelendiğinde ülkemizde meydana gelen toprak kayıplarının mekânsal ve niceliksel değişiklik göstermesinde % 14,26 yağış, % 3,36 toprak, % 47,55 topografya, % 34,82 bitki örtüsü etkili olmaktadır. **Arazi kullanımı açısından değerlendirdiğimizde ülkemizde yer değiştiren toprağın % 38,71'i tarım alanlarında, % 4,17'si orman alanlarında ve % 53,66'sı mera alanlarında meydana gelmektedir.**

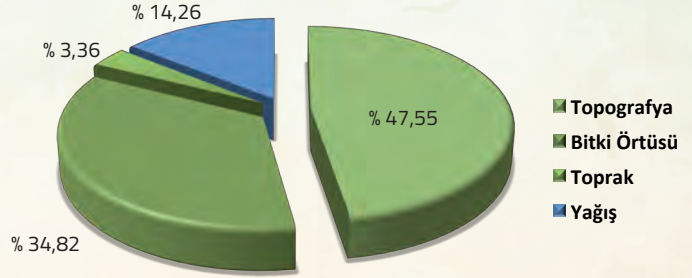
Havza bazında ülkemizde su erozyonu sonucu toprağın yer değiştirmesi en fazla

160 milyon ton ile Dicle-Fırat havzasında gerçekleşirken bu havzamızı 53 milyon ton ile Çoruh ve 45,5 milyon ton ile Kızılırmak havzaları takip etmektedir. En az Burdur havzamızda 3,6 milyon ton toprak su erozyonu sonucu yer değiştirmekte bu havzamızı 4,8 milyon ton ile Akarçay ve 7,5 milyon ton ile Küçük Menderes havzaları izlemektedir. Havza bazında birim alanda en fazla yer değiştiren toprak miktarı 26 ton/yıl/ha ile Çoruh havzasında, en az ise 4,2 ton/yıl/ha ile Sakarya havzasında meydana gelmektedir.

**Grafik 1: Türkiye Su Erozyonu Sınıflarının Dağılımı**



**Grafik 2: Su Erozyonuna Etki Eden Parametrelerin Dağılımı**



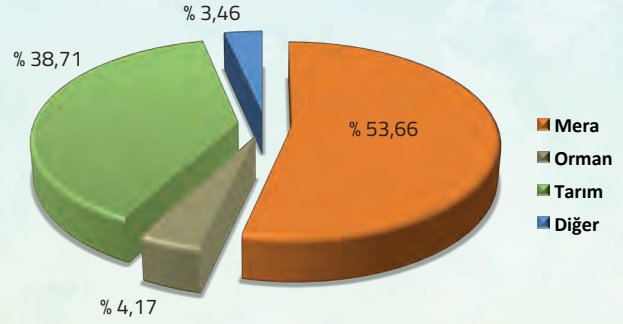


Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından akarsularımızda askıda taşınan toprak miktarı istasyonlar vasıtasıyla ölçülmektedir. **Ölçüm sonuçlarına göre 154 milyon ton toprak akarsularımız tarafından taşınmaktadır.** Bu da hektarda yılda yaklaşık 2 ton toprağın akarsular tarafından taşınması anlamına gelmektedir.

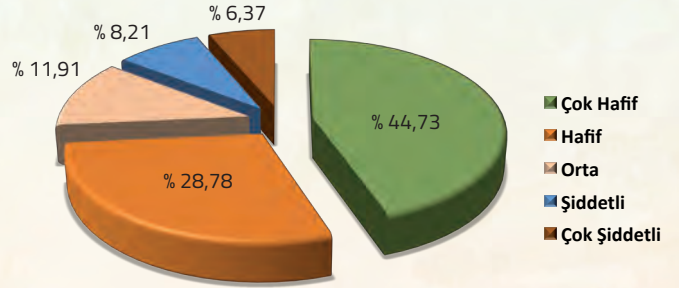
Akarsular tarafından taşınan toprak miktarı en fazla Dicle-Fırat havzasında 84 milyon ton ile gerçekleşirken bu havzaı 10,7 milyon ton ile Kızılırmak ve 7,5 milyon ton ile Çoruh havzaları izlemektedir. En az taşınım 76 bin ton ile Burdur, 87,5 bin ton ile Asi ve 148 bin ton ile Akarçay havzalarında meydana gelmektedir. Havza bazında birim alandan en fazla akarsular tarafından taşınım 4,9 ton/yıl/ha ile Dicle-Fırat havzasında gerçekleşirken en az taşınım 0,1 ton/yıl/ha ile Asi havzasında meydana gelmektedir.

