

**YAĞIŞ VE HAVZA KARAKTERİSTİKLERİNE
BAĞLI OLARAK KURUKAVAK HAVZASI'NIN
TOPRAK EROZYONU TAHMİN MODELİ**

Hasan TAŞ
Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Mayıs – 2005

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Hasan TAŞ'ın Yağış ve Havza Karakteristiklerine Bağlı Olarak Kurukavak Havzası'nın Toprak Erozyonu Tahmin Modeli başlıklı İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans tezi tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	: Yard.Doç.Dr. Mustafa TOMBUL
Üye	: Prof.Dr. Mehmet BİLGİN
Üye	: Doç.Dr. A. Savaş KOPARAL

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAĞIŞ VE HAVZA KARAKTERİSTİKLERİNE BAĞLI OLARAK KURUKAVAK HAVZASI'NIN TOPRAK EROZYONU TAHMİN MODELİ

HASAN TAŞ

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yard.Doç.Dr. Mustafa TOMBUL
2005, 93 sayfa

Su erozyonu toprağın yağış etkisiyle yer yüzeyinden koparak taşınmasıdır. Erozyon tarım arazilerinin verimliliğini azaltmakta ve sediment oluşumu dolayısıyla barajlardan daha fazla yararlanılmasına da engel olmaktadır. Bu sebeple erozyon ve sediment taşınımı tahmini doğal kaynaklar ve çevresel planlaması açısından en önemli konulardan birisidir. Bununla birlikte erozyon ve sedimentasyonun, zemin özellikleri, iklim, arazi kullanımı, bitki örtüsü ve topoğrafya gibi birçok parametreden etkilenen kompleks bir yapıya sahiptir. Günümüze kadar pek çok erozyon tahmin modeli geliştirilmiştir. Bu çalışmada Kurukavak Havzası'nın erozyon ve sediment taşınımı farklı zemin girdileri için WEPP Bilgisayar Programı (Water Erosion Prediction Project) ile bulunmaya çalışılmış ve programdan elde edilen sonuçlar irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Wepp Modeli, Erozyon tahmini, Sediment taşınımı, Kurukavak Havzası, Zemin özellikleri

ABSTRACT

Master of Science Thesis

SOIL EROSION PREDICTION MODEL OF KURUKAVAK BASIN DEPENDENT ON PRECIPITATION AND BASIN CHARACTERISTICS

HASAN TAŞ

**Anadolu University
Graduate School of Sciences
Civil Engineering Program**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mustafa TOMBUL
2005, 93 pages**

Water erosion is detachment and transportation of soil by precipitation from ground surface. Erosion reduces production of croplands and because of sediment occurring it causes to benefit from dams insufficiently . Therefore predicting erosion and sediment transport is one of the most important topics of natural sciences and enviromental planning. However erosion and sedimentation have a complex structure which is affected by a lot of parameters like soil features, climate, management, vegetation and topography. Until today lots of erosion predicting models were developed. In this study, erosion and sediment yield of Kurukavak Basin was tried to estimate using WEPP Computer Program (Water Erosion Prediction Project) for different soil inputs and the results of the program were discussed.

Keywords: Wepp Model, Erosion prediction, Sediment transport, Kurukavak Basin, Soil properties

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanması aşamasında beni yönlendiren, yardımlarını esirgemeyen, problemlerimde hep yanımda olan sevgili hocam Yard.Doç.Dr. Mustafa TOMBUL'a sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

ÇalıŐmanın Şekil almasında pay sahibi olan sayın hocalarım Prof.Dr. Mehmet BİLGİN'e ve Doç.Dr. A. Savaş KOPARAL'a teşekkür ederim.

Yanımda olan dostlarıma ve uzakta da olsalar hep yanımda olan babama ve anneme teşekkür ederim.

Hasan TAŞ
İnşaat Mühendisi
Mayıs - 2005

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. KURUKAVAK DERESİ HAVZASI.....	3
2.1. Doğal Coğrafya.....	3
2.1.1. Kurukavak Deresi Havzası'nın Yeri	3
2.1.2. Toprak ve Arazi Kullanım Durumu	4
2.2. İklim ve Su Kaynakları	5
3. EROZYON VE TİPLERİ.....	6
3.1. Erozyon	6
3.1.1. Erozyonun Zararları	6
3.2. Erozyon Tipleri.....	7
3.2.1. Su Erozyonu ve Tipleri.....	8
3.2.1.1. Yağmur Damlası Erozyonu.....	9
3.2.1.2. Tabaka Erozyonu	9
3.2.1.3. Oluk Erozyonu.....	10
3.2.1.4. Oyuntu Erozyonu.....	10
3.2.1.5. Akarsu Erozyonu	12
3.3. Ülkemizde Erozyon	12

4. AKARSULARDA KATI MADDE TAŞINIMI.....	14
4.1. Giriş.....	14
4.2. Su ve Katı Madde ile İlgili Genel Bilgiler	15
4.2.1. Suyun Karakteristikleri.....	15
4.2.2. Katı Maddenin Karakteristikleri	17
4.3. Katı Madde Hareketi.....	23
4.3.1. Katı Madde Hareketindeki Boyutsuz Büyüklükler	24
4.3.2. Shields Yaklaşımı.....	26
5. EROZYON MODELLERİ ve WEPP (Water Erosion Prediction Project) PROGRAMI	29
5.1. Erozyon Modellerinin Gelişimi	29
5.1.1. Wepp İle Diğer Erozyon Modelleri Arasındaki Temel Farklar ..	30
5.2. Wepp (Water Erosion Prediction Project).....	32
5.2.1. Giriş.....	32
5.2.2. Model Kullanıcı İhtiyaçları.....	33
5.2.3. Temel Kavramlar	34
5.2.4. Model Bileşenleri	34
5.2.4.1. İklim.....	34
5.2.4.2. Kış Süreci	35
5.2.4.3. Sulama.....	36
5.2.4.4. Sızma.....	36
5.2.4.5. Yüzey Akış Hidroliği.....	36
5.2.4.6. Su Dengesi.....	37
5.2.4.7. Bitki Gelişimi	37
5.2.4.8. Artık Madde Bozunması	38
5.2.4.9. Zemin Parametreleri	38
5.2.4.10. Eğim Erozyonu ve Yer Değiştirme.....	40
5.2.4.11. Havza Kanal Hidrolojisi ve Erozyon Süreci	41
5.2.4.12. Havza Birikim Bileşeni.....	43

6.7. Havza Eğim Erozyonu Bileşeni.....	70
6.7.1. Etkili Parametreler	71
6.7.1.1. Sediment Süreklilik Denklemi	71
6.7.1.2. Hidrolojik Veriler	72
6.7.1.3. Akım Kayma Gerilmesi	72
6.7.1.4. Sediment Taşıma Kapasitesi	73
6.8. Havza Kanal Hidrolojisi ve Bazı Veriler	73
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	77
7.1. Sonuçlar ve Değerlendirme	77
7.2. Öneriler	78
KAYNAKLAR.....	79
EKLER.....	82
EK-1 Oluşturulan İklim Veri Dosyası	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

2.1.	Kurukavak Deresi Havzasının genel görünüşü.....	3
2.2.	Havzanın toprak haritası.....	4
2.3.	Havzanın arazi kullanım durumu.....	5
3.1.	Türkiye erozyon haritası.....	13
4.1.	Katı maddenin su derinliğine bağlı dağılımı	15
4.2.	Elek çapı ve şekil faktörüne bağlı olarak katı madde çapının belirlenmesi.....	18
4.3.	Dane dağılım histogramı ve dane dağılım eğrisi	19
4.4.	Granülometri eğrisi ve ortalama çapın bulunması	20
4.5.	ω çökme hızı (küre için)	22
4.6.	C_D 'nin Re_ω ve şekil faktörüne bağlı gösterimi	23
4.7.	Elek çapı, şekil faktörü ve suyun sıcaklığına bağlı olarak çökme hızı.....	23
4.8.	Shields Eğrisi	27
4.9.	Modifiye edilmiş Shields Diyagramı	28
5.1.	Wepp erozyon modeli için örnek bir havza.....	32
5.2.	Wepp programının genel kullanım şekli	44
5.3.	Wepp erozyon tahmin modeli akım şeması.....	45
6.1.	Kurukavak Deresi Havzasının yedi eğim yüzeyine bölünmesi	47
6.2.	Tüm havzanın iki alt havzaya bölünmesi	48
6.3.	Alan 1 eşdeğer eğim profili	48
6.4.	Alan 2 eşdeğer eğim profili	48
6.5.	Alan 3 eşdeğer eğim profili	49
6.6.	Alan 4 eşdeğer eğim profili	49
6.7.	Alan 5 eşdeğer eğim profili	49
6.8.	Alan 6 eşdeğer eğim profili	49
6.9.	Alan 7 eşdeğer eğim profili	49
6.10.	Eşdeğer havza ve alt havzaların sembolik görünüşü.....	50
6.11.	Kumlu tın granülometri eğrisi.....	53
6.12.	Kumlu killi tın granülometri eğrisi	54

6.13.	Tın granülometri eğrisi	55
6.14.	Su dengesi süreçleri.....	68
6.15.	Alan 1 eğim profili	74
6.16.	Alt havzalar zemin tipi sembolik görünümü	75
6.17.	Alt havzalar arazi kullanımı sembolik görünümü.....	75
6.18.	Biriktirilip savaktan çıkartılan sediment	76

ÇİZELGELER DİZİNİ

4.1.	Temiz suyun özgül kütleinin sıcaklık ile değışimi	16
4.2.	Farklı sıcaklık ve basınç altında suyun elastisite modülü değeri	16
4.3.	Bazı akışkan cinsleri için yüzeysel gerilme değeri	17
4.4.	Çarpıklık $cs=0$ için k değeri	20
4.5.	Katı madde hareketinde fiziksel büyüklükler	24
5.1.	Erozyon modelleri arasındaki farklar	31
6.1.	Kumlu tın 1. zemin girdisi için özellikler	51
6.2.	Kumlu tın 2. zemin girdisi için özellikler	51
6.3.	Kumlu killi tın 1. zemin girdisi için özellikler	51
6.4.	Kumlu killi tın 2. zemin girdisi için özellikler	52
6.5.	Tın 1. zemin girdisi için özellikler	52
6.6.	Tın 2. zemin girdisi için özellikler	52
6.7.	K_{ef} ile çarpılacak katsayılar	61
6.8.	Havza ve ana su yolu karakteristikleri	74
6.9.	1. Zemin girdisi için elde edilen sonuçlar	76
6.10.	2. Zemin girdisi için elde edilen sonuçlar	76

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

γ	: Özgül ağırlık
γ_s	: Sediment özgül ağırlığı
α	: Uniform eğimin ortalama eğim açısı
β	: Yağmur damlası hareketi türbülans katsayısı
Δ	: Sedimentin su içindeki rölatif özgül ağırlığı
$\Delta\rho_{mx}$: Yağış ile hacim yoğunluğundaki maksimum artış
$\Delta\rho_{rf}$: Yağmur konsolidasyonuna göre hacim yoğunluğundaki artış
σ_g	: Geometrik ortalama standart sapma
η_e	: Etkili boşluk oranı
θ_d	: Zemin buharlaşma açığı
θ_e	: İlk hacimsel su muhtevası
θ_{fc}	: Zeminin 0.033 MPa gerilme altındaki hacimsel su muhtevası
Θ	: Verilen bir günde kök bölgesindeki su muhtevası
Θ_{in}	: Kök bölgesi ilk su muhtevası
ρ	: Özgül kütle
ρ_d	: Yağıştan sonra hacim yoğunluğu
ρ_s	: Sediment özgül kütlesi
ρ_c	: 0.033 Mpa gerilme altında konsolide olmuş zemin hacim yoğunluğu
ρ_t	: Arazi bakım işlemi sonrasındaki hacim yoğunluğu
ρ_{t-1}	: Arazi bakım işlemi öncesindeki hacim yoğunluğu
τ_0	: Taban kayma gerilmesi
τ_c	: Dere ayrışması eşik parametresi
τ_c	: Mera alanı için kritik kayma gerilmesi
τ_{cb}	: Başlangıç kayma gerilmesi
τ_{ef}	: Uniform eğim sonunda zemin üzerine etki eden kayma gerilmesi
τ_f	: Zemin parçacıkları üzerine etki eden akım kayma gerilmesi
τ_f	: Zemine etkiyen hidrolik kayma gerilmesi
τ_{kr}	: Kritik sürüklenme gerilmesi
ϕ	: Sürüntü maddesi debisi

ϕ_e	: Etkili zemin boşluk oranı
ϕ_t	: Toplam zemin boşluğu
ω	: Çökelme hızı
Ψ	: Boyutsuz hareket sayısı
Ψ	: Ortalama kılcılık kapasitesi
A_r	: Derelerdeki toplam alan bileşeni
b	: Rasgele pürüzlülük için düzeltme faktörü
C	: Chezy sabiti
C	: Zemin kil oranı
C_{br}	: Gömülü kalan kısımda rasgele pürüzlülük ve sırt yüksekliği düzeltme faktörü
CEC	: Katyon değişim kapasitesi
CEC_c	: Kilin katyon değişim kapasitesi oranı
CEC_r	: Katyon değişim kapasitesi oranıdır
C_p	: Bir zaman aralığında gölleşmenin durup durmayacağını gösterir parametre
C_n	: Bitki gölge yüksekliği
C_u	: Bir zaman aralığında gölleşme olup olmayacağını gösterir parametre
$C\tau_{rr}$: Rasgele pürüzlülük için kritik kayma düzeltme faktörü
D	: Dane çapı
D	: Kök bölgesi altındaki toplam süzülme
D_0	: Ortalama dane çapı
D_c	: Dere akımı ayrıştırma kapasitesi
D_e	: Etkili yağış süresi
D_f	: Dere erozyon oranı
D_g	: Geometrik ortalama çap
D_g	: Yüzeyden ortalama derinlik
D_i	: Dere içsel sediment taşıma iletimi
D_p	: Pik yağış süresine ulaşıldığı zaman
dur	: Yağış süresi
E	: Elastisite modülü
ET	: Toplam buharlaşma

f	: Darcy-Weisbach sürtünme katsayısı
F	: Sızma yüksekliği
F_a	: Zemin içine nüfuz etmiş hava hacmi
F_{cf}	: Zemindeki kaba parçalar için düzeltme faktörü
f_{cr}	: Dere yüzey atıkları için sürtünme katsayısı
f_i	: İç bölge toplam sürtünme katsayısı
f_{live}	: Akışın yavaşlamasına sebep olan bitkiler için sürtünme katsayısı
f_r	: Dere toplam sürtünme katsayısı
Fr*	: Dane sürüklenme Froude sayısı
f_s	: Zemin sürtünme faktörü
f_{sr}	: Dere yüzey pürüzlülüğü için sürtünme katsayısı
f_t	: Dere toplam sürtünme faktörü
g	: Yerçekimi ivmesi
G	: Sediment yükü
H_{max}	: Bitki maksimum gölge yüksekliği
I	: Taban eğimi
I	: Bitki yağış engellemesi
I_b	: Kırılma noktası yağış şiddeti
I_e	: Etkili yağış şiddeti
i_b	: Ortalama yağış şiddeti
i_p	: Normalize pik yağış şiddeti
k	: Frekans faktörü
K_b	: Başlangıç etkili hidrolik iletkenliği
K_e	: Etkili hidrolik iletkenlik
K_{ef}	: Arazi durumu için etkili hidrolik iletkenlik
K_i	: Mera alanı için başlangıç içsel erodibilite parametresi
K_{ib}	: Başlangıç içsel erodibilite
K_{min}	: En üst iki tabakanın minimum doymun hidrolik iletkenliği
K_r	: Mera alanı için başlangıç dere erodibilitesi
K_{rb}	: Başlangıç dere erodibilitesi
k_t	: Taşıma katsayısı
m	: Kütle

M	: Kar su içeriği
M_{cf}	: Kaba parçaların ağırlık oranı
O	: Zemin organik madde oranı
P	: Toplam yağış yüksekliği
P_r	: Pik akış yüksekliği
prcp	: Günlük yağış miktarı
q	: Birim genişlik için debi
Q	: Toplam yüzey akışı miktarı
Q_d	: Yüzey altı yanak akış
Q_e	: Dere akış oranı
q_s	: Sürüntü maddesi birim debisi
r	: Yağış oranı
R	: Hidrolik yarıçap
R	: Yağış yüksekliği
rad	: Günlük solar radyasyon
r_c	: Derenin artık madde tarafından kaplı olan bileşeni
R_c	: Arazi bakım işleminden bu yana toplam yağış miktarı
Re_ω	: Reynolds sayısı
Re*	: Dane sürüklenme Reynolds sayısı
RH₀	: Arazi bakım işleminin hemen sonrasındaki sırt yüksekliği
RH_t	: t zamanındaki sırt yüksekliğini
r_p	: Maksimum yağış şiddeti
r_r	: Rasgele pürüzlülük
RR₀	: Bir arazi bakım işlemi tarafından meydana gelen rasgele pürüzlülük
RR_i	: Arazi bakım uygulamasından hemen sonraki rasgele pürüzlülük
RR_t	: Anlık rasgele pürüzlülük
RR_{t-1}	: Arazi bakım işleminden bir gün önceki rasgele pürüzlülük
R_t	: Zemin yüzeyinden 10 cm derinliğe kadar olan kök kütlesi toplamı
R_{tp}	: Gölleşme anındaki toplam yağış miktarı
S	: Ortalama eğim
S	: Zemin kum oranı
S₀	: Akış yüzeyinin eğimi

S_d	: Maksimum çukur birikimi
S_p	: En üst iki zemin katmanı içerisindeki su depolaması üst limiti
ST_j	: Anlık zemin buhar depolaması
T_c	: Sediment taşıma kapasitesi
T_{ds}	: Arazi bakım işleminden dolayı tahrip edilen zemin yüzeyi bileşeni
t_e	: Etkili yağış süresi
t_g	: Gölleşme zamanı
t_{max}	: Günlük maksimum sıcaklık
t_{min}	: Günlük minimum sıcaklık
t_p	: Normalize pik yağış şiddeti zamanı
t_r	: Etkili akış süresi
UL_j	: Zemin buhar depolaması üst limiti
v	: Viskozite
v	: Hacim
V	: Yağış fazlası yüksekliği
V_{cf}	: Kaba parçaların hacimsel oranı
v-dir	: Günlük rüzgar yönü
V_f	: Etkili sediment düşüş hızı
vfs	: Zemin yüzeyindeki çok ince kum miktarı
v_i	: Ortalama yağış fazlalık oranı
V_t	: Yağış olayı için toplam akış yüksekliği
v-vl	: Günlük rüzgar hızı
v̄	: Ortalama hız
v*	: Sürüklenme hızı
w	: Dere genişliği
x	: Eğim mesafesi

1. GİRİŞ

Yeryüzü sürekli olarak değişmektedir. Bu doğal değişim bizim üzerinden elde ettiğimiz yiyeceklere ihtiyaç duyduğumuz toprağın faydalı olan üst kısmını da kötü bir şekilde etkilemekte, çevresel ve maddi zarara yol açmaktadır.

Toprak erozyonu günümüzde dünyadaki en ciddi çevresel problemlerden biridir çünkü doğal çevreyi tehdit etmektedir. Yapılan çalışmaların sonucuna göre dünya üzerinde yılda yaklaşık 24 milyar ton toprak yok olmaktadır ve bu miktar her yıl artmaktadır (Tema 2005). Yok olan alanların çok büyük kısmı su ve rüzgar erozyonlarının etkisiyle tahrip olmaktadır. Günümüzde dünya üzerinde su erozyonunun etkilediği alanların büyüklüğü 1094 milyon hektar, rüzgar erozyonundan etkilenen alanlar ise 548 milyon hektardır (Tema 2005).

Türkiye ele alındığında toprakların % 63'ü çok şiddetli ve şiddetli, % 20.04'ü orta, % 14.36'sı ise hafif su erozyonunun etkisi altındadır. Ülkemizde genellikle su erozyonu etkili olmaktadır. Erozyondan etkilenen alanların sadece % 0.65'i rüzgar erozyonunun etkisi altında kalmaktadır (Tema 2005).

Erozyondan etkilenen alanların çok büyük kısmı içine tarım alanları girmektedir. Tarım alanlarının Türkiye'nin toplam alanındaki yeri yaklaşık % 35.60'dır. Erozyonun neden olduğu toprak kaybı sadece tarım alanlarının azalmasına neden olmakla kalmamaktadır. Ülkenin enerji, sulama ve içme suyu gibi gereksinimlerini karşılayan barajların projelendirmeleri aşamasında erozyonun neden olduğu sediment miktarı göz önünde bulundurulmakta bu da ek maliyetler getirerek ülke ekonomisine zarar vermektedir.

Yukarıda bahsedildiği gibi erozyon dünyanın hemen her yerinde önemli zararlara neden olan bir problemdir. Bu sebeple erozyon tahmini için yapılan çalışmalar dünyanın her yerinde devam etmektedir.

Bu çalışmada Wepp (Water Erosion Prediction Project) bilgisayar programı kullanılarak Bilecik ilinin Pazaryeri ilçesinde yer alan Kurukavak Havzası'nın erozyon ve sediment verimi bulunmaya çalışılmıştır. Programda kullanılan veriler daha önce havzada yapılmış olan çalışmalardan derlenerek elde edilmiştir.

Kurukavak Havzası'nın çalışma alanı olarak seçilmesinin sebebi bu havzanın aynı zamanda birçok araştırma için örnek havza seçilmiş olması, yağış ve toprak özellikleri gibi birçok ölçüm ve deney sonucunun elde mevcut olmasıdır.

Erozyon çok kompleks bir yapıya sahiptir. Yağış, zemin özellikleri, arazi kullanım durumu, bitki örtüsü, iklim gibi bir çok parametreye bağlı olarak değişkenlik gösteren erozyon tahmini günümüz teknolojisinde bile büyük bir problemdir.

Günümüze kadar pek çok erozyon tahmin modeli geliştirilmiştir. Wepp bu modellerin en sonuncusu ve sürekli simülasyona sahip ilk bilgisayar tabanlı modeldir. Wepp programı ile daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar programın gerçeğe yakın sonuçlar verdiğini kanıtlamıştır. Yapılan çalışma ile Wepp programının Kurukavak Havzası gibi örnek teşkil edecek bir havzaya uygulanabilirliği ve dolayısıyla Türkiye'deki bu tip havzalar için kullanılabilirliği incelenmiştir.

Tezin ikinci bölümünde çalışma alanı olan Kurukavak Havzası genel özellikleriyle tanıtılmış, üçüncü bölümde erozyon hakkında bazı bilgiler verilmiş, dördüncü bölümde akarsularda katı madde hareketine değinilmiş, beşinci bölümde daha önce geliştirilen erozyon modellerinden bahsedilmiş, kullanılan Wepp bilgisayar programı genel özellikleri ile anlatılmış, altıncı bölümde ise Program için veri hazırlama aşamaları ve program bileşenlerinin bazı önemli noktaları hakkında teorik bilgiler sunularak önemli denklemlere yer verilmiş ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

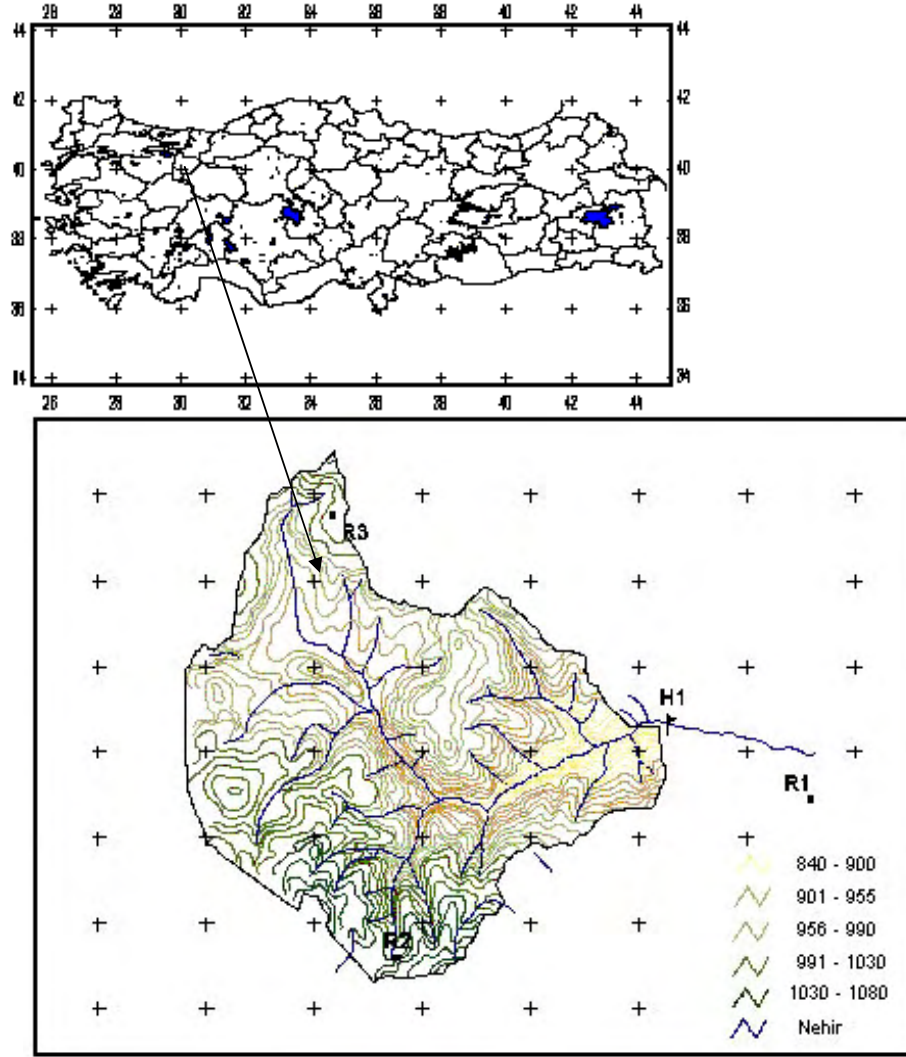
2. KURUKAVAK DERESİ HAVZASI

2.1. Doğal Coğrafya

2.1.1. Kurukavak Deresi Havzası'nın Yeri

Kurukavak Deresi Havzası, Bilecik İli'nin Pazaryeri ilçesine bağlı Küçükelmalı, Güde ve Bahçesultan köyleri sınırları içerisinde yer almaktadır. Pazaryeri ilçesinin batısında yer alan havza, Pazaryeri'ne 7 km, Bilecik'e 37 km uzaklıktadır. Havza çıkış yerinin deniz seviyesinden yüksekliği 830 m olup, 40°01' kuzey enlem ve 29°47' doğu boylamındadır (Şekil 2.1) (Tombul 2004). Havza 4.25 km² drenaj alanına sahiptir.

Kurukavak Deresi havzası Sakarya nehri havzasında yer almaktadır.



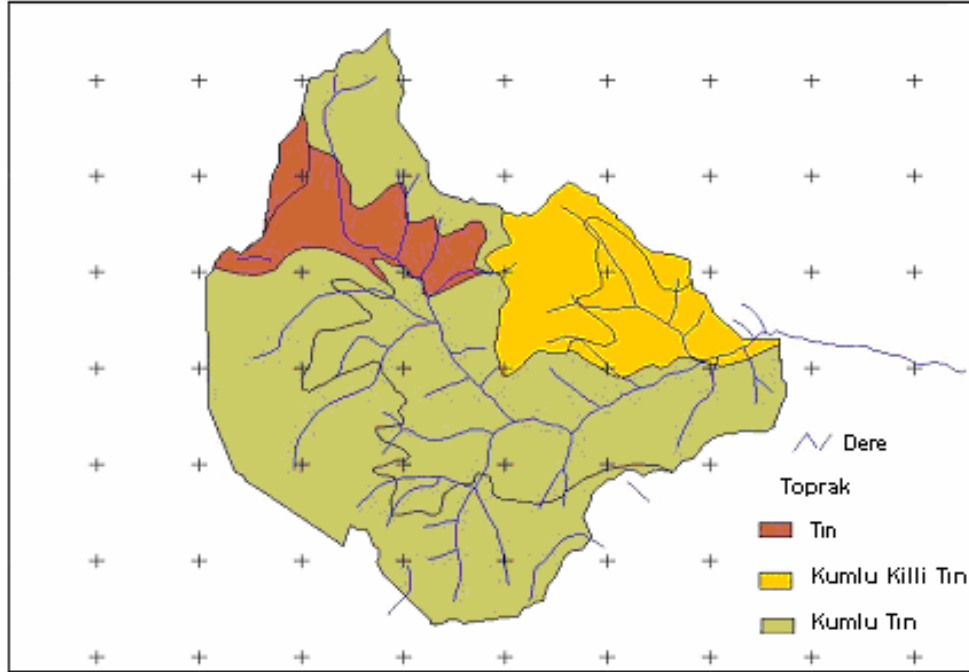
Şekil 2.1. Kurukavak Deresi Havzasının genel görünüşü

2.1.2. Toprak ve Arazi Kullanım Durumu

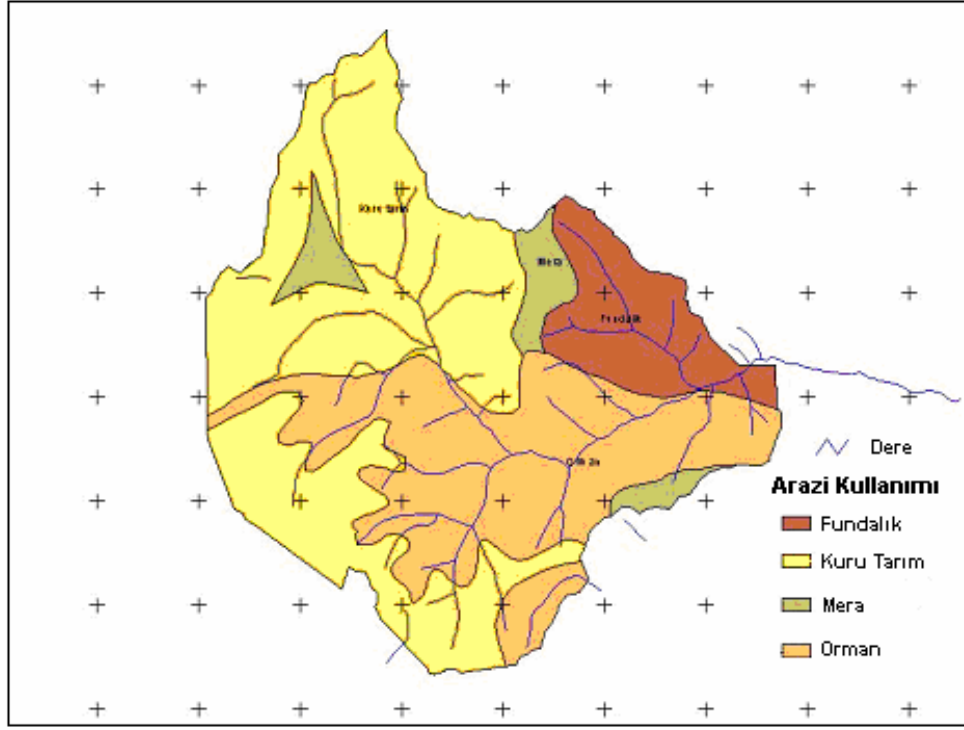
Havzanın en büyük toprak grubu kalkersiz kahverengi orman toprağıdır.

Havza toprakları sığ (20-50 cm) ve çok sığ (0-20 cm) toprak derinliğine sahip, orta ve şiddetli erozyona maruz kalmaktadır. İçerisinde yaklaşık olarak %38 oranında kum, %38 oranında silt ve %25 oranında kil içeren zeminlere tın zemin ismi verilir. Zemin içerisindeki kum oranı belirtilen orandan fazla olan zeminler kumlu tın, kum ve kil miktarı belirtilen oranlardan fazla olan zeminler ise kumlu killi tın ismini alır. Havza toprakları kumlu tın, kumlu killi tın ve tınlı bünyeye sahiptirler (Şekil 2.2) (Tombul 2004). Eğim havzada çok değışkenlik göstermekte olup hafif (% 0-2) ile sarp (> %30) olan bu araziler fundalık, orman, mera ve kuru tarım alanı olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.3) (Tombul 2004).

Bu arazilerin toprak derinliği sığ veya çok sığ olması arazinin çabuk bir şekilde suya doygun hale gelmesini sağlamakta ve eğimlerinin fazla olması yağışlı dönemlerde suyun toprakta tutulmayıp yüzey akışına geçmesine sebep olmaktadır.



Şekil 2.2. Havzanın toprak haritası



Şekil 2.3. Havzanın arazi kullanım durumu

2.2. İklim ve Su Kaynakları

Havza iklim bakımından Karadeniz ve Marmara Bölgesi arasında geçiş özelliği göstermektedir. Genellikle Batı Karadeniz iklimi etkisi altındadır. En düşük sıcaklıklara Aralık ve Mart ayları arasında rastlanır. Bölgede şiddetli donmalara rastlanmaz. Havzanın su kaynağını sadece yağışlar oluşturmaktadır. Her mevsimde yağışlı bir iklim görülür. Yağışlar genellikle sonbahar ve kış aylarında diğer mevsimlere göre daha fazla düşer. En fazla yağış alan aylar, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarıdır. Bu aylarda çoğunluk kar ve karla karışık yağmur yağar. Yağışların %60'ı bu aylara rastlar. Hakim rüzgar kış aylarında lodos, Mayıs ve Haziran aylarında karayel, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında poyraz olup, Temmuz ve Ağustos aylarında rüzgar hızları diğer aylara oranla daha azdır.