**248,6 milyon ton** toprak her yıl tarım yapılan alanlarda su erozyonu nedeniyle harekete geçmektedir. Tarım alanlarımızın % 44,73'ünde çok hafif, % 28,78'inde hafif, % 11,91'inde orta, % 8,21'inde şiddetli ve % 6,37'sinde çok şiddetli erozyon görülmektedir. Tarım alanlarında ortalama yılda hektarda 8,42 ton toprak yer değiştirmektedir. Tarım alanlarında miktar olarak en fazla Dicle-Fırat havzası tarım alanlarında her yıl 33 milyon ton toprak yer değiştirmekte bu havzamızı 24,5 milyon ton ile Kızılırmak ve 17 milyon ton ile Büyük Menderes havzası izlemektedir. Tarım alanlarında en az Burdur havzasında 1,2 milyon ton su erozyonu sonucu harekete geçmekte bu havzamızı 1,6 milyon ton ile Akarçay ve 2,5 milyon ton ile Van Gölü havzaları izlemektedir. Dicle-Fırat havzası tarım alanlarında en fazla erozyon miktarına sahip olsa da verim olarak havza bazında en fazla yılda hektardan 27,73 ton ile Kuzey Ege havzası ilk sırada yer almaktadır. Bu havzamızı 22,29 ton ile Doğu Akdeniz ve 22,05 ton ile Asi havzaları takip etmektedir. 2,92 ton ile Konya Kapalı, 4,37 ton ile Akarçay ve 4,76 ton ile Van Gölü havzaları tarım alanlarında en az erozyon değerlerine sahip havzalardır. Tarım alanlarımızda şiddetli ve çok şiddetli erozyona sahip alanlar Dicle-Fırat, Kızılırmak ve Doğu Karadeniz havzalarında yoğunlaşmaktadır.

**Grafik 3:** Ülkemizde Arazi Kullanımına Göre Su Erozyunun Dağılımı



**Grafik 4:** Tarım Yapılan Alanlarda Su Erozyonu Sınıflarının Dağılımı

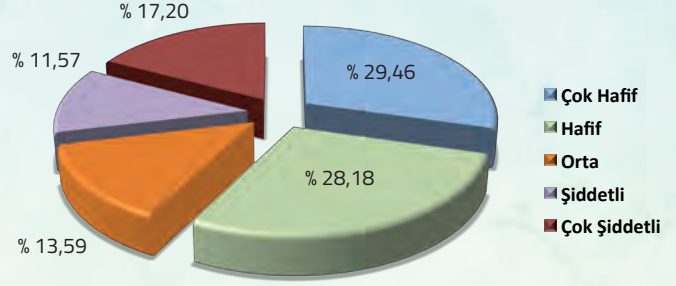






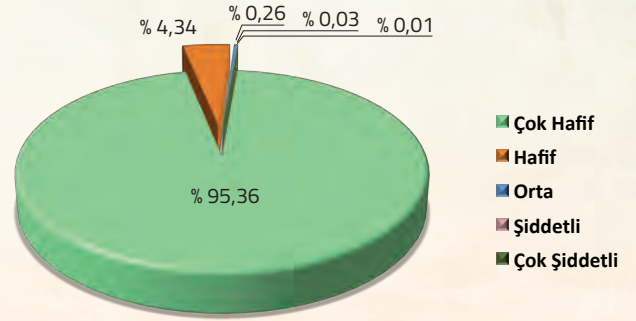
**344,6 milyon ton** toprak her yıl mera alanlarında su erozyonu nedeniyle yer değiştirmektedir. Mera alanlarımızın % 29,46'sında çok hafif, % 28,18'inde hafif, % 13,59'unda orta, % 11,57'sinde şiddetli ve % 17,2'sinde çok şiddetli erozyon görülmektedir. Mera alanlarında ortalama yılda hektarda 18,36 ton toprak yer değiştirmektedir. Miktar olarak en fazla Dicle-Fırat havzası mera alanlarında 121 milyon ton toprak yer değiştirmekte, bu havzamızı 45 milyon ton ile Çoruh ve 22 milyon ton ile Aras havzaları takip etmektedir. Mera alanlarımızda meydana gelen erozyon bakımından 680 bin ton ile Meriç-Ergene, 685 bin ton ile Marmara ve 888 bin ton ile Susurluk havzaları, su erozyonu sonucu en az toprağın hareke geçtiği havzalardır. Birim alanda mera alanlarımızda en fazla erozyon yılda hektardan 59.41 ton ile Doğu Akdeniz havzasında meydana gelmektedir. Bu havzamızı Batı Akdeniz ve Çoruh havzaları izlemektedir. Mera alanlarında birim alanda en az verim ise Susurluk, Meriç-Ergene ve Batı Karadeniz havzalarında gerçekleşmektedir. Mera alanlarımızda şiddetli ve çok şiddetli erozyona sahip alanlar Dicle-Fırat, Çoruh ve Aras havzalarında yoğunlaşmaktadır.

**Grafik 5:** Mera Alanlarında Su Erozyonu Sınıflarının Dağılımı



Ormanlarımızda her yıl **26,8 milyon ton** toprak su erozyonu sonucu yer değiştirmektedir. Orman alanlarımızın % 95,36'sında çok hafif, % 4,34'ünde hafif, % 0,26'sında orta, % 0,03'ünde şiddetli ve % 0,01'inde çok şiddetli erozyon görülmektedir. Orman alanlarında ortalama yılda hektarda 1 ton toprak yer değiştirmektedir. Ülkemiz ormanlarında meydana gelen erozyon en fazla 3,3 milyon ton ile Dicle-Fırat havzasında, 2 milyon ton ile Sakarya, Batı ve Doğu Karadeniz havzalarında olmaktadır. Ormanlarımızda şiddetli ve çok şiddetli erozyon görülen alanlar, orman alanlarımızın miktarı ile değerlendirildiğinde yok denecek kadar azdır.

**Grafik 6:** Ormanlarımızda Su Erozyonu Sınıflarının Dağılımı





## EKLER

**Çizelge 3.** Ülkemizde Havza Bazında Meydana Gelen Su Erozyonu Miktarları

Havza No	Havza Adı	Alanı (ha)	Erozyon Miktarı (ton yıl <sup>-1</sup> )	Verim (ton yıl <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	Meriç Ergene	1.447.560,5	10.337.920,51	7,14
2	Marmara	2.294.108,69	15.637.948,72	6,82
3	Susurluk	2.430.605,33	10.821.938,74	4,45
4	Kuzey Ege	983.203,05	13.388.428,93	13,62
5	Gediz	1.712.463,62	11.468.942,37	6,70
6	Küçük Menderes	697.109,00	7.576.292,14	10,87
7	Büyük Menderes	2.595.713,99	25.437.415,87	9,80
8	Batı Akdeniz	2.102.425,79	28.721.544,25	13,66
9	Antalya	2.020.734,39	15.373.556,15	7,61
10	Burdur	628.985,92	3.644.525,70	5,79
11	Akarçay	798.925,51	4.803.394,68	6,01
12	Sakarya	6.329.415,4	26.524.638,92	4,19
13	Batı Karadeniz	2.887.563,00	15.151.093,02	5,25
14	Yeşilirmak	3.956.785,48	25.086.331,57	6,34
15	Kızılırmak	8.217.429,18	45.496.277,22	5,54
16	Konya Kapalı	5.007.323,6	23.211.147,68	4,64
17	Doğu Akdeniz	2.182.201,38	33.237.078,42	15,23
18	Seyhan	2.149.837,41	18.174.922,94	8,45
19	Asi	781.964,62	10.800.877,22	13,81
20	Ceyhan	2.173.054,8	15.429.686,09	7,10
21	Dicle-Fırat	17.615.280,33	159.832.719,65	9,07
22	Doğu Karadeniz	2.286.620,74	26.517.468,22	11,60
23	Çoruh	2.025.996,11	52.848.848,78	26,09
24	Aras	2.794.495,74	29.456.085,13	10,54
25	Van Gölü	1.787.431,54	13.229.460,68	7,40
<b>TOPLAM</b>		<b>77.907.235,12</b>	<b>642.208.543,60</b>	<b>8,24</b>