3. EROZYON VE TIPLERİ

3.1. Erozyon

Genel anlamda erozyon arazi yüzeyinin, veya arazi yüzeyini örten hayat kaynağı toprağın, taşların veya kayaların, su, rüzgar, buzul veya yerçekimi gibi etkenler ile yerlerinden oynatılarak taşınmasıdır. Aslında erozyon doğal koşullar altında da meydana gelmektedir.

Bir yamacın yüzeyinde hareket eden yağmur ve kar suları bir miktar toprak maddesini de aşağılara sürükler. Fazla eğimli yerlerde toprak, yüzeyden akan suyun yardımına gerek kalmadan yer çekimi ile zaman zaman daha alçak yerlere doğru kayar. Bu durumdaki normal erozyon yavaştır. Erozyon bazı durumlarda normalden çok daha hızlı olabilir. Bu anormal derecede hızlı erozyon toprağın birkaç cm'lik yüzey kısmını alıp götürür. Toprak erozyonunun aktif kuvvetleri genellikle su ve rüzgardır. Doğadaki etkileri farklı ise de, arazinin yüzeyinden toprağı taşıma işlemi her ikisinde de aynıdır. Yağışın az olduğu yerlerde rüzgar erozyonunun zararı fazla, buna karşılık yağış rejiminin düzensiz ve fazla olduğu yerlerde su erozyonunun zararı büyüktür.

3.1.1. Erozyonun Zararları

Toprak erozyonu ile çok fazla miktarlarda kil, silt, kum ve çakıl gibi maddeler arazi yüzeyinden taşınarak daha alçak yerlerdeki düzlüklerde biriktirilir. Tarım arazisinden, aşırı otlatılmış meralardan ve iyi işletilmeyerek bozulan orman arazisinden erozyon ile toprakların taşınması sadece bu tip arazilerin zarar görmesi ile kalmayıp bir seri önemli hasarın doğması ile de sonuçlanır. Erozyonla taşınan materyal düz ovalardaki tarım toprakları üzerine yığılarak verimli üst toprakların derinlerde kalması ile toprağın veriminin düşmesine, drenaj problemlerinin ortaya çıkmasına veya ekili, dikili topraklardaki ürünün yok olmasına sebep olur. Erozyon ile sulama ve drenaj kanalları, barajlar kısa sürede dolmakta ve bunun sonucunda içme, sulama ve elektrik üretiminde kullanılan su miktarları azalmaktadır. Ayrıca akarsuların, limanların erozyonla dolması veya sellerin yolları tahrip etmesi veya molozla kaplanması ulaşımı güçleştirmektedir. Erozyon artıkları akarsuları kirletmek suretiyle halk sağlığını da tehdit etmektedir.

Tarım arazisinde erozyonun tahribatı ve toprak kayıpları en fazla üst toprakta olmaktadır. Bu tabaka toprağın organik maddeler ve bitkilere elverişli formlardaki besin elementlerince zengin olan kısmıdır. Bitkiler mineral bitki besin elementleri ile nitrojenin önemli kısmını toprağın bu tabakasından sağlamaktadırlar. Erozyon ile arazilerden taşınan topraklar genellikle toprağın kil, silt, kum dane çaplarına sahip humuslu kısımlarıdır. Bunlar kaba kısımlardan daha fazla bitki besin elementlerini içermektedirler.

Erozyon toprak yapısının bozulmasına da sebep olur. Toprağın üst tabakasındaki organik maddelerce zengin, bitki gelişmesine uygun yapıdaki toprağın taşınması ile sert ve kesekli alt toprak üste çıkar. Bundan dolayı verimdeki değişimler devamlı olup ancak iyi bir toprak bakımı ve fazla miktarda gübre uygulaması ile uzun zamanda eski haline getirilebilir.

Erozyonun toprakta yaptığı zararlardan biri de arazide sel yarınları meydana getirerek alanların düzensiz parçalara ayrılmasıdır. Sel yarınları tarım aletlerinin çalışmasını güçleştirdiği gibi, ekim, dikim, bakım ve hasatta güçlükler çıkararak kayıplara neden olur.

Ovalarda erozyonun etkisinde kalan toprakların verimli üst kısmı, kalın bir mil tabakası veya kaba yapılı toprak materyali veya moloz yığını ile örtülebilmektedir. Bu durumda toprağın doğal verimi düşmekte, drenaj problemleri ortaya çıkmakta, tarla arazisi ve meyve bahçelerindeki ürün zarar görmekte veya tamamen yok olmaktadır.

Barajlar geniş halk kitlelerinin elektrik, su ve sulama suyu ihtiyaçlarını karşılamada büyük önem taşımaktadırlar. Barajlar ayrıca büyük felakete sebep olan su taşkınlarının kontrolünde büyük vazifeler görmektedirler. Barajların ve su bentlerinin yapım maliyetleri erozyon ile taşınarak biriktirilen sediment nedeniyle artmaktadır.

3.2. Erozyon Tipleri

Erozyon, meydana geliş faktörlerine göre su erozyonu, rüzgar erozyonu, yer çekimi erozyonu, dalga erozyonu, çığ erozyonu, buzul erozyonu gibi adlar almaktadır. Konumuzla daha çok ilgili olan erozyon tipi su erozyonu olduğundan burada sadece bu konu ayrıntılı olarak incelenmiştir.

3.2.1. Su Erozyonu ve Tipleri

Su erozyonu, bitki örtüsünden yoksun bulunan eğimli arazide akarsuların toprağı aşındırıp taşımasıdır. Erozyonun şiddeti toprağı düşen suyun miktarı, akış hızı, eğim, toprağın yapısı ve bitki örtüsüne bağlıdır. Ormanların tahribi, eğimli yerlerdeki meraların açılarak tarla arazisi haline getirilmesi, aşırı otlatma, elverişsiz tarım metotlarının uygulanması sonucunda açığa çıkan toprağın üzerine düşen yağmur suları tutulamayarak yüzey akışı şeklinde eğime uyarak hareket eder ve beraberinde önemli miktarda toprak materyalini taşır. Toprak yüzeyinde akışa geçen suyun hızı fazla olduğu zaman kaba ve ince toprak materyalini birlikte taşır. Hızı azaldığı zaman kaba materyali terk ederek ince materyali sürüklemeye devam eder. Fakat tarım arazisinden su erozyonu ile en fazla ince materyal götürülmektedir. Geriye kum ve çakıl gibi kaba materyal oranı yüksek, verimsiz toprak kalır. Yağışların şiddetli olduğu, akarsuların hızlı ve bol miktarda su taşıdığı durumlarda sularla taşınan kaba materyal ve molozlar verimli toprakların üzerini kaplarlar.

Akarsuyun büyüklüğü ile taşıma gücü arasında yakın bir ilişki vardır. Suyun kütlesi ve özellikle de hızı arttıkça akarsu fazla kinetik enerji kazanacağından erozyon gücü artacaktır. Bu durumda akarsuyun erozyon gücünü azaltmak için suyun kütlesini yani taşınan suyun miktarını ve hızını azaltmak başta gelen önlemlerdir. Bunun yanında toprağın erozyona direnç gücünü de artırmak gerekir.

Yüzey akışlarının miktar ve hızı yağmur karakteristikleri, eğimin derecesi ve uzunluğu, toprağın suyu emmesi ve alt katlara sızdırması (İnfiltrasyon ve perkolasyon) özellikleri ile ilgilidir.

Su erozyonu aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

1. Yağmur damlası erozyonu (damla erozyonu)
2. Tabaka erozyonu (yüzey erozyonu)
3. Oluk erozyonu
4. Oyuntu erozyonu (sel yarıntısı erozyonu)
5. Akarsu erozyonu

3.2.1.1. Yağmur damlası erozyonu

Erozyonun bu tipi çıplak toprak üzerine yağmur damlalarının çarpması sonucunda meydana gelir. Toprak yüzeyine şiddetle çarpan yağmur damlaları toprak zerrecelerini 1.0-1.5 m çapında bir daire içinde etrafa ve 60 cm'e kadar yüksekliğe sıçratırlar. Eğimli yerlerde toprak zerrecelerinin çoğu eğimin aşağı kısımlarına fırlatıldığından toprak materyali meyil doğrultusunda kaymış olur. Ayrıca yağmur damlalarının çarpma etkisi ile keseklerden koparılan toprak parçacıklarının su ile taşınması kolaylaşmış olur.

Yağmur damlası erozyonunun diğer zararlı bir etkisi de çamur içeren suyun toprak yüzeyindeki gözenekleri tıkayarak ve toprak yüzünü sıkıştırarak suyun ve havanın toprak içine girmesini engellemesidir. Bu da yüzey akışların fazlaşması ile sonuçlanır ki tabaka erozyonu için uygun bir ortam hazırlanmış olur. Yağmur damlası erozyonunun zararı yağmurun düşme hızına, damla büyüklüğüne ve yağışın hızına bağlıdır.

Yağmur damlası erozyonunun önlenmesi gerek bitki örtüsünün ve gerekse bitki artıklarının toprak yüzeyinde uygun ve etkili tarzda kullanılması ile mümkündür. Bitki örtüsü yağmur tanelerinin darbe etkilerini azaltarak toprağı bu tip erozyondan korumuş olur. Yağmur damlası erozyonunun esaslı bir şekilde önlenmesi için: a) Her mevsimdeki yağmurun erozyon kapasitesinin saptanması, b) Toprağın bu tip erozyona karşı duyarlılığının bilinmesi, c) Gereken zamanda toprak yüzünde bir örtü meydana getirecek uygun bir tarım sisteminin düzenlenmesi gerekir. Damla erozyonunun kontrolünde sık şekilde toprağın yüzünü örten bitkiler, seyrek ve yüksek boylu bitkilerden daha etkilidir. Çayır ve mera örtüsü ile anız örtüsünün bu tip erozyonu önemli ölçüde kontrol altına aldığı saptanmıştır.

3.2.1.2. Tabaka erozyonu

Eğimli veya orta derecede eğimli arazide, özellikle tepelerin etek kısımlarında yüzey akışlarının toprağın yüzeyindeki ince toprak materyalini bir tabaka halinde aşağılara taşıması olayına tabaka erozyonu denir. Tabaka erozyonu çok yavaş seyreden bir erozyon şekli olduğu için kolaylıkla fark edilemez. Tabaka erozyonu ancak koyu renkli verimli üst toprak götürülüp açık

renkli alt toprak açığa çıktıktan sonra fark edilebilir. Bu şekilde erozyona uğramış yerlerdeki bitki gelişmesi diğer kısımlardan daha zayıftır. Tabaka erozyonu etkisini daha çok tarım topraklarında göstermektedir.

Yüzey erozyonu alt toprak tabakasının pulluk tabakasına karışması, yamaçların tabanında, drenaj kanallarında, tarla sınırlarında ve tarlaların eğimi az olan kısımlarında yeni taşınan materyalin birikmesi ile daha önceden kendini belli eder. İnce yapılı, geçirgenliği az, organik maddece fakir yapıdaki topraklar kolaylıkla aşınırlar. Muhafaza önlemleri alınmadığı takdirde % 1-2 eğimli, geçirgenliği az topraklarda yüzey akışı çok etkili olmaktadır. Tabaka erozyonunun kontrolünde yüzey akış suyunun azaltılması ve hızının düzenlenmesi esastır.

3.2.1.3. Oluk erozyonu

Eğimi fazla arazilere yağışlar sırasına eğim doğrultusunda akan yüzey akış suları arazinin yüzeyindeki kanalcıkları izleyerek akar. Hareket halindeki su, hem kendi etrafında dönme hem de taşıma gücü kazanır. Suyun dönme hareketi toprak tanelerini gevşeterek, yerinden koparır ve kopan parçacıkları akış halindeki su aşağıya doğru sürükler. Sonuç olarak arazinin yüzeyinde başlangıçta derinlikleri birkaç santimetre olan oluklar meydana gelir. Eğimin üst kısımlarından taşınan toprak materyali daha aşağı kısımlarda birikir. Toprağın bu şekilde aşındırılmasına oluk erozyonu adı verilir. Oluk erozyonu yüzey erozyonundan daha kolay kendini belli eder. Oldukça fazla toprak kaybına sebep olduğu halde genellikle çiftçiler buna gereken önemi vermezler. Oluk erozyonu yüzey erozyonunun ilerlemiş bir aşamasıdır.

Eğimi % 3-5'ten daha fazla olan siltli ve yeni sürülmüş tarlalarda bu tip erozyonunun etkisi daha fazla görülür. Toprakların erozyona karşı dirençleri az ise kuvvetsiz yağışlarda da arazinin yüzeyinde birbirine yakın oluklar meydana gelir.

3.2.1.4. Oyuntu erozyonu

Yağmur damlası erozyonu, oluk erozyonu ve birbirini izleyen donma ve çözünmeler sonucunda toprağın dağılması olayları toprağı oyuntu erozyonuna

elverişli bir duruma getirir. Özellikle eğimi fazla ve devamlı olan arazilerde yağışlardan sonra yüzey akışları arazinin yukarı kısımlarında daha önce meydana gelmiş oluklar ve kanalcıklar içinden aşağıya doğru akmaya başlarlar. Aşağılara doğru suyun miktarı ve taşıma gücü artar. Kanalcıklar içinde akan su yalağını derinlemesine ve yanlamasına oyarak aşındırır. Böylece uzun eğimlerin en aşağısında geniş oyuklara ve fazla toprak kayıplarına neden olan sel yarıntıları meydana gelir. Bu şekildeki erozyona oyuntu erozyonu veya sel yarıntısı erozyonu denir. Tesviye eğrilerini izlemeyen sürüm ve bitki sıraları, önlem alınmamış doğal drenaj kanalları, altları oyulmuş teraslar ile çeşitli şekillerde meydana gelmiş izler oyuntu erozyonunu kolaylaştırır. Sel yarıntılarının büyüklükleri, yağışın miktarına, şiddetine, sıklığına, toprağın erozyona olan direncine, toprağın derinliğine, arazinin eğimine toprak altındaki sert tabakanın toprak yüzeyine yakınlığına, alt toprağın gevşekliğine ve yüzey akış suyunun taşıdığı materyalin cins ve miktarına bağlıdır.

Oyuntu erozyonu arazide kolayca izlenebilen ve dikkati çeken bir erozyon şeklidir. Oyuntu erozyonu sadece toprak kaybına sebep olmakla kalmaz, aynı zamanda taşınan materyal aşağı kısımlardaki verimli toprakların üzerini örterek onların değerini azaltır. Bunlardan başka arazi sel yarıntıları ile düzensiz parçalara ayrılır. Tarım alet ve makineleri ile arazinin işlenmesinde güçlükler ortaya çıkar.

En kesitlerine göre oyuntular V şekilli oyuntular ve U şekilli oyuntular şeklinde iki grup altında toplanabilir. V şekilli oyuntular bir doğal drenaj yolunda suyun toplanarak toprağı derinliğine aşındırması ile meydana gelir. Bu tip oyuklar genellikle alt toprak tabakalarının üst toprak tabakasına kıyasla ince yapılı ve erozyona daha dayanıklı olmaları halinde meydana gelir. U şekilli oyuntular oyuntu başlangıcında setlerden aşağıya düşen suların alt kısımlarındaki daha yumuşak materyali aşındırması ve taşınması ile meydana gelir. Üst toprak tabakasına kıyasla gevşek olan alt toprak kolayca aşınarak kısa zamanda büyür ve mağara şeklini alır. Alt kısımları oyulan kenarlar zamanla oyuntu tabanına düşerek su ile uzaklara taşınır.

Yağmur damlalarının toprağı çarpması sonucunda gevşetilen ve havaya sıçratılan toprak parçacıkları genellikle küçük çaptaki parçacıklardır. Toprak

yüzeyinden eğim doğrultusunda akan sular en çok toprağın asitli yapıdaki inorganik ve organik materyalini taşıyarak uzaklara götürmekte ve geride daha çok kaba materyali bırakmaktadır. Toprağın taşınan asitli materyali bitki besin elementlerince zengin kısmıdır. Bu şekilde erozyona uğrayan topraklar zamanla verimliliklerini kaybederler. Yağışlı bölgelerde toprağa sızan sular topraktaki tuzları özellikle bitki besin elementlerini eriterek alt katlara taşırlar. Bu şekilde de bitkilere lüzumlu olan elementler topraktan uzaklaşmış olur.