**Çizelge 4.** Ülkemizde Meydana Gelen Su Erozyonu Miktarının Havza Bazında Sınıf Dağılımı

Havza No	Havza Adı	Toprak Kaybı (%)				
		0-1	01-5	5-10	10-20	20+
		Çok Hafif	Hafif	Orta	Şiddetli	Çok Şiddetli
1	Meriç Ergene	58,38	18,40	9,41	7,68	6,13
2	Marmara	78,70	5,73	4,26	4,76	6,54
3	Susurluk	72,64	11,20	7,48	5,79	2,89
4	Kuzey Ege	67,57	7,58	6,19	7,01	11,65
5	Gediz	69,01	10,25	7,89	6,89	5,97
6	Küçük Menderes	68,17	11,02	5,42	5,80	9,60
7	Büyük Menderes	69,29	12,03	5,91	5,10	7,66
8	Batı Akdeniz	67,50	16,26	3,79	3,36	9,10
9	Antalya	75,39	11,58	4,08	3,33	5,61
10	Burdur	70,12	15,19	5,89	3,97	4,83
11	Akarçay	60,58	20,95	8,58	5,22	4,67
12	Sakarya	63,02	22,67	7,54	4,39	2,38
13	Batı Karadeniz	76,41	9,26	4,98	4,91	4,44
14	Yeşilirmak	58,72	21,53	9,10	5,97	4,69
15	Kızılırmak	53,92	27,66	9,15	5,56	3,71
16	Konya Kapalı	70,86	17,43	5,23	3,24	3,23
17	Doğu Akdeniz	67,54	9,57	4,73	5,47	12,69
18	Seyhan	67,98	14,30	5,83	5,14	6,74
19	Asi	65,03	12,95	5,14	5,39	11,49
20	Ceyhan	60,86	18,27	7,85	6,76	6,26
21	Dicle-Fırat	52,75	22,37	9,56	6,98	8,34
22	Doğu Karadeniz	42,01	25,66	12,75	10,15	9,42
23	Çoruh	43,57	18,19	9,64	8,84	19,75
24	Aras	41,15	28,03	12,11	9,13	9,58
25	Van Gölü	56,28	20,30	9,04	7,56	6,81
<b>Türkiye Değerleri</b>		<b>60,28</b>	<b>19,13</b>	<b>7,93</b>	<b>5,97</b>	<b>6,70</b>



**Çizelge 5.** Ülkemizde Arazi Kullanımının Havza Bazında Dağılımı (CORINE 2012 + Orman Meşçere Haritaları)

Havza No	Havza Adı	Havza Alanı (ha)	Tarım Alanı (ha)	Orman Alanı (ha)	Mera Alanı (ha)	Diğer Alanlar ( ha)
1	Meriç Ergene	1.447.560,5	1.033.823,52	230.217,6	125.666,65	57.852,73
2	Marmara	2.294.108,69	745.814,18	1.247.911,69	87.350,53	213.032,29
3	Susurluk	2.430.605,33	843.998,4	1.303.080,62	175.555,64	107.970,67
4	Kuzey Ege	983.203,05	364.311,8	463.030,56	94.972,17	60.888,52
5	Gediz	1.712.463,62	747.063,16	748.235,2	147.396,86	69.768,4
6	Küçük Menderes	697.109,00	242.427,61	320.657,38	57.490,72	76.533,29
7	Büyük Menderes	2.595.713,99	1.046.220,67	1.137.753,12	247.821,55	163.918,65
8	Batı Akdeniz	2.102.425,79	425.531,88	1.310.590,34	218.036,15	148.267,42
9	Antalya	2.020.734,39	451.460,74	1.177.714,4	201.489,13	190.070,12
10	Burdur	628.985,92	244.276,58	223.638,23	91.070,6	70.000,51
11	Akarçay	798.925,51	370.299,94	124.555,69	235.176,95	68.892,93
12	Sakarya	6.329.415,4	2.946.121,4	2.041.549,14	1.125.642,16	216.102,7
13	Batı Karadeniz	2.887.563,00	737.327,26	1.890.112,16	212.884,72	47.238,86
14	Yeşilirmak	3.956.785,48	1.488.629,55	1.564.668,13	800.081,03	103.406,77
15	Kızılırmak	8.217.429,18	4.235.863,79	1.878.199,64	1.778.359,89	325.005,86
16	Konya Kapalı	5.007.323,6	2.428.749,66	569.065,75	1.382.257,99	627.250,2
17	Doğu Akdeniz	2.182.201,38	475.603,96	1.178.370,99	343.286,71	184.939,72
18	Seyhan	2.149.837,41	723.132,37	723.342,51	556.606,85	146.755,68
19	Asi	781.964,62	383.546,58	300.079,38	58.268,32	40.070,34
20	Ceyhan	2.173.054,8	913.571,01	722.871,08	407.471,94	129.140,77
21	Dicle-Fırat	17.615.280,33	6.118.187,6	3.217.208,19	6.788.976,95	1.490.907,59
22	Doğu Karadeniz	2.286.620,74	683.585,01	926.422,77	609.658,35	66.954,61
23	Çoruh	2.025.996,11	324.692,67	658.553,04	924.446,77	118.303,63
24	Aras	2.794.495,74	1.005.702,01	94.886,88	1.470.540,83	223.366,02
25	Van Gölü	1.787.431,54	530.471,83	17.860,68	631.776,98	607.322,05
<b>TOPLAM</b>		<b>77.907.235,12</b>	<b>29.510.413,18</b>	<b>24.070.575,17</b>	<b>18.772.286,44</b>	<b>5.553.960,33</b>