3.2.1.5. Akarsu erozyonu

Akarsuların yataklarını ve kenarlarını aşındırmalarına akarsu erozyonu denir. Akarsu erozyonu mekra erozyonu ve akarsu kenar erozyonu şeklinde görünür. Akarsu kenar erozyonuna korozyon da denilir. Mekra erozyonu akarsuların tabanlarının aşınması ve oyulması ile kendini belli eder. Akarsu kenar erozyonu akarsuların yataklarının kenarlarına yaptığı aşındırma etkisinin bir sonucudur. Akarsu yataklarının yan kısımlarının alttan oyulmasıyla üst kısımlar çökerek su ile taşınır. Taşkınlar sırasında korozyon tahribatı ve korozyonla taşınan toprak miktarı çok fazladır.

Akarsu erozyonu özellikle taşkınlar sırasında akarsu kenarlarında kıymetli arazilerin elden çıkmasına, karayolu, demiryolu ve köprü gibi birçok yapının zarar görmesine sebep olmaktadır. Ayrıca akarsuların taşıdığı materyal bentleri, barajlar ve su kanallarını doldurmaktadır. Akarsulardaki katı madde taşınımı ayrıntılı olarak 4. Bölüm'de incelenmiştir.

3.3. Ülkemizde Erozyon

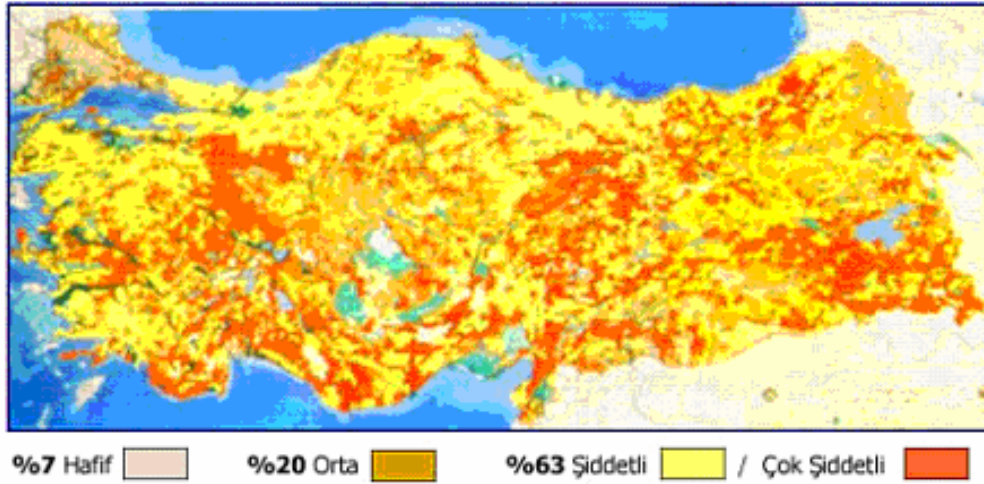
Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de toprak kaybı sürecinin en önemli etkeni erozyondur. Arazi eğimi, iklim, bitki örtüsü ve toprak özelliklerinin etkileşimi sonucu oluşan doğal erozyonun yanı sıra, insanın doğaya müdahalesi temeline dayanan bir dizi yapay etken, erozyonu bir afet niteliğine dönüştürmektedir.

Türkiye kara yüzeyinin %90'ında çeşitli şiddetlerde erozyon cereyan etmektedir (Şekil 3.1) (Tema 2005). Arazinin %63'ü çok şiddetli ve şiddetli, %20'si ise orta şiddetli erozyonla karşı karşıyadır. Ülke genelinde yaklaşık 67

milyon hektarlık bir arazide toprak giderek yok olmaktadır. Erozyon büyük ölçüde tarım alanlarında yaşanmaktadır.

İşlenen tarım alanların %75'inde (yaklaşık 20 milyon ha) yoğun erozyon görülmektedir. Diğer bir anlatımla Türkiye tarım alanlarının ancak 5 milyon hektarlık bölümünde erozyon yoktur. Su ve rüzgar erozyonu tüm ülke topraklarının %86.5'inde cereyan etmekte, rüzgar erozyonu 506 bin hektarlık bir yayılımla daha çok kurak iklime sahip olan Konya ve dolaylarında görülmektedir. Türkiye'de akarsularla birlikte alandan taşınan toprak miktarı, ABD'de taşınan toprak miktarının 7, Avrupa'da taşınan toprak miktarının 17 ve Afrika'da taşınan toprak miktarının 22 katı daha fazla düzeydedir. Fırat Nehri, yılda 108 milyon ton, Yeşil ırmak 55 milyon ton toprak taşımaktadır. Her yıl Keban Barajı'na 32 milyon, Karakaya Barajı'na 31 milyon ton toprak birikmektedir. Her yıl tarım alanlarından 500 milyon ton, tüm ülke yüzeyinden 1.4 milyar ton verimli üst toprak erozyonla kaybedilmektedir (Tema 2005).

Yanlış toprak kullanımı, yanlış tarım uygulamaları, kent, sanayi, ulaşım ve benzeri yatırımların yanlış konumlanması süreci ise erozyonun hızını arttırmaktadır.



Şekil 3.1. Türkiye erozyon haritası

4. AKARSULARDA KATI MADDE TAŞINIMI

4.1. Giriş

Akım su, katı madde ve hava içeren; homojen olmayan bir karışımdır. Akarsu yatağı ve akım devamlı olarak birbirini etkileyen iki faktördür. Bu kompleks sisteme akarsu denir. Akarsularda su beraberinde katı maddeleri de taşır. Bir akarsuya şu etmenlerden dolayı katı madde girer

1) Akarsu havzasında yağmurlardan ve eriyen kardan meydana gelen yüzeysel akışın oluşturduğu erozyon

2) Akarsuyun kendi yatağında meydana gelen oyulma

3) Akarsu şevlerinde oluşan yer yer kütleli sökümler

4) Yatağı konsolide olmamış küçük kanallardaki oyulma

Akarsuyun katı maddeyi taşıma gücü, su hızının azaldığı yerde azalacak, böylece katı madde o bölgelerde yığılacaktır. Akarsuyun hızı, göllerin ve baraj göllerinin girişinde ve akarsuyun denizle birleştiği nehir ağızlarında azalır sifira yaklaşacağından, akarsu tarafından taşınan katı madde bu bölgelerde yığılarak, alüvyal kesimler oluşturacaktır.

Akarsuların taşıdığı katı maddeler, taşıma şekline ve taşınan malzemenin kaynağına göre şu şekilde sınıflandırılır;

1) Askı maddesi (süspansiyon maddesi)

2) Sürüntü maddesi

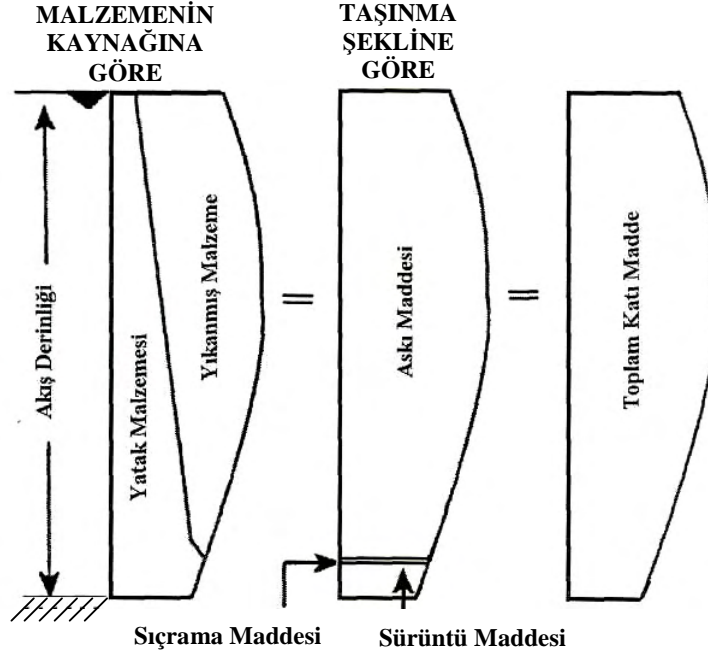
Taban kayma gerilmesi (τ_0), kritik sürüklenme gerilmesinin (τ_{kr}) üstündeki bir değere çıktığı zaman cidardaki daneler sürüklenmeye başlar. Sürüntü maddesi akarsu tabanında hareket eden yuvarlanan küçük parçalardan oluşur. Bu daneler yatağın üst yüzeyi ile sürekli temas halindedir. Eğer akımın hızı daha yüksek değerlere ulaşır bazı daneler sıçramaya başlar. Yuvarlanarak, kayarak sıçrayarak hareket halinde bulunan bu daneler bir süre sonra durgunlaşırlar

Askı maddesi daha ince çaplı olmakla birlikte, bunu sürüntü maddesinden ayıran belirli bir dane çapı yoktur. Çünkü katı madde hareketi yalnızca dane çapı ile ilgili olmayıp akım durumuna bağlıdır. Örneğin hızlı akım olan bir bölgede askı halinde ilerleyen bir parçacık daha durgun akan bir bölgeye gelince sürüntü maddesi durumuna geçebilir.

Malzemenin kaynağına göre sınıflandırma ise şu şekilde yapılır.

- 1) Yatak malzemesi
- 2) Yıkanmış malzeme

Yatak malzemesi hareketli bir tabanı oluşturan malzemedir. Yıkanmış malzeme ise çoğunluğu havza erozyonundan gelen ve yatak malzemesinden daha ince olan malzemedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Katı maddenin su derinliğine bağlı dağılımı (Erkek, Ağroğlu 1993)

4.2. Su ve Katı Madde İle İlgili Genel Bilgiler

4.2.1. Suyun Karakteristikleri

Özgül kütle :

Homojen bir maddenin özgül kütlesi kütlenin hacme oranı olup

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (4.1)$$

Bağıntısından bulunur, kg/m³, kg/dm³, t/m³, g/cm³ cinslerinden ifade edilir. Temiz suyun özgül kütlesi sıcaklığa bağlı olarak değişir (Çizelge 2.1).

Çizelge 4.1. Temiz suyun özgül kütleinin sıcaklık ile değişimi (Bollrich ve Preissler 1992)

T (°C)	0	4	12	16	20	30	40
ρ (kg/m ³)	999.84	999.97	999.5	998.94	998.2	995.65	992.2

Tuz konsantrasyonuna, taşıdığı askı maddesi ve içerdiği kirliliğe bağlı olarak suyun özgül kütlesi farklılık gösterir. Tabakalı akımlar gibi bazı özel problemler hariç hidromekanikte, $\rho=1000 \text{ kg/m}^3=1 \text{ t/m}^3$ değeri ile çalışılır.

Özgül ağırlık :

Mekanikten bilindiği üzere, Newton'un hareket kanunu uygulandığında, özgül ağırlık (γ) şu şekilde ifade edilebilir

$$\gamma = \rho \cdot g \quad (4.2)$$

Suyun basınç gerilmelerine karşı davranışı ve sıkışabilirlik :

Suya bir "dp" basıncı uygulandığında akışkanın hacminde "dV" kadar bir azalma söz konusudur. Buna bağlı olarak elastisite modülü;

$$E = \frac{dp}{dV/V} \quad (4.3)$$

Şeklinde ifade edileceğinden suyun elastisite modülü için $2.1 \times 10^9 \text{ Pa}$ değeri ile hesap yapılır (çeliğin elastisite modülünün yaklaşık %1'i kadardır).

Çizelge 4.2 Farklı sıcaklık ve basınç altında suyun elastisite modülü değerleri (Bollrich ve Preisser 1992)

Basınç (MPa)	Sıcaklık (°C)	E (MPa)
1.....2.5	0	1968
	10	2066
	20	2105
2.5.....5	0	2102
	10	2101
	20	2171
5.....10	0	2101
	10	2241
	20	2337

Yüzeysel gerilme:

Kohezif kuvvetlerin getirdiği bir sonuç olan yüzeysel gerilme sıvı yüzeyinde radyal olarak etki eder. Yüzeysel gerilmenin boyutu N/m olup su ve bazı akışkan cinsleri için Çizelge 4.3'de miliNewton/metre (mN/m) olarak ifade edilmiştir

Çizelge 4.3 Bazı akışkan cinsleri için yüzeysel gerilme değerleri

Akışkan Cinsi	Civa	Su	Gliserin	Benzol	Etilalkol
σ (mN/m)	500	73	66	29	17

4.2.2. Katı Maddenin Karakteristikleri

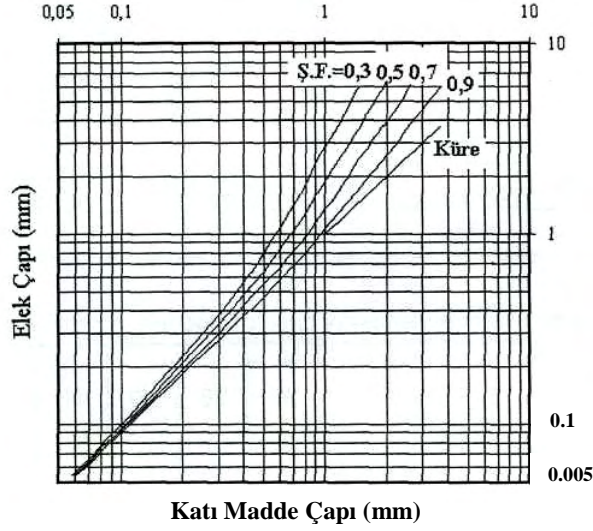
Dane çapı, sedimentin şekli, özgül kütlesi, granülometri eğrisi, çökme hızı, gibi özellikler katı maddeyi tanımlayan parametreler olup, bu parametreler ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir

Dane Çapı : Katı maddenin en önemli özelliklerindendir. Danelerin şekli çok farklılık gösterdiği için dane çapı tanımı üç farklı şekilde yapılmaktadır.

- 1) Elek Çapı : Danelerin geçebileceği eleğin çapıdır.
- 2) Nominal Çap : Hacmi küreninkine eşit olan dane çapıdır.
- 3) Katı Madde Çapı : Aynı akışkan içerisinde çökme hızı ve özgül ağırlığı daneninkine eşit olan kürenin çapıdır.

Dane Şekli : Danenin şeklini aşağıdaki üç özellik karakterize eder.

- 1) Şekil Faktörü : $S.F. = c / \sqrt{ab}$ eşitliği ile tanımlanır. "a", "b", ve "c" danenin birbirine dik eksenleri üzerindeki sırası ile en uzun, orta ve en kısa boyutlarıdır. Çökme hızının bulunmasında gerekli olan katı madde çapı şekil faktörünün ve elek çapının fonksiyonu olarak diyagramdan alınabilir.



Şekil 4.2. Elek çapı ve şekil faktörüne bağlı olarak katı madde çapının belirlenmesi

2) Küresellik : Danenin hacmine eşit bir kürenin yüzey alanının, danenin yüzey alanına oranıdır.

3) Yuvarlaklık : Danenin ortalama eğrilik çapının danenin izdüşüm alanı içine çizilen bir danenin yarıçapına oranıdır.

Sedimentin özgül kütlesi (ρ_s):

Birim hacimdeki sedimentin özgül kütlesi olup kum için ortalama 2650 kg/m³ tür. Kil için 2500-2700 kg/m³ aralığında değişir.

Sedimentin özgül ağırlığı (γ_s):

Sedimentin birim hacim ağırlığı olup, $\lambda_s = \rho_s \cdot g$ eşitliğinden bulunan değeri 24.5-26.5 kN/m³ arasında değişir.

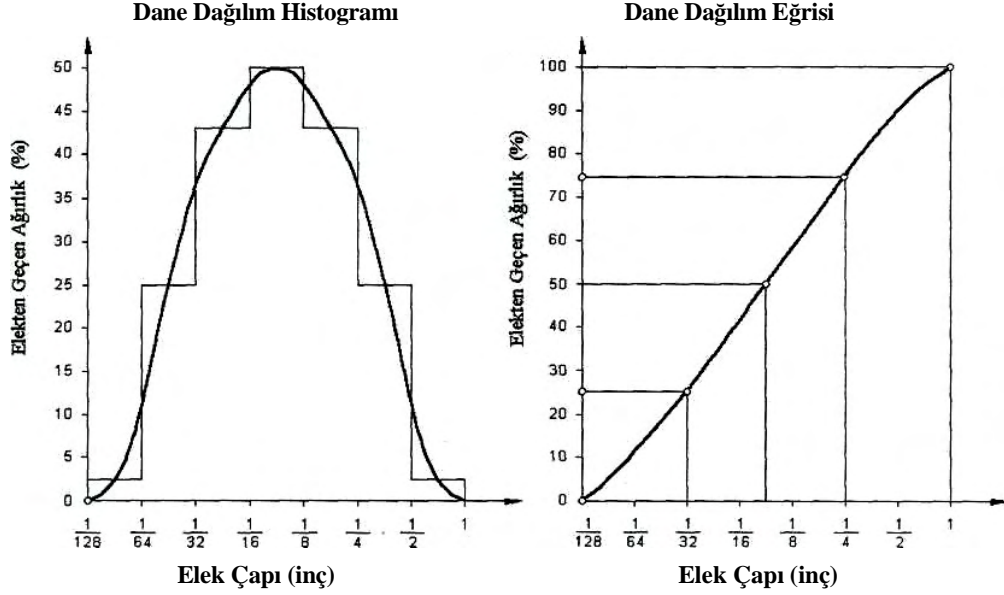
Sedimentin su içindeki rölatif özgül kütlesi veya özgül ağırlığı (Δ) :

Boyutsuz bir büyüklük olup, sedimentin su içindeki özgül kütlesi veya özgül ağırlığının suyun özgül kütlesi veya özgül ağırlığına oranıdır.