**Çizelge 6.** Ülkemizde Arazi Kullanım Durumuna Göre Su Erozyonu Miktarlarının Dağılımı ve Yüzdeleri

Havza Adı	Erozyon Miktarı		Mera Alanlarında Erozyon		Orman Alanlarında Erozyon		Tarım Alanlarında Erozyon		Diğer Alanlarda Erozyon		Mera		Orman		Tarım		Diğer	
	ton/yıl	%	ton/yıl	%	ton/yıl	%	ton/yıl	%	ton/yıl	%	ton/yıl	%	ton/yıl	%	ton/yıl	%	ton/yıl	%
Akarçay	4.803.394,68		2.942.856,75		124.601,12		1.618.646,32		117.290,49		61,27		2,59		33,70		2,44	
Antalya	15.373.556,15		7.477.986,04		1.377.224,64		6.004.857,62		513.487,85		48,64		8,96		39,06		3,34	
Aras	29.456.085,13		22.172.090,87		96.944,12		6.902.238,86		284.811,28		75,27		0,33		23,43		0,97	
Asi	10.800.877,22		1.629.480,14		508.110,55		8.457.453,27		205.833,26		15,09		4,70		78,30		1,91	
BatıAkdeniz	28.721.544,25		11.111.828,06		1.749.919,22		9.263.244,73		6.596.552,24		38,69		6,09		32,25		22,97	
BatıKaradeniz	15.151.093,02		1.404.945,89		1.960.229,64		11.414.555,68		371.361,81		9,27		12,94		75,34		2,45	
Burdur	3.644.525,70		2.156.494,65		223.751,97		1.203.910,01		60.369,07		59,17		6,14		33,03		1,66	
Büyük Menderes	25.437.415,87		5.411.148,72		1.194.831,04		16.905.950,49		1.925.485,62		21,27		4,70		66,46		7,57	
Ceyhan	15.429.686,09		6.716.129,21		800.240,95		7.631.105,98		282.209,95		43,53		5,19		49,46		1,83	
Çoruh	52.848.848,78		45.180.341,26		872.526,46		6.402.981,79		392.999,27		85,49		1,65		12,12		0,74	
Dicle-Fırat	159.832.719,65		121.178.327,61		3.331.647,99		32.938.556,44		2.384.187,61		75,82		2,08		20,61		1,49	
Doğu Akdeniz	33.237.078,42		20.393.209,54		1.280.821,83		10.602.448,75		960.598,30		61,36		3,85		31,90		2,89	
Doğu Karadeniz	26.517.468,22		12.761.467,04		1.923.627,55		11.827.101,39		5.272,24		48,12		7,25		44,60		0,02	
Gediz	11.468.942,37		2.159.779,27		759.949,48		8.219.961,29		329.252,33		18,83		6,63		71,67		2,87	
Kızılırmak	45.496.277,22		18.530.132,50		1.893.783,67		24.477.144,26		595.216,79		40,73		4,16		53,80		1,31	
Konya Kapalı	23.211.147,68		14.616.611,82		570.592,76		7.100.886,66		923.056,44		62,97		2,46		30,59		3,98	
Kuzey Ege	13.388.428,93		1.550.819,34		490.945,48		10.103.043,97		1.243.620,14		11,58		3,67		75,46		9,29	
Küçük Menderes	7.576.292,14		1.530.695,79		366.066,31		5.011.660,34		667.869,70		20,20		4,83		66,15		8,82	
Marmara	15.637.948,72		685.647,19		1.279.196,51		12.552.037,20		1.121.067,82		4,38		8,18		80,27		7,17	
MeriçErgene	10.337.920,51		680.343,82		292.100,90		9.092.113,68		273.362,11		6,58		2,83		87,95		2,64	
Sakarya	26.524.638,92		9.156.326,71		2.044.084,88		14.576.100,21		748.127,12		34,52		7,71		54,95		2,82	
Seyhan	18.174.922,94		12.415.406,76		745.757,01		4.425.382,13		588.377,04		68,31		4,10		24,35		3,24	
Susurluk	10.821.938,74		888.545,87		1.306.496,82		7.985.891,62		641.004,43		8,21		12,07		73,79		5,92	
Van Gölü	13.229.460,68		10.050.573,16		18.218,52		2.525.045,51		635.623,49		75,97		0,14		19,09		4,80	
Yeşilırmak	25.086.331,57		11.814.405,41		1.600.355,85		11.372.018,29		299.552,02		47,09		6,38		45,33		1,19	
<b>TOPLAM</b>	<b>642.208.543,60</b>		<b>344.615.593,42</b>		<b>26.812.025,27</b>		<b>248.614.336,49</b>		<b>22.166.588,42</b>		<b>53,66</b>		<b>4,17</b>		<b>38,71</b>		<b>3,45</b>	