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho}{\rho} = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \quad (4.4)$$

Granülometri eğrisi:

Malzeme çapı yatayda, elekten geçen malzemenin yüzdesi, düşeyde gösterilerek malzemenin granülometri eğrisi çizilir. Granülometri eğrisi dane dağılımı histogramının kümülatif toplamından elde edilir.



Şekil 4.3. Dane dağılım histogramı ve dane dağılım eğrisi

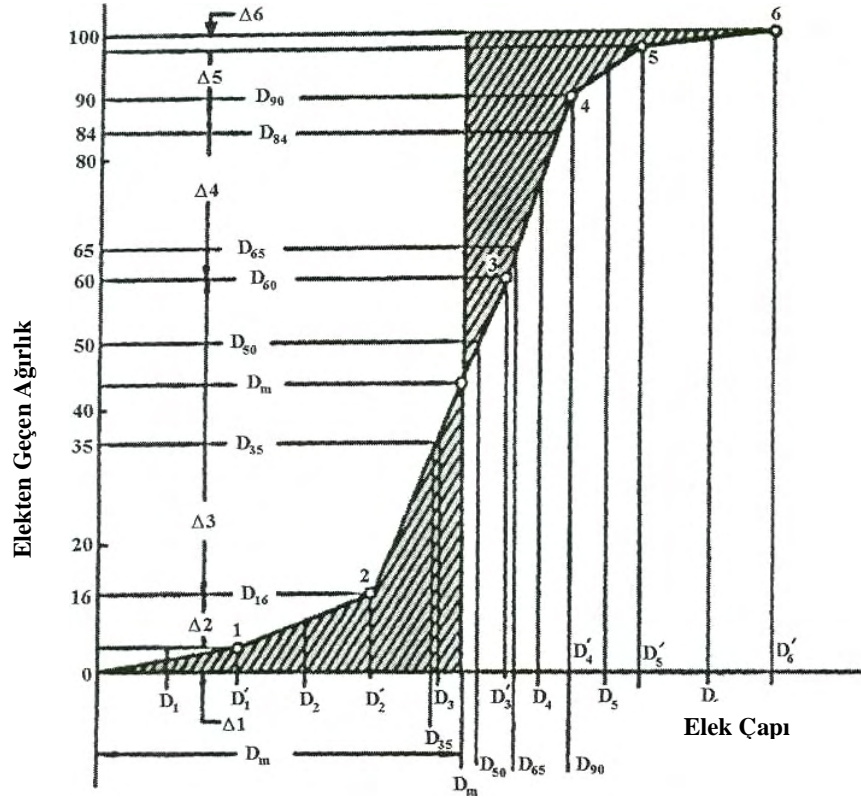
Akarsu morfolojisi, katı madde taşımını ve hidrolöği için "D₉₀", "D₆₅", ve "D₃₅" gibi çaplar önem taşır. "D₅₀", aynı zamanda medyan çap olarak anılır. Ortalama dane çapı;

$$D_0 = \frac{\sum_{i=1}^6 \Delta_i \cdot D_i}{100} = \frac{\Delta_1 \cdot D_1 + \dots + \Delta_6 \cdot D_6}{100} \quad (4.5)$$

Eşitliğinden hesaplanır (Garde ve Raju 1987). Burada Δ_i , herhangi bir "D_i" çapındaki malzeme yüzdesini gösterir ve granülometri eğrisinden bulunur (Şekil 4.4).

Dane dağılım eğrisi genelde logaritmik dağılım ile uyum içerisindedir. Bu dağılımda ortalama çap aşağıdaki eşitlikten bulunacaktır (Garde ve Raju 1987).

$$\log(D_0) = D_g + k\sigma_g \quad (4.6)$$



Şekil 4.4. Granülometri eğrisi ve ortalama çapın bulunması

Bu eşitlikte " D_g " geometrik ortalama çapı ve " σ_g " ise geometrik standart sapma olup aşağıdaki eşitliklerden hesaplanırlar

$$D_g = (D_{84} \cdot D_{16})^{\frac{1}{2}} \quad (4.7)$$

$$\sigma_g = \frac{1}{2} \left(\frac{D_{84}}{D_{16}} + \frac{D_{50}}{D_{16}} \right) \quad (4.8)$$

"k" frekans faktörü ise logaritmik normal dağılım özelliği olan çarpıklık katsayısının sıfır olmasına bağlı olarak farklı dağılımlar için Çizelge 4.4'den alınabilir.

Çizelge 4.4 Çarpıklık $cs=0$ için k değerleri

D_i	D_{99}	D_{98}	D_{96}	D_{90}	D_{80}	D_{50}	D_{20}	D_{10}	D_5	D_1
k	2.326	2.054	1.751	1.282	0.842	0	-0.842	-1.282	-1.645	-2.326

Dane granülometri eğrisinin katı madde hareketinde önemli bir rolü vardır. Ova akarsularında tabanı hareketli yataklarda, taban malzemesi dağılımının katı madde taşımını ile etkileşimi incelenmiştir (Erkek 1967).

Çökme Hızı :

Bir parçacığın su içindeki çökme hızı, sürüntü ve askı maddesi hareketini etkiler. Parçacığın biçimi, özgül ağırlığı, akımın laminer veya türbülanslı akım olması ve suyun sıcaklığı çökme hızına etki eden faktörlerdir. Küre şeklinde düşünülen bir daneciğin; " ω " ile çökme hızı, " C_D " ile çökmede oluşan " F_D " direnç kuvvetinde bir parametre olan direnç katsayısı, " D " ile çapı ve " W_s " ile su içindeki ağırlığı gösterilir ise, askıda olan kürenin dengesi için $W_s=F_D$ bağıntısı yazılabilir. $W_s = [\pi(\rho_s - \rho)D^3 g]/6$ ve $F_D = [C_D \rho \omega^2 \pi D^2]/8$ tanımları ile (4.9) numaralı eşitlik elde edilir.

$$\frac{\pi}{6} \cdot (\rho_s - \rho) D^3 g = \frac{1}{8} C_D \rho \omega^2 \pi D^2 \quad (4.9)$$

(4.9) numaralı eşitlikten bulunan ω çökme hızı aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\omega = \left[\frac{4 \Delta g D}{3 C_D} \right]^{1/2} \quad (4.10)$$

Küre şeklindeki daneler için, dane çökme Reynolds sayısı (Re_ω) (4.11) eşitliği ile verilmiştir.

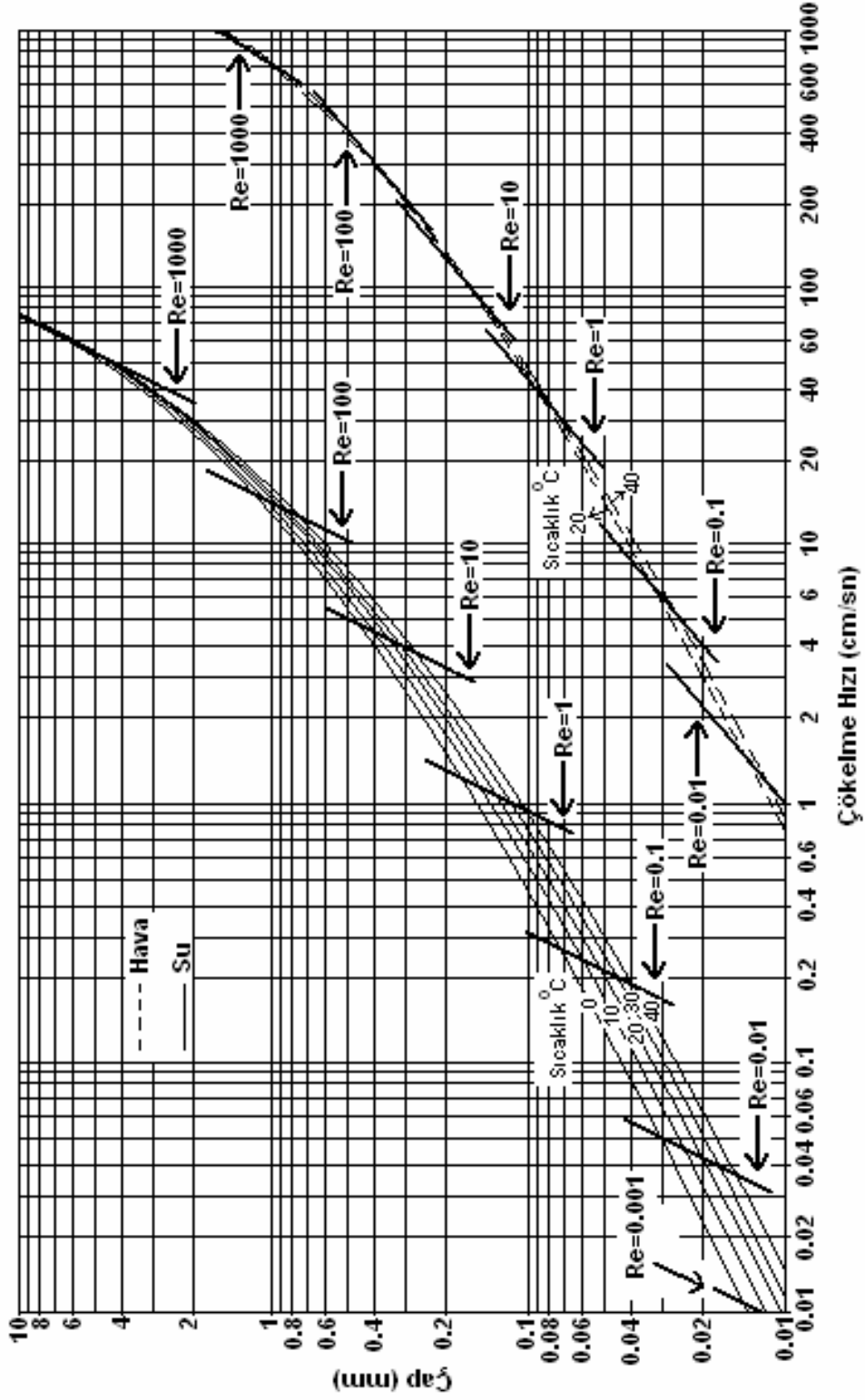
$$Re_\omega = \frac{\omega D}{\nu} \quad (4.11)$$

" ω " dane çökme hızı ise, dane çökme Reynolds sayısına (Re_ω) bağlı olarak Şekil 4.5'de görülmektedir. (4.10) numaralı bağıntıda küreler için $Re_\omega < 1$ durumunda $C_D=24/Re_\omega$ alınabilir. Bu direnç katsayısı eşitlik (4.10)'da yerine konursa çökme hızı için "Stokes Kanunu" olarak bilinen bağıntı elde edilir (Garde ve Raju 1987).

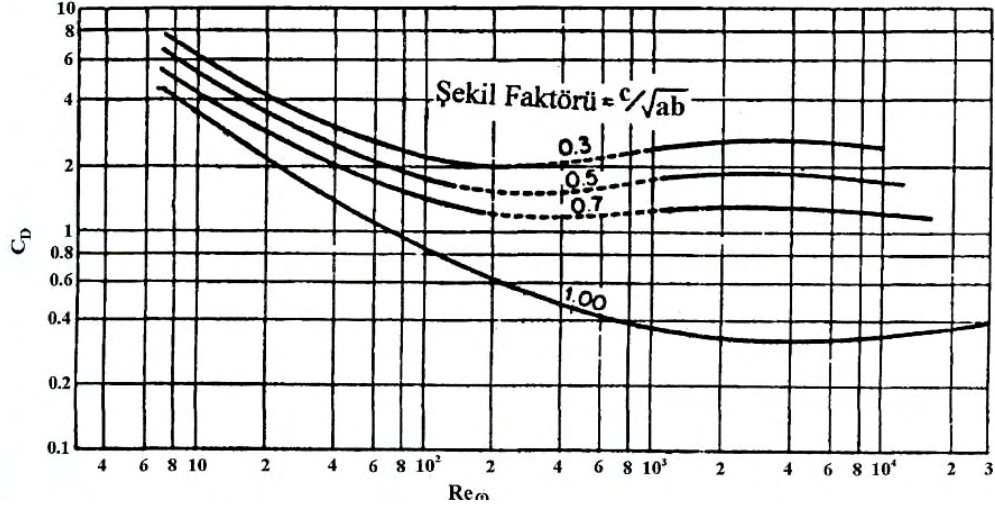
$$\omega = \frac{\Delta g D^2}{18\nu} \quad (4.12)$$

Küreden farklı şekildeki daneler için C_D katsayısı Şekil 4.6'daki diyagramda verilmiştir. Çökme hızının bulunmasında bu diyagram ile çalışılması iterasyonu gerektirmektedir. Şekil 4.7'deki diyagramdan ise elek çapı,

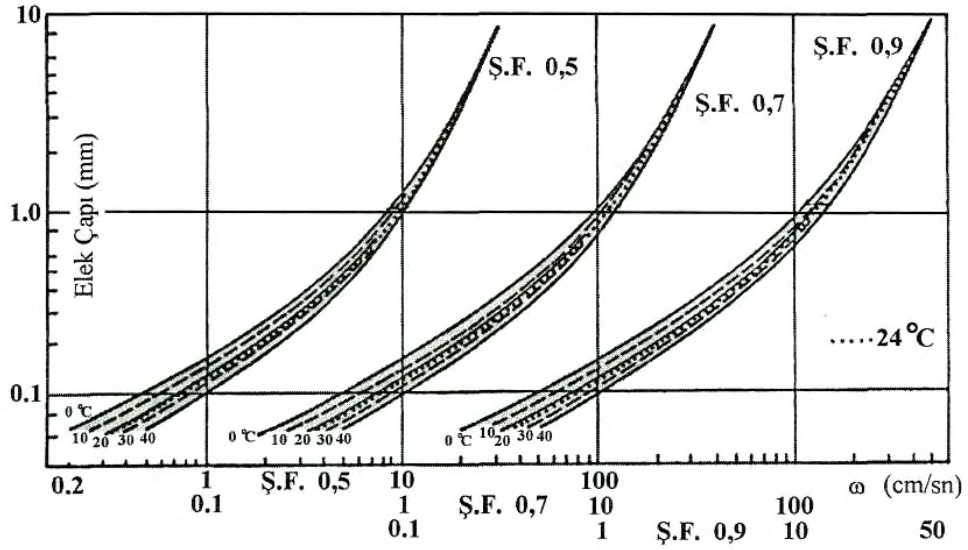
şekil faktörü ve de su sıcaklığının bir fonksiyonu olarak çökeltme hızı iterasyona gerek kalmadan okunmaktadır.



Şekil 4.5. ω çökeltme hızı (küre için)



Şekil 4.6. C_D 'nin Re_ω ve şekil faktörüne bağlı gösterimi (Albertson 1953)



Şekil 4.7. Elek çapı, şekil faktörü ve suyun sıcaklığına bağlı olarak çökme hızı

4.3. Katı Madde Hareketi

Daneye etki eden direnç, kaldırma, viskoz kuvvetlerin bileşkesi olarak akarsu yatağında bir danenin dengesi değişim gösterebilir. Bu etkenlere ek olarak kohezyon ve yerçekimi etkileri dikkate alındığında bu değişim daha da fazla olmaktadır.

4.3.1. Katı Madde Hareketindeki Boyutsuz Büyüklükler

Sediment hareketindeki mekanik olay oldukça fazla sayıdaki fiziksel büyüklük ile tanımlanmaktadır. Bunlardan önemli olan fiziksel büyüklükler, Çizelge 4.5'de gruplar halinde verilmektedir.

Çizelge 4.5 Katı madde hareketinde fiziksel büyüklükler

Sediment ile ilgili büyüklükler	Özgül kütle	ρ_s
	Dane çapı	D
	Sürüntü mad. Birim debisi	q_s
Akışkan ve akım ile ilgili büyüklükler	Özgül kütle	ρ
	Viskozite	ν
	Su derinliği	h
	Ortalama hız ve sürüklenme hızı	\bar{v}, v^*
Sediment ve akışkan ile ilgili büyüklük	Yerçekimi ivmesi	g

Çizelge 4.5'de " v^* " ile gösterilen sürüklenme hızı, akarsularda katı madde hareketinde önemli bir rol oynayan bir parametredir. "I" ile taban eğimi, "R" ile hidrolik yarıçap gösterildiğinde, tabandaki kayma gerilmesi;

$$\tau_0 = \gamma R I \quad (4.13)$$

Bağıntısı ile bulunur. Sürüklenme hızı (v^*), (4.13) numaralı bağıntıda ifade edilen sürüklenme gerilmesinden (τ_0), türetilmiş bir büyüklük olup;

$$v^* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} = \sqrt{g R I} \quad (4.14)$$

Şeklinde ifade edilebilir. Çizelge 4.5'de gösterilen parametreler dışında dane dağılımının homojen olmadığını belirten bazı büyüklükler de vardır. Ancak burada bunlardan bahsedilmemiştir. Bu parametreler ile taşınan sürüntü maddesi debisi (q_s) beraber gösterildiğinde fonksiyonel bağıntı aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$f(\rho_s, \rho, \nu, g, D, h, \bar{v}, v^*, q_s) = 0 \quad (4.15)$$

"D", "p" ve " v^* " tekrar edilen değişkenler olarak seçilip "Buckingham π Teoremi" aracılığı ile boyut analizi yapıldığında ve bazı yaklaşımlar ile yukarıdaki bağıntı aşağıdaki hali alır;

$$f(\text{Re}^*, \text{Fr}^* \phi) = 0 \quad (4.16)$$

Bu bağıntıdaki "Re*" ve "Fr*" boyutsuz büyüklükleri sırası ile dane sürüklenme Reynolds sayısı ve dane sürüklenme Froude Sayısı olup sırasıyla ne anlama geldikleri aşağıda verilmektedir;

$$\text{Re}^* = \frac{v^* \cdot D}{\nu} \quad (4.17)$$

$$\text{Fr}^* = \frac{v^{*2}}{gD(\rho_s - \rho) / \rho} = \frac{v^{*2}}{\Delta g D} \quad (4.18)$$

Boyutsuz olarak sürüntü maddesi debisini veren " ϕ " değeri hareketin olmadığı bir akarsu yatağında sıfıra eşit olmaktadır.

$$\phi = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta g D^3}} = 0 \quad (4.19)$$

Diğer taraftan akarsu yatağındaki kohezyonsuz bir danenin dengesi düşünülürse, bu daneye etki eden kuvvetler parçanın su içindeki ağırlığı ve daneye etki eden direnç kuvvetidir. Dengedeki danenin ağırlığı "Ws", daneye etki eden direnç kuvveti "Fd" ile gösterildiğinde, denge durumunda $W_s \cdot a = F_D \cdot b$ eşitliği yazılabilir.

Küre şeklindeki bir dane kabulü ile "Cd" ile direnç katsayısı, "v*" ile dane sürüklenme hızı gösterildiğinde "Fd" direnç kuvveti için eşitlik;

$$F_D = \frac{1}{2} \rho v^{*2} C_D \frac{\pi D^2}{4} \quad (4.20)$$

Şeklinde yazılabildiğinden, danenin su içindeki ağırlığı $W_s = g(\rho_s - \rho) \pi c D^3 / 6$ şeklinde alınıp denge denkleminde yerine konulduğunda;

$$v^{*2} \rho = \frac{4}{3} \frac{D}{C_D} g(\rho_s - \rho) \frac{a}{b} \quad (4.21)$$

Bağıntısı bulunur. Diğer taraftan $\tau_0 = v^{*2} p$ olduğundan (4.21) numaralı eşitlik yeniden düzenlendiğinde aşağıdaki şekilde de yazılabilir

$$\Psi = \frac{\tau_0}{g(\rho_s - \rho) D} = \frac{4}{3} \frac{a}{C_D b} \quad (4.22)$$

Burada Ψ boyutsuz hareket sayısı, akım sayısı veya boyutsuz kayma gerilmesi anlamındadır. Eşitlik (4.22);

$$\Psi = \frac{\tau_0}{g(\rho_s - \rho)D} = \frac{v^{*2}\rho}{g(\rho_s - \rho)D} = \frac{v^{*2}}{g(\rho_s - \rho)D/\rho} = \frac{v^{*2}}{\Delta gD} \quad (4.23)$$

Şeklindeki düzenlemeler sonucu ve $v^{*2}=gRI$ bağıntısı ile aşağıda görüleceği üzere farklı biçimlerde gösterilebilir. Ayrıca (4.18) bağıntısı ile karşılaştırıldığında bu sayının dane sürüklenme Froude sayısı ile eşdeğer olduğu görülecektir.

$$\Psi = Fr^* = \frac{\tau_0}{g(\rho_s - \rho)D} = \frac{v^{*2}}{\Delta gD} = \frac{RI}{\Delta D} = \frac{\tau_0}{\Delta \rho gD} \quad (4.24)$$

(4.24) numaralı bağıntıda 4 farklı yazılım şekli verilen “ Ψ ” hareket sayısı, hareketin olup olmadığını belirleyen bir parametre olduğu gibi ayrıca katı madde miktarının belirlenmesinde de etken olan boyutsuz bir büyüklüktür.

4.3.2. Shields Yaklaşımı

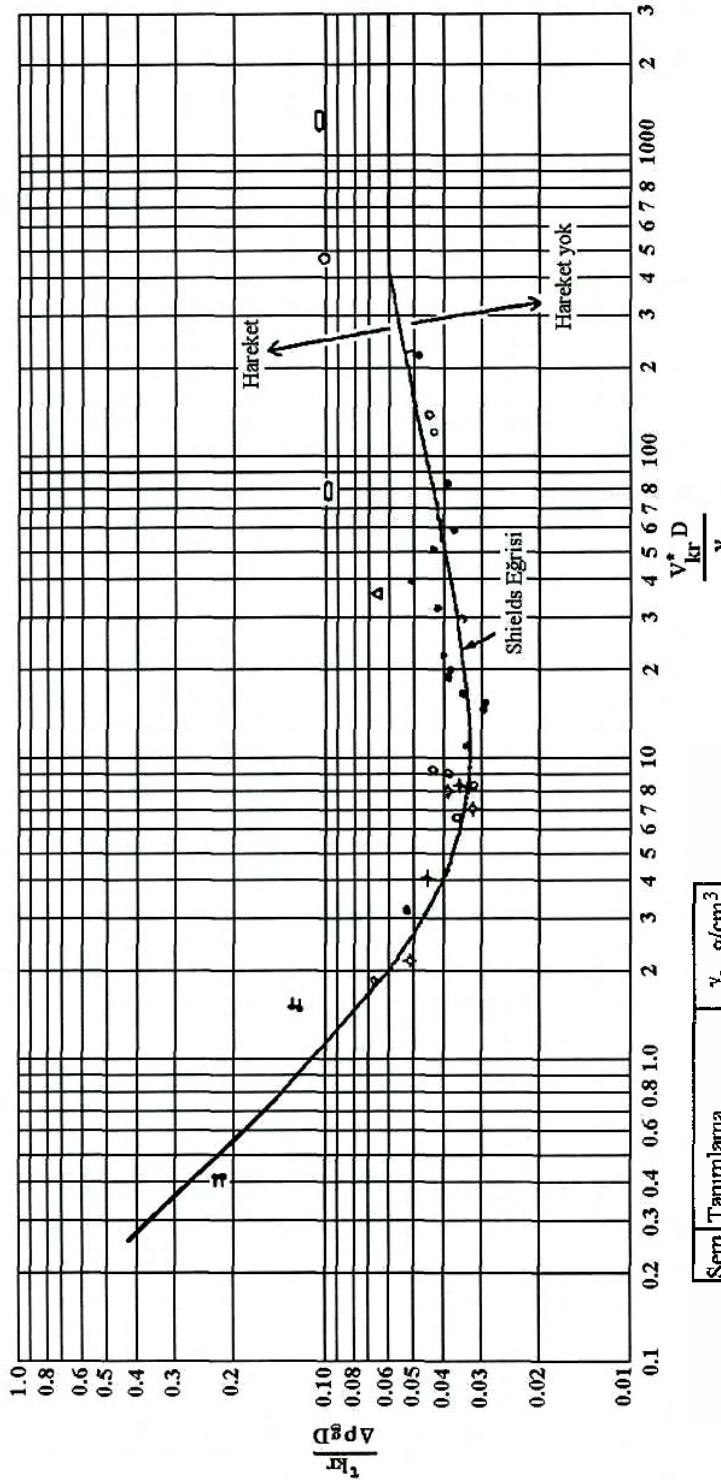
Katı madde hareketinin olmadığı sınır denge durumunda $q_s=0$ olduğundan (4.16) numaralı bağıntıyı (4.25) şekline dönüştürmek mümkündür.

$$f(Re^*, Fr^*) = 0 \quad (4.25)$$

Shields (1936), $1,06 < \rho_s/\rho < 4,25$ aralığında yapmış olduğu deneyler sonucunda denge durumu için,

$$\Psi = Fr^* = f(Re^*) \quad (4.26)$$

Bağıntısını geliştirmiş ve kendi adıyla anılan Shields Diyagramını hazırlamıştır (Şekil 4.8). Bu bağıntı çeşitli araştırmacıların sonradan yaptığı deneylerle de doğrulanmış olup halen güncelliğini korumaktadır.



Semn.	Tanımlama	γ_s g/cm ³
○	Amber	1.06
●	Linyit	1.27
◻	Granit	2.70
●	Bari	4.25
●	Kum (Cosey)	2.65
⊕	Kum (Kranet)	2.65
+	Kum (U.S.W.E.S)	2.65
●	Kum (Gilbert)	2.65

Türbülanslı
sıvr
tabakası

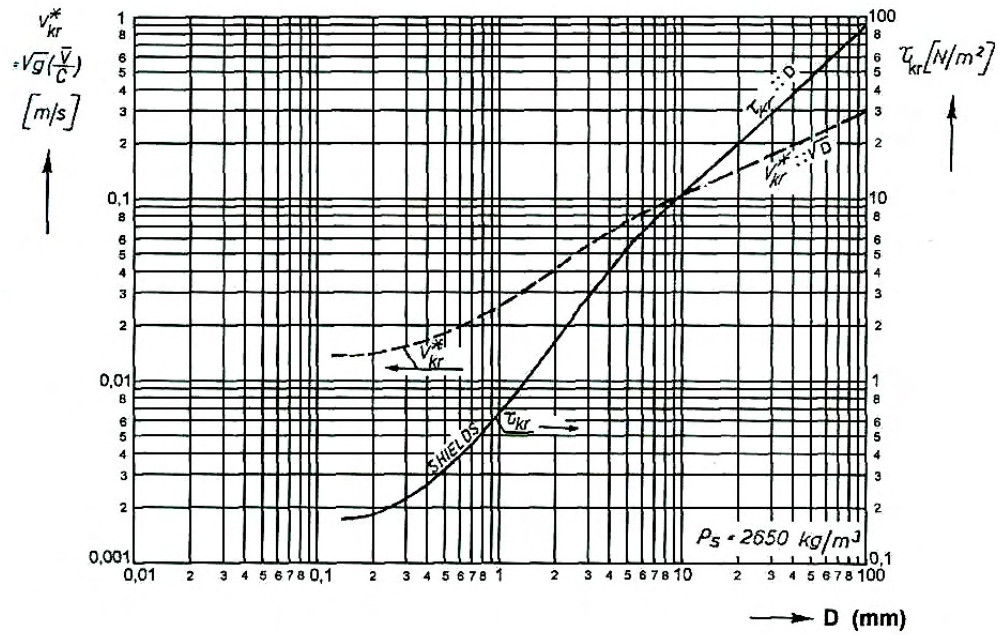
●	Kum (Vanoni)	2.65
+	Cam (Vanoni)	2.49
◻	Kum (White)	2.61
○	Havada Kum (White)	2.10
△	Çelik (White)	7.90

Şekil 4.8. Shields Eğrisi

$$Re^* = 11.6 \frac{D}{\delta} \quad (4.27)$$

$k_s=D$ ile gösterildiğinde, $k_s>6\delta$ olduğunda akım yüzeyi pürüzlü olarak tanımlandığından $k_s=6\delta$ alınıp (4.27) numaralı bağıntıda yerine konduğunda, bulunan $Re^*>70$ ile tanımlanan kesimin hidrolik pürüzlü kısmı içerdiği ve bu kesimin akarsular için geçerli olduğu ortaya çıkar.

$\rho_s=2650 \text{ kg/m}^3$ ve $20 \text{ }^\circ\text{C}$ su sıcaklığındaki ($\nu=10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) için pratik olması açısından, modifiye edilmiş Shields diyagramı Şekil 4.9'da görülmektedir. Bu diyagram dane çapı (D) ile kritik durumdaki kayma gerilmesi (τ_{kr}) ve sürüklenme hızı (v_{kr}^*) arasındaki ilişkiyi vermektedir. Ayrıca bu diyagramla çözüme gidilirken yapılan hesaplar iterasyonu gerektirmemektedir.



Şekil 4.9. Modifiye edilmiş Shields Diyagramı

5. EROZYON MODELLERİ ve WEPP (Water Erosion Prediction Project) PROGRAMI

5.1. Erozyon Modellerinin Gelişimi

Zemin kaybının tarımsal ve çevresel etkilerini belirlemek için son dört onyıllık içerisinde pek çok erozyon modeli geliştirilmiştir.

Erozyon modellerinin gelişimi USLE (Universal Soil Loss Equation) ile başlamış (Wischmeier ve Smith 1978) ve USLE'den yola çıkılarak diğer ampirik modeller geliştirilmiştir (Revised Universal Soil Loss Equation – RUSLE, Modified Soil Loss Equation – MUSLE). Bu ampirik erozyon modelleri basitliği ve diğer kompleks erozyon modelleriyle karşılaştırıldığında daha az veriye ihtiyaç duyduğundan günümüze kadar tüm dünyada uygulanmıştır.

USLE, RUSLE ve MUSLE modelleri bir pilot alanda su erozyonunu hesaplayabilirler (Standart bir pilot bölge Wischemeier ve Smith (1978) tarafından 22.1 m uzunluğunda, 1.8 m genişliğinde ve % 9 eğimli bir yüzey olarak tanımlanmıştır).

Bu modellerin ampirik karakteristiklerinden dolayı kullanımlarında bazı uygunsuzluklar vardır. Bunlardan bazıları her spesifik bölge için ölçüm gerekmesi ve içlerinde sabit zemin ve bitki verileri bulunmasıdır. Bu her parametrenin etkisini izole edemeyeceği ve erozyon meydana getiren sürecin tam olarak incelenemeyeceği anlamına gelir.

USLE'den sonra bazı proses temelli (yada fiziksel temelli) GUEST gibi modeller geliştirilmiştir. Bu modellerin amacı fiziksel denklemler kullanarak, bazen içlerinde ampirik denklemler bulundursalar da, erozyon sürecini açıklayabilmektir.

Fiziksel temelli erozyon modellerinin özelliği aynı zamanda erozyonun diğer yan etkilerini de (sediment yükü, akış, sediment zenginleşme oranı, besin kaybı) hesaplayabiliyor olmalarıdır. Arazi örselenmesinden kaynaklanan erozyonun yan etkileri havza ölçeği dikkate alındıkça daha da önem ve anlam kazanmıştır.

WEPP modeli (Flanagan ve Nearing 1995) erozyonun meydana getirdiği asıl etkisi ile birlikte yan etkilerinin de tahmin edilmesi için geliştirilen sürekli simülasyonlu fiziksel temelli bir erozyon modelidir.

5.1.1. WEPP İle Diğer Erozyon Modelleri Arasındaki Temel Farklar

USLE, RUSLE ve MUSLE modelleri ampirik temelli modellerdir. USLE ve MUSLE pilot bölgede yıllık ortalama toprak kaybını belirleyebilir. Arazi kullanımı seçimi ve erozyon etkilerini azaltmaya yönelik yapılan çalışmalar için temel olarak kullanılabilirdiğinden USLE bilimsel tarım seçimi için oldukça uygundur. USLE ile MUSLE arasındaki fark erozyon tahmini için MUSLE'nin yağış şiddeti yerine akışı kullanmasıdır. Eğer amaç USLE'yi kullanarak erozyonun yan etkilerini tahmin edebilmek ise sediment iletim oranı hesaplanmak zorundadır. Bu parametrenin denklemi ampirik olup havzanın alanına göre değişmektedir.