**Çizelge 7.** Mera Alanlarında Meydana Gelen Su Erozyonu Miktarının Havza Bazında Dağılımı ve Havza Verimleri

Havza No	Havza Adı	Mera Alanı	Mera Alanlarında Erozyon Miktarı	Verim
		(ha)	(ton yıl <sup>-1</sup> )	(ton yıl <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	Meriç Ergene	125.666,65	680.343,82	5,41
2	Marmara	87.350,53	685.647,19	7,85
3	Susurluk	175.555,64	888.545,87	5,06
4	Kuzey Ege	94.972,17	1.550.819,34	16,33
5	Gediz	147.396,86	2.159.779,27	14,65
6	Küçük Menderes	57.490,72	1.530.695,79	26,63
7	Büyük Menderes	247.821,55	5.411.148,72	21,83
8	Batı Akdeniz	218.036,15	11.111.828,06	50,96
9	Antalya	201.489,13	7.477.986,04	37,11
10	Burdur	91.070,60	2.156.494,65	23,68
11	Akarçay	235.176,95	2.942.856,75	12,51
12	Sakarya	1.125.642,16	9.156.326,71	8,13
13	Batı Karadeniz	212.884,72	1.404.945,89	6,60
14	Yeşilirmak	800.081,03	11.814.405,41	14,77
15	Kızılırmak	1.778.359,89	18.530.132,50	10,42
16	Konya Kapalı	1.382.257,99	14.616.611,82	10,57
17	Doğu Akdeniz	343.286,71	20.393.209,54	59,41
18	Seyhan	556.606,85	12.415.406,76	22,31
19	Asi	58.268,32	1.629.480,14	27,97
20	Ceyhan	407.471,94	6.716.129,21	16,48
21	Dicle-Fırat	6.788.976,95	121.178.327,61	17,85
22	Doğu Karadeniz	609.658,35	12.761.467,04	20,93
23	Çoruh	924.446,77	45.180.341,26	48,87
24	Aras	1.470.540,83	22.172.090,87	15,08
25	Van Gölü	631.776,98	10.050.573,16	15,91
<b>TOPLAM</b>		<b>18.772.286,44</b>	<b>344.615.593,42</b>	<b>18,36</b>