RUSLE toprak kaybını yılın bir kısmı için yada ortalama olarak yılın tamamı için simüle edebilir. Yan etkilerin tahmininde de oldukça kullanışlıdır çünkü yağın her yağmur sediment meydana getirmez. Derelere sediment taşınımı meydana gelmesi genellikle daha güçlü yağış olayları ile mümkündür. Bununla birlikte sediment taşınımı, sediment taşıma oranı ile direkt olarak hesaplanamamaktadır.

GUEST ve WEPP fiziksel tabanlı modellerdir. GUEST yarı statik bir model gibi düşünülebilir çünkü erozyon her bir yağış olayı başına tahmin edilebilir. GUEST modeli Manning sabiti ve zemin erodibilite değerlerine karşı çok hassastır. Bu yüzden zemin kaplaması bu model için çok önemli bir etken olmaktadır. Bu modelde herhangi bir bitki gelişim süreci modellenememektedir. Bir önemli avantajı ise tropik alanlarda kabul görmüş olmasıdır.

WEPP yıl boyunca bitki gelişimini ve iklimi simüle eden fiziksel ve dinamik bir modeldir. Bunun için kullanıcı birçok parametre tanımlayabilir. WEPP için bazı önemli parametreler ise zemin örtüsünü oluşturan ölü veya canlı biyokütledir. Bir dezavantaj olarak WEPP'in tropikal bölgeler için kalibrasyon eksikliği bulunmasıdır. Bununla birlikte farklı arazi kullanımı, zemin, iklim ve farklı eğim profilleri için kolay uygulama ve simülasyon açısından bir bilgisayar ara yüzüne sahiptir. Bazı diğer avantajları ise yağış olayı etkilerinin erozyon üzerine etkilerinin ayırt edilebilmesi ve erozyonun yan etkilerinin de hesaplanabilmesidir.

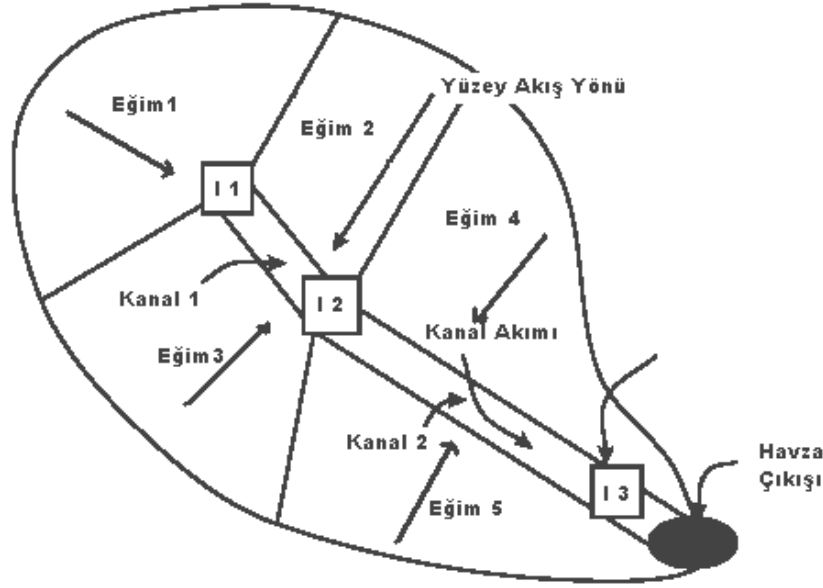
Çizelge 5.1 Erozyon Modelleri arasındaki farklar

Karakteristikler	USLE	MUSLE	RUSLE	GUEST	WEPP
Tip	Statik (yıllık)	Statik (yıllık)	Yarı Statik	Yarı Statik	Dinamik
Denklemler	Ampirik	Ampirik	Ampirik	Fiziksel Temelli (Bazı Ampirik yaklaşımlar mevcut)	Fiziksel Temelli
Süreçler	Kapalı (Verilen bir değişkenin etkileri izole edilemez)	Kapalı	Kapalı	Açık (Verilen bir değişkenin etkileri izole edilebilir)	Açık
Karışıklık	Basit	Basit	Basit	Karışık	Çok Karışık
Gereksinimler	Sadece birkaç girdi değeri	Sadece birkaç girdi değeri	Sadece birkaç girdi değeri	Çok sayıda olmayan parametre	Çok sayıda girdi parametresi
Uygulama Alanı	Pilot alan	Pilot alan	Pilot alan	Pilot alan ve küçük havzalar	Pilot alan, eğim yüzeyleri, küçük havzalar ve kanallar
Uygulama	Tarım, mera arazileri ve ormanlar	Tarım, mera arazileri ve ormanlar	Tarım, mera arazileri	Tarım, mera arazileri ve ormanlar	Tarım, mera arazileri ve ormanlar
Eksiklikler	Her arazi için kalibrasyon gerekliliği, arazi kullanımı eksikliği, sediment taşınımı eksikliği, yüzeyde sediment dağılımı dikkate alınmaması	Her arazi için kalibrasyon gerekli, arazi kullanımı eksikliği, sediment taşınımı eksikliği, yüzeyde sediment dağılımı dikkate alınmaması	Her arazi için kalibrasyon gerekliliği, sediment taşınımı eksikliği, yüzeyde sediment dağılımı dikkate alınmaması	Denklemlerin basitleştirilmesi için ampirik ifadeler kullanımı	Geçici kanal ve derelerde erozyon tahmini yapılmaması, çok sayıda parametre ihtiyacı
Avantajlar	Basitliği, çok kabul görmesi ve kullanımı	Basitliği, erozyon tahmininde akışı göz önüne alması	Basitliği, çok kabul görmesi ve kullanımı	Tropik alanlarda geçerli olması, erozyon tahmininde akışı göz önüne alması	Ürün büyümesi ve zemin değişikliklerini erozyon üzerine etkilerinin sürekli simülasyonu, parametrelerin izole ve kalibre edilebilmesi, tek eğim yüzeyinde farklı uygulamaların ele alınabilmesi
Bilgisayar Özelliği	Yok	Yok	Var	Var	Var
Çıktılar	Birim alan için toprak kaybı	Birim alan için toprak kaybı	Dere ve içsel erozyon	Sediment konsantrasyonu	Toprak kaybı ve birikimi, sediment yükü, çok çeşitli çıktı

5.2. Wepp (Water Erosion Prediction Project)

5.2.1. Giriş

Su Erozyonu Tahmin Projesi (WEPP) Modeli stokastik havza jenerasyonu, infiltrasyon teorisi, hidroloji, zemin fiziği, bitki bilimi, hidrolik ve erozyon mekaniği temellerine dayalı yeni bir erozyon tahmin teknolojisidir. Modelin eğim veya arazi profili uygulamaları, mevcut erozyon tahmin teknolojilerine göre önemli avantajlarıdır. En önemli avantajları toprak kaybının (eğim veya bir eğim profilindeki her nokta için net zemin kaybının günlük, aylık veya ortalama yıllık olarak) üç boyutlu dağılımlarını tahmin etme yeteneklerini içermesi ve testleri için ekonomik veya pratik olmayan durumlarda da geniş bir tahmin olanağı vermesidir. Küçük havza uygulamalarında, tüm alanlardan kaynaklanan sediment tahmin edilebilmektedir. Şekil 4.1’de WEPP erozyon modelinin uygulanabileceği küçük bir havza gösterilmektedir.



Şekil 5.1 WEPP Erozyon modeli için örnek bir havza (Flanagan ve Nearing 1995)

Eğim profili model uygulamalarında düşünülen işlemler, dere ve içsel (interrill) erozyon, sediment taşınımı ve depolanması, infiltrasyon, zemin konsolidasyonu, zemin ayrışmasında ve süzülmesinde tortu maddeleri ve bitki örtüsü etkileri, yüzey çatlaklarının dolması, kanal hidroliği, yüzey akışı, bitki

büyümesi, artık depolanması, süzülme, buharlaşma, kar erimesi, sızma ve aşınmada donmuş zemin etkileri, iklim, zemin özelliklerinde toprak bakımı etkileri ve zemin pürüzlülüğü etkilerini içerir. Model topoğrafyadaki yüzeysel ve ısısal değişimleri, yüzey pürüzlülüğünü, zemin özelliklerini, mahsulleri, ve arazi kullanım durumlarını eğime uygun hale getirir.

Küçük havza uygulamalarında model, eğim profillerinin kanallara ve birikim haznelere bağlanmalarına izin verir. Bir veya daha çok eğimden kaynaklanan su ve sediment, küçük ölçekli bir havzaya yönlendirilebilir. Eğimler için güncellenen parametrelerin hemen hemen bütünü kanallar içinde tekrarlanır. Model kanalların sediment taşınımı ve depolanmasını da simüle eder. Havuzcuklar, teraslar, filtre duvarları ve kontrol barajları gibi biriktirme haznelere de model içinde için simüle edilebilir.

İlerideki bölümlerde WEPP erozyon modelinin incelenmesi sunulmuştur. Bu bölüm kısaca modelin kullanıcı ihtiyaçlarını, matematiksel modelin gelişiminde kullanılan temel kavramları ve model bileşenlerini açıklamaktadır.

5.2.2. Model Kullanıcı İhtiyaçları

WEPP modeli havza simülasyonları kanallar (geçici vadi su yolları, teraslar, su biriktirme alanları) ve eğim profilleri için uygundur (Foster ve Lane 1987). WEPP eğim modeli bileşenlerinin uygulanacağı profilin uzunluğu topoğrafya ve nehir akış kanalının yoğunluğunu kontrol eden araziye bağlıdır. Eğim profili uygulamaları dere erozyonunu, içsel erozyonu ve seçili bölge boyunca depolanan malzemeyi hesaplar, havza uygulamaları aynı zamanda kanal erozyonu ve depolanmasını ve de biriktirme alanlarındaki depolanmaları da hesaplar. Yağış oranları, sızma kapasitesini aşar ve yüzey altı akışı ihmal edilebilir seviyededir. Yeni erozyon belirleme teknolojisi kişisel bilgisayarlarda kullanılabilir özelliğine sahiptir. Öyle ki kısa bir zaman periyodu içinde birkaç farklı işletim planı değerlendirilebilir. Foster ve Lane (1987) yukarıda açıklanan kullanıcı ihtiyaçlarını ve bu teknolojinin kullanılabilmesi için uygun arazileri açıklamışlardır.

5.2.3. Temel Kavramlar

WEPP erozyon modeli uzunluğu en çok metreye kadar olan eğim boyuca toprak kaybını ve eğim sonundaki sediment miktarını birim genişlik için hesaplayabilir. WEPP ile büyüklüğü 260 hektar'a kadar olan küçük havzalar simüle edilebilir. Bu hesaplamalar sırasında içsel erozyon ve dere erozyonu durumları göz önüne alınır. İçsel erozyon yağmur damlası etkisi ile zeminin ayrışarak yayvan akış ile taşınıp dere kanallarına iletimi olarak tanımlanabilir. Dere akış alanlarına sediment taşınımı yağış şiddeti ve içsel akış oranı ile ilgilidir. Dere erozyonu ise suyun derecikler içerisindeki akışının sediment taşıyabilme kabiliyetidir.

Yüzeysel akış süreci oluklarda oluşan yayvan akış olarak tanımlanmıştır. İdeal bir yüzeyde yayvan akış, hidrograf gelişimi ve akış yönlendirilmesi için kabul edilmiştir. Yüzeysel akış süreci kinematik denklemleri için analitik çözüm, eğim dikliği ve uzunluğu, sürtünme faktörleri (yüzey pürüzlülük katsayıları), zemin yapı sınıfları ve yağmur düşüş dağılımlarına kinematik yaklaşımlardan elde edilen regresyon denklemlerinden oluşur.

5.2.4. Model Bileşenleri

WEPP Modeli iklim, donmuş zeminler, kar birikmeleri ve erimeleri, sulama, süzme, karasal akış hidroliği, su dengesi, bitki büyümesi, atık (tortu) depolanması, tarım toprağı bozulması, konsolidasyon, erozyon ve depolama bileşenlerini içerir. Tek bir fırtına için simülasyon yapılabildiği gibi, sürekli simülasyon da yapılabilir. Model içerisinde yılda tek bir ürün yada farklı ürünler tanımlanabildiği gibi sulama gibi dış etmenlerin de etkileri göz önüne alınabilmektedir.

5.2.4.1 İklim

İklim bileşeni (Nicks 1985) ortalama günlük yağış, günlük maksimum ve minimum sıcaklıklar, günlük ortalama solar radyasyon ve günlük rüzgar yönleri ve hızından oluşur. Günlük yağış, günlük hava sıcaklıkları kullanılarak yağmur ve kar yağışı arasında paylaşılır. Günlük maksimum, minimum sıcaklıklar ve solar radyasyon normal dağılım fonksiyonlarından oluşturulur.

Model ayrışma bileşeni günlük yağmur düşüşü miktarlarından yağmur düşüş zamanı ve yoğunluğu verisi oluşturmak için iklim bileşeninin içine katılmıştır. Bu, verilen bir yağmur düşüşü miktarı için ve yağmur düşüş zamanına göre yağmur düşüş yoğunluğunu belirler. Sızma bileşeni tarafından da artık yağış olaylarını hesaplamak için bu verilere ihtiyaç duyulur.

5.2.4.2. Kış süreci

WEPP modelinin simüle ettiği kış süreçleri, zemindeki donma ve çözülme süreci, kar birikmesi ve erimesidir. Doğru tahminler yapmak için, günlük ortalama ısı, solar radyasyon ve yağış değerleri, saatlik ısı, radyasyon ve kar yağışı değerlerinin elde edilmesinde kullanılır. Zemin donması alt bileşeni ısı transferi teorisi temeline bağlıdır. Donma erime alt bileşeninde, donmuş veya donmamış zeminde veya zemin kar sisteminde ısı akışı tek yönlüdür. Kar ve zemin termal iletkenliği ve su akış bileşenleri birer sabit olarak kabul edilmiştir. Zemin donma alt bileşeni, saatlik donma derinliği, erime derinliği ve toplam donma çözünme çevrimlerinin sayısını çıktı olarak verir. Bu alt bileşen, değişik kar ve işlenmiş ve/veya işlenmemiş zemin için donma çözünme değişimini belirler. Zemin su muhtevası, zemindeki donma ve çözünme bölgesinin yerleşimine bağlı olarak, süzme ve aşınma parametreleri ayarlamaları yapılır.

Kar birikimi alt bileşeni günlük veya saatlik olarak kar kalınlığını hesaplar. Kar yağışı kar kalınlığını arttırarak ısıyı arttırır ve yağış miktarı kar yığını sıkıştırarak yoğunluğunu arttırır.

Kar erime alt bileşeni U.S. Army Corps of Engineers (1956-1960) tarafından geliştirilen ve Hendrick (1971) tarafından mevcut meteorolojik ve çevresel verilerle kullanımına olanak sağlamak amacıyla geliştirilen, kar erime denkleminin güncelleştirilmiş haline dayalıdır. Kar erime denklemi, kar erime sürecinin dört önemli bileşenine sahiptir. Bunlar hava sıcaklığı, solar radyasyon, buhar transferi ve yağıştır. Kar erime hesaplarında aşağıdaki kabuller yapılmıştır.

- 1) Sıcaklığın 0°C nin altında olması durumunda herhangi bir yağış kar olarak kabul edilmiştir
- 2) Sıcaklık -2.8°C nin altında ise kar erimez.

3) Kar kütlesi yoğunluğu 0.35 gr/cm^3 den büyük olmadıkça erime meydana gelmez.

4) Erime periyodu boyunca yüzey ısısı 0°C dir.

5) Kar erimesinin albedosu yaklaşık olarak 0.5 dir.

5.2.4.3. Sulama

WEPP eğim modeli versiyonunun sulama bileşeni durağan serpme sistemleri ile oluklu sulama sistemlerini birleştirir. Toplam dört adet sulama opsiyonu mevcuttur.

WEPP modelinin standart seçeneğidir sulama olmaması durumudur. Modelde kullanıcı tarafından sulama yapılacak günler belirlenerek sulamanın etkisi göz önüne alınabilir. Sulama alt bileşeni için gerekli parametreler bağımsız veri dosyalarından okunur.

5.2.4.4. Sızma

Eğim modelinin sızma bileşeni, Mein ve Larson (1973) tarafından geliştirilen Green ve Ampt denklemi ile düzensiz yağış için gölcük oluşma zamanına (Chu 1978) dayanır. Sızma süreci iki bağımsız duruma bölünmüştür. Birinci durumda sızma sürecinde zemin yüzeyinde su ile dolu gölcükler söz konusu iken ikinci durumda yüzeyde su yoktur. Düzensiz yağış esnasında, sızma süreci bir durumdan diğerine geçebilir veya geri ilk haline dönebilir. Gölcük olması durumunda sızma süreci yağış zamanı dağılımından bağımsızdır. Bu noktada sızma oranı maksimum kapasitesine ulaşır ve bu durum sızma kapasitesi olarak adlandırılır. Bu durumda yağış fazlalığı, yağış oranı ile sızma kapasitesi arasındaki fark olarak tanımlanır. Yüzeyde gölcük oluşumu meydana gelmez ise tüm yağış zemine sızar. Sızma oranı yağış şiddetine eşit ve sızma kapasitesinden küçük ise yağış fazlası sıfırdır.