**Çizelge 8.** Tarım Alanlarında Meydana Gelen Su Erozyonu Miktarının Havza Bazında Dağılımı ve Havza Verimleri

Havza No	Havza Adı	Tarım Alanı	Tarımda Alanlarında Erozyon Miktarı	Verim
		(ha)	(ton yıl <sup>-1</sup> )	(ton yıl <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	Meriç Ergene	1.033.823,52	9.092.113,68	8,79
2	Marmara	745.814,18	12.552.037,20	16,83
3	Susurluk	843.998,40	7.985.891,62	9,46
4	Kuzey Ege	364.311,80	10.103.043,97	27,73
5	Gediz	747.063,16	8.219.961,29	11,00
6	Küçük Menderes	242.427,61	5.011.660,34	20,67
7	Büyük Menderes	1.046.220,67	16.905.950,49	16,16
8	Batı Akdeniz	425.531,88	9.263.244,73	21,77
9	Antalya	451.460,74	6.004.857,62	13,30
10	Burdur	244.276,58	1.203.910,01	4,93
11	Akarçay	370.299,94	1.618.646,32	4,37
12	Sakarya	2.946.121,40	14.576.100,21	4,95
13	Batı Karadeniz	737.327,26	11.414.555,68	15,48
14	Yeşilirmak	1.488.629,55	11.372.018,29	7,64
15	Kızılırmak	4.235.863,79	24.477.144,26	5,78
16	Konya Kapalı	2.428.749,66	7.100.886,66	2,92
17	Doğu Akdeniz	475.603,96	10.602.448,75	22,29
18	Seyhan	723.132,37	4.425.382,13	6,12
19	Asi	383.546,58	8.457.453,27	22,05
20	Ceyhan	913.571,01	7.631.105,98	8,35
21	Dicle-Fırat	6.118.187,60	32.938.556,44	5,38
22	Doğu Karadeniz	683.585,01	11.827.101,39	17,30
23	Çoruh	324.692,67	6.402.981,79	19,72
24	Aras	1.005.702,01	6.902.238,86	6,86
25	Van Gölü	530.471,83	2.525.045,51	4,76
<b>TOPLAM</b>		<b>29.510.413,18</b>	<b>248.614.336,49</b>	<b>8,42</b>



**Çizelge 9.** Orman Alanlarında Meydana Gelen Su Erozyonu Miktarının Havza Bazında Dağılımı ve Havza Verimleri

Havza No	Havza Adı	Orman Alanı	Orman Alanlarında Erozyon Değerleri	Ormanda Verim
		(ha)	(ton yıl <sup>-1</sup> )	(ton yıl <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	Meriç Ergene	230.217,60	292.100,90	1,27
2	Marmara	1.247.911,69	1.279.196,51	1,03
3	Susurluk	1.303.080,62	1.306.496,82	1,00
4	Kuzey Ege	463.030,56	490.945,48	1,06
5	Gediz	748.235,20	759.949,48	1,02
6	Küçük Menderes	320.657,38	366.066,31	1,14
7	Büyük Menderes	1.137.753,12	1.194.831,04	1,05
8	Batı Akdeniz	1.310.590,34	1.749.919,22	1,34
9	Antalya	1.177.714,40	1.377.224,64	1,17
10	Burdur	223.638,23	223.751,97	1,00
11	Akarçay	124.555,69	124.601,12	1,00
12	Sakarya	2.041.549,14	2.044.084,88	1,00
13	Batı Karadeniz	1.890.112,16	1.960.229,64	1,04
14	Yeşilirmak	1.564.668,13	1.600.355,85	1,02
15	Kızılırmak	1.878.199,64	1.893.783,67	1,01
16	Konya Kapalı	569.065,75	570.592,76	1,00
17	Doğu Akdeniz	1.178.370,99	1.280.821,83	1,09
18	Seyhan	723.342,51	745.757,01	1,03
19	Asi	300.079,38	508.110,55	1,69
20	Ceyhan	722.871,08	800.240,95	1,11
21	Dicle-Fırat	3.217.208,19	3.331.647,99	1,04
22	Doğu Karadeniz	926.422,77	1.923.627,55	2,08
23	Çoruh	658.553,04	872.526,46	1,32
24	Aras	94.886,88	96.944,12	1,02
25	Van Gölü	17.860,68	18.218,52	1,02
<b>TOPLAM</b>		<b>24.070.575,17</b>	<b>26.812.025,27</b>	<b>1,11</b>





**Çizelge 10.** Ülkemizde Akarsular Tarafından Taşınan Toprak Miktarının Havza Bazında Dağılımı ve Havza Verimleri

Havza No	Havza Adı	Havza Alanı	Toplam Taşınan Toprak Miktarı	Verim
		(ha)	(ton yıl <sup>-1</sup> )	(ton yıl <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	Meriç Ergene	1.456.000	275.882,90	0,19
2	Marmara	2.410.000	1.848.548,89	0,77
3	Susurluk	2.376.500	3.161.294,25	1,33
4	Kuzey Ege	903,2	516.184,41	0,57
5	Gediz	1.711.800	1.358.439,02	0,79
6	Küçük Menderes	716,5	524.329,85	0,73
7	Büyük Menderes	2.490.300	2.809.488,17	1,13
8	Batı Akdeniz	2.261.500	4.816.543,55	2,13
9	Antalya	1.451.800	1.432.442,67	0,99
10	Burdur	876,4	75.873,38	0,09
11	Akarçay	837,7	147.894,82	0,18
12	Sakarya	5.650.400	5.039.148,48	0,89
13	Batı Karadeniz	2.968.200	4.255.947,74	1,43
14	Yeşilirmak	3.612.900	3.362.835,83	0,93
15	Kızılırmak	7.864.600	10.728.625,55	1,36
16	Konya Kapalı	5.655.400	665.447,07	0,12
17	Doğu Akdeniz	2.248.400	3.505.077,80	1,56
18	Seyhan	2.073.100	2.038.764,60	0,98
19	Asi	1.088.500	87.499,41	0,08
20	Ceyhan	2.122.200	6.898.648,32	3,25
21	Dicle-Fırat	17.240.600	83.928.572,29	4,87
22	Doğu Karadeniz	2.402.200	3.110.782,18	1,29
23	Çoruh	1.989.400	7.533.096,89	3,79
24	Aras	2.754.800	4.749.701,89	1,72
25	Van Gölü	1.525.400	1.129.291,51	0,74
<b>TOPLAM</b>		<b>76.687.800</b>	<b>154.000.361,48</b>	<b>2,01</b>

\* Havza içinde bulunan göl ve barajların göl aynası (su yüzeyi) alanları dahil değildir.



## Projede Görev Alanlar

NO	ADI SOYADI	KURUMU	ÜNVANI
1	Ahmet İPEK	ÇEM Genel Müdürlüğü	Genel Müdür
2	M.Mustafa GÖZÜKARA	ÇEM Genel Müdürlüğü	Genel Müdür (Eski)
3	Hanifi AVCI	ÇEM Genel Müdürlüğü	Genel Müdür (Eski)
4	Yaşar ÇAKIROĞLU	ÇEM Genel Müdürlüğü	Daire Başkanı
5	Suat ŞAHİN	ÇEM Genel Müdürlüğü	Mühendis
6	Kenan İNCE	ÇEM Genel Müdürlüğü	Uzman
7	Evren ÇETİN	ÇEM Genel Müdürlüğü	Mühendis
8	Ali KÜÇÜMEN	ÇEM Genel Müdürlüğü	Mühendis
9	Mehmet Ali AKDAĞ	ÇEM Genel Müdürlüğü	Mühendis
10	İskender DEMİRTAŞ	ÇEM Genel Müdürlüğü	Mühendis
11	Günay ERPUL	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Akademik Danışman

## REFERANSLAR

1. ÇEM, 2016. Türkiye Yağışlarının Özellikleri ve Yenilenmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği (YETKE R-Faktörü). Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara
2. ESRI., 2016., ArcGIS Desktop: Release 10.4.1., Redlands., CA., Environmental Systems Research Institute.
3. Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., Yu, B., Klik, A., Jae Lim, K., Yang, J.E., Ni, J., Miao, C., Chattopadhyay, N., Sadeghi, S.H., Hazbavi, Z., Zabihi, M., Larionov, G.A., Krasnov, S.F., Gorobets, A.V., Levi, Y., Erpul, G., Birkel, C., Hoyos, N., Naipal, V., Oliveira, P.T.S., Bonilla, C.A., Meddi, M., Nel, W., Al Dashti, H., Boni, M., Diodato, N., Van Oost, K., Nearing, M. ve Ballabio, C. 2017. Global rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records. Scientific Reports, 7, 4175.
4. Panagos, P., et al. 2015. Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. Land Use Policy 48: 38-50. doi:https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.05.021.
5. G. Renard, K., G. R. Foster, G. A. Weesies and J. P. Porter. 1991. RUSLE: Revised universal soil loss equation.
6. Renard, K.G., Foster, G.A., Weesies, D.A., McCool, D.K., Yoder, D.C., 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). Agriculture Handbook No. 703. USDA, Washington, DC.
7. Romkens, M. J. M., Prasad, S. N., & Poesen, J. W. A. (1986). Soil erodibility and properties (pp. 492-504). Trans. 13th Congress of the Int. Soc. of Soil Sci., Hamburg, Germany.







ISBN No: 978-605-9550-22-2



[www.cem.gov.tr](http://www.cem.gov.tr)

Ankara, 2018