5.2.4.5. Yüzey akış hidroliği

WEPP modeli uygulamasında yüzey akışı iki yol ile tanımlanır. Öncelikle karasal akış yönlendirmesi ve hidrograf oluşumu için yayvan akış düşünülür. Yüzey akışı iletim süreçleri hem kinematik denge denklemlerinin bir analitik

çözümünü hem de bir yaklaşım metodunu içerir. Yaklaşım metodu iki grup regresyon denklemi kullanır. Bunlardan birisi pik akış oranı için, diğeri ise akış süresi içindir. Bu regresyon denklemleri eğim derecesi ve uzunlukları, sürtünme faktörleri (yüzey pürüzlülük değişkenleri), zemin sınıfları ve yağış dağılımları için kinematik yaklaşımlardan elde edilmişlerdir. Çünkü kinematik dalga denklemlerinin çözümleri sıfır derinliğin bir üst sınır şartlarına bağlıdır. Öncelikle pik akış oranı ve akış süresi yüzey akış iletiminden yada yaklaşık pik akış oranı ve süresi regresyon denklemlerinin çözümü ile hesaplanmıştır. Dere erozyonu ve taşıma hesaplamaları için pik akış esnasında sabit durum koşulları kabul edilmiştir.

Derelerde alanın oranı bir dere yoğunluk istatistiği ve tahmin edilen dere genişliği ile tanımlanır. Kanal geometrileri için kanal hesaplarına bağlı tanımlayıcı oluk kesit alanları belirlenir. Akım derinliği, hızı ve derelerdeki kayma gerilmesi dikdörtgensel kesit kabul edilerek hesaplanmaktadır.

5.2.4.6. Su dengesi

Eğim modelinin su dengesi ve süzülme bileşeni, süzülme ve zemin buharlaşma parametrelerinin tahmininin iyileştirilmesi için yapılan bir kaç modifikasyon ile birlikte SWWRB (Simulator for Water Resources in Rural Basins)'in su dengesi bileşenini temel almaktadır. Su dengesi bileşeni, günlük olarak kök bölgesindeki zemin su muhtevasının sürekli olarak dengesini sağlar. Zemin profili içerisindeki suyun yeniden dağılımı Ritchie buharlaşma dağılımı modeli (Ritchie 1972) ve üst tabakalardan alt tabakalara süzülme-depolama, yönlendirme tekniği (Williams ve ark 1984) kullanılarak hesaplanır. Su dengesi bileşeni iklim (günlük yağış, sıcaklık ve solar radyasyon), süzülme modeli (süzülen su hacmi) ve bitki büyüme bileşeni (günlük yaprak alanı endeksi, kök derinliği ve toru kaplaması), tarafından sağlanan bilgileri kullanır.

5.2.4.7. Bitki gelişimi

Bitki büyümesi bileşeni tarım arazisi ve mera alanı durumları için bitki büyümesini simüle eder. Bu bileşenin amacı akış ve erozyon süreçlerini etkileyen bitki çeşitliliğindeki ısısal değişimleri simüle etmektir. Ekili olan bitki büyümesi

modeli EPIC modeline (Williams ve ark. 1984) bağılıdır. Potansiyel büyüme nem ve sıcaklık gerilimi tarafından azaltılır. Bitki gelişimi değışiklikleri ekili alan modelinde büyüme derecesi günleri, bitkisel kuru madde miktarı, gölge alanı miktarı ve yüksekliği, kök gelişimi, yaprak alanı indeksi, bitki taban alanı gibi parametreleri içerir.

Arazi bitki gelişim modeli bir unimodal yada bir biyomodal potansiyel büyüme eğrisi kullanarak arazi bitki topluluğu için üst –ve alt- yer biyokütlesinin başlangıcını ve gelişimini belirler. Alan arazi modelinde bitki yüksekliği, kurumuş çöp örtüsü, zemin yüzey örtüsü, korunmasız çıplak toprak ve yaprak alan indeksi gibi değışkenler hesaplanır. Bitki öldürücü ilaçlama uygulaması, yangın ve otlatma gibi arazi yönetim şartları simüle edilebilir.

5.2.4.8. Artık madde bozunması

Artık madde bozunma modeli düzlem atık kütlesinin (zemin yüzeyi ile etkileşimde olan artık madde kütlesi), batık artık madde kütlesinin (bir arazi bakım işlemi sonucunda zemin içine girmiş artık madde kütlesi) ve ölü kök kütlesinin bozunmalarını hesaplar. Bozunma parametreleri arazi yönetimi girdi dosyasında belirlenmelidir. Hasat ve artık madde yönetim tekniklerine bağlı olarak bozunma bileşenleri hasattaki toplam artık madde (anız) kütlesini yüzey bileşenlerine böler. Aynı zamanda model bitki gelişim modelinde hesaplanan bitki popülasyonuna eşit olarak hasattaki anız popülasyonunu da ayarlar.

5.2.4.9. Zemin parametreleri

Hidroloji ve erozyonu etkileyen zemin parametreleri zemin bileşeni içerisinde güncellenir ve

- 1) Rasgele pürüzlülük,
- 2) Yönlü pürüzlülük,
- 3) Hacim yoğunluğu,
- 4) Başlangıç nemi,
- 5) Hidrolik iletkenlik,
- 6) İçsel erodibilite,
- 7) Dere erodibilitesi ve

8) Kritik kayma gerilmesi

gibi parametreleri içerir. Bir sonraki bir toprak işleme operasyonu için rasgele pürüzlülük bozulması, rasgele pürüzlülük parametresi ve önceki tarım işleminden bu yana düşen toplam yağış miktarı arasındaki bir ilişkiden, zemin bileşeni içerisinde tahmin edilir. Bir tarım işlemi uygulamasına, bir uygulama için ölçülen ortalama değerlere bağlı olarak bir rasgele pürüzlülük parametresi atanır. Zemin bir tarım işlemi uygulaması tarafından düzenli bir yol ile işlendiğinde yönlü pürüzlülük meydana gelir. WEPP eğim uygulamalarında yönlü pürüzlülük, iki veya daha fazla uygulama tipine bağlı olarak bir faktör tarafından çeşitlilik gösterebilen, tarım işlemi uygulamasından geriye kalan sırt yüksekliğidir. Bir sonraki tarım işlemindeki sırt bozunması, bir sırt yüksekliği parametresi ve önceki tarım işleminden bu yana düşen toplam yağış miktarını içeren bir ilişkiden hesaplanır. Bir tarım işlemi uygulamasına, o uygulama için ölçülen ortalama değerlere bağlı olarak bir sırt yüksekliği değeri atanır.

Hacim yoğunluğu zeminin toplam boşluk hacmini etkiler ve ön ıslanma emmesini de içeren, sızma ile ilgili birkaç değişkenin güncelleştirilmesinde kullanılır. Hacim yoğunluğunda yapılan düzeltmeler tarım işlemleri, zemin su muhtevası, yağmur sıkıştırması ve hava sıkıştırması değerlerine bağlı olarak yapılır. Tarım işlemlerinin etkisinin zemin hacim yoğunluğu üzerindeki hesap yaklaşımı EPIC'de (Williams ve ark. 1984) kullanılan yaklaşıma benzer olarak, her uygulamaya 0 ile 1 arasında değişen etkileme değerlerinin atandığı bir sınıflama planıdır.

Etkili hidrolik iletkenlik WEPP içinde sızma ve akışın tahminini kontrol eden bir anahtar parametredir.

İçsel erodibilite parametresi yağmur damlası düşüşü etkisi ile zeminin ayrışmaya dayanımının bir ölçüsüdür. Zemin toprak işlemesi için örselendiğinden, içsel erodibilite parametreleri, toprağın işlendiği alanlarda ve örselenmemiş arazi toprağına sahip alanlarda farklı farklı hesaplanır. Toprak örselenmesi olan tarım arazilerinde içsel erodibilite parametresi hesaplamaları kök biyokütlesi, donma erime, gölge alanı, artık örtüsü ve kabuklanmaya göre yapılır. Örselenmemiş arazi yüzeyinde içsel erodibilite hesapları ise donma ve erimeye göre yapılır.

Dere erodibilite parametresi akış tarafından ayrıştırılmaya çalışılan zeminin ayrışmaya karşı dayanımının bir ölçüsüdür. Genel olarak da akışın meydana getirdiği kayma gerilmesindeki birim artışa göre zemin ayrışmasının artışı olarak tanımlanır. Kritik kayma gerilmesi, kayma gerilmesinin meydana getirdiği birim ayrışma artışına göre, zeminde hızlı bir ayrışma meydana getiren eşik değeri olarak tanımlanır. İçsel erodibilite parametresinde olduğu gibi, dere erodibilitesi ve kritik kayma gerilmesi hesaplamalarında, toprak işleme yapılan ve yapılmayan araziler için farklı ilişkiler kullanılır.

5.2.4.10. Eğim erozyonu ve yer değiştirme

WEPP yüzey akış profili uygulamalarında toprak erozyonu iki yol ile tanımlanır. 1) Yağmur damlası etkisi ile zemin parçacığı ayrışması ve içsel alanlarda yüzey akışından dolayı taşınma, 2) Zemin parçacığı ayrışması, dere alanlarında akıştan dolayı taşıma ve yer değiştirme. Rutin erozyon verileri ile hesaplamalar birim dere genişliği için ve birim alan genişliğine çevrilerek yapılır.

İçsel iletim oranı, içsel akış oranı ve yağış şiddeti sonuçlarına orantılı olarak modellenir. İçsel iletim oranını ifade eden matematiksel fonksiyon, içsel ayrışma ve iletimi üzerinde, aynı zamanda zemin pürüzlülüğü, eğim değişimi ve zemin erodibilitesi parametrelerini de içerir. Sızma kapasitesinin yağış şiddetinden büyük olduğu durumlarda yağış düşüşünün oluk ayrışmasını etkilemediği düşünülür.

Dere erozyonu, zemin ayrışması için akış kapasitesi, taşıma kapasitesi ve akım içinde var olan sediment miktarının bir fonksiyonu olarak modellenir.

Derelerde net zemin ayrışması, hidrolik kayma gerilmesi kritik gerilmeye ulaştığında ve sediment yükü sediment taşıma kapasitesinin altında ise oluşur. Net yer değiştirme sediment yükü, sediment taşıma kapasitesinin üzerinde ise meydana gelir. Sediment taşıma kapasitesi ve sediment yükü bir birim genişlik baz alınarak hesaplanırlar. Hesaplamaların sonunda sediment yükü bir birim genişliğe dönüştürülür. Sediment taşıma kapasitesi modifiye edilmiş Yalın (1963) denkleminin basitleştirilmiş bir halini kullanılarak hesaplanır.

Verilen profilin uç noktaları boyunca sabit eğim sonundaki koşullar erozyon denkleminin normalizasyonu için kullanılır. Aşağı eğim uzunluğu toplam

eğim uzunluğuna normalize edilir. Herhangi bir noktadaki eğim, düzgün eğime normalize edilir. Kayma gerilmesi, düzgün eğim sonundaki kayma gerilmesine normalize edilir. Sediment yükü, düzgün eğim sonundaki taşıma kapasitesine normalize edilir.

5.2.4.11. Havza kanal hidrolojisi ve erozyon süreci

WEPP havza modeli, WEPP eğim modelinin genişletilmiş bir hali olarak işlem temelli sürekli simülasyon modelidir. Model tarımsal yönetim uygulamalarından dolayı meydana gelen erozyonu tahmin etmek ve küçük tarımsal havzalarda topoğrafyadaki yersel ve geçici değişkenlikleri, zemin özelliklerini ve arazi kullanım koşullarını ele almak için geliştirilmiştir. Eğim hidroloji ve eğim çıktısı (akış hacmi, pik akış oranı ve sediment konsantrasyonu) havza geçiş dosyasına kaydedilir ve daha sonra kanal bileşeni tarafından okunur. Havza modeli,

1) İnşa edilmiş kanallar gibi (çimlendirilmiş su yolları ve teraslamalar) yada konsantre akış (geçici) olukları gibi alanlardaki sediment yer değişimini tanımlayabilmektedir,

2) Kanallardaki birikim suyunun, sediment ayrışması, taşınması ve yer değiştirmesi üzerine etkilerini hesaplayabilmektedir,

3) Tarımsal yönetim uygulamalarının bir sonucu olarak, erozyon ve yer değiştirme süreçlerindeki yersel ve geçici değişkenleri tanımlayabilmektedir.

Sediment veriminin çıkış noktasında, eğim ve kanal süreçlerinden dolayı anlamlı bir şekilde etkilendiği, küçük tarımsal havzalarda (260 ha'a kadar) kullanılmak için tasarlanmıştır.

Kanal bileşeni, hidroloji ve erozyon bileşenlerine ayrılabilir. Kanal hidrolojisi bileşeni, eğim hidrolojisi bileşeni ile aynı şekilde, sızmayı, buharlaşmayı, zemin su süzülmesini, gölge yağış önlemesini ve yüzey depolanmasını hesaplar. Yağış fazlalığı Gren-Ampt Mein-Larson (GAML) (Mein ve Larson 1973) sızma denklemi kullanılarak hesaplanır. Kanalda (alt havza) veya havza çıkışında pik akış oranını hesaplamak için iki metot kullanılır. Birincisi, EPIC modelinde (Williams 1985) kullanılabenzer olarak rasyonel denklemin gelişmiş bir versiyonu, ikincisi ise CREAMS (Knisel 1980) (Chemicals, Runoff

and Erosion from Agricultural Management Systems) modelinde kullanılan denklemdir. Kanal su dengesi hesaplamaları, kanal akış hacmi hesaplandıktan sonra yapılır. Kanal su dengesi ve süzülmesi eğim bileşeninde kullanılanlar ile özdeştir. İklim girdisi, sızma ve ürün yetiştirme verileri kök bölgesindeki su muhtevası, zemin buharlaşması, bitki terlemesi, önleme ve kök bölgesi altındaki süzülme kaybı hesaplamalarında kullanılır.

Havza modeli erozyon bileşeni, havza sediment veriminin, ayrışma, taşıma ve yüzey alanlarındaki ve kanal akış bölgelerindeki yer değiştirmelerin bir sonucu olduğunu kabul eder. Bu şu anlama gelir ki; hem eğim alanlarındaki, hem de akış kanallarındaki erozyon havza versiyonu tarafından simüle edilmektedir. Kanal için çıkış noktası koşullarının, akıntı yönünde düzenli bir akış, kritik derinlik, veya bilinen değerli bir yapıya sahip bir eğri tarafından kontrol edildiği kabul edilir. Alt kritik akış, kullanıcı tarafından tanımlanmadığı sürece, sürtünme eğiminin kanal yatak eğimine eşit olduğu varsayılır. Kanal hesaplamaları üçgensel veya doğal olarak erozyonla açılmış kanal kesiti kabulü ile yapılır. Bununla birlikte gerçek kanal sürtünme eğiminin hesaplanması için üçgensel kesite sahip bir kanala yaklaşımının yapılması gerekmektedir.

Süspansiyon halindeki sedimentin oluk, dere ve kanal alanlarındaki hareketi, süreklilik denklemini çözen Foster ve Mayer (1972) tarafından geliştirilen bir erozyon modeline dayalıdır. Sediment süreklilik denkleminde ayrışma, taşıma ve yer değiştirme bir durgun hal çözümü ile hesaplanır. Kanal erozyonu ayrışma kapasitesi için ilişkiler Lane ve Foster (1980) tarafından deneysel ve analitik oluk erozyonu çalışmasından geliştirilen ifadeler kullanılarak hesaplanır. Akış ayrışma oranı

1) Yatak maddesi ve kritik kayma gerilmesi üzerine uygulanan akış kayma gerilmesi,

2) Akış sediment taşıma kapasitesi ve sediment yükü arasındaki fark ile orantılıdır.

Net ayrışma, akış kayma gerilmesine, zemin kritik kayma gerilmesine veya kanal yatak kritik gerilmesine ulaştığında ve de sediment yükü sediment taşıma kapasitesinin altında olduğu zaman meydana gelir. Net yer değiştirme ise sediment yükü sediment taşıma kapasitesinin üzerinde olduğu zaman meydana

gelir. Erodibil olmayan bir sınırın kanal tabanının bir miktar altında bir derinlikte var olduğu kabul edilir. Bir kanal erodibil olmayan bir sınırı aşındırırsa, kanal genişler ve akım ayrılmaya sebep olmayacak kadar sığ olduğu ana kadar erozyon oranı zamana bağlı olarak azalır.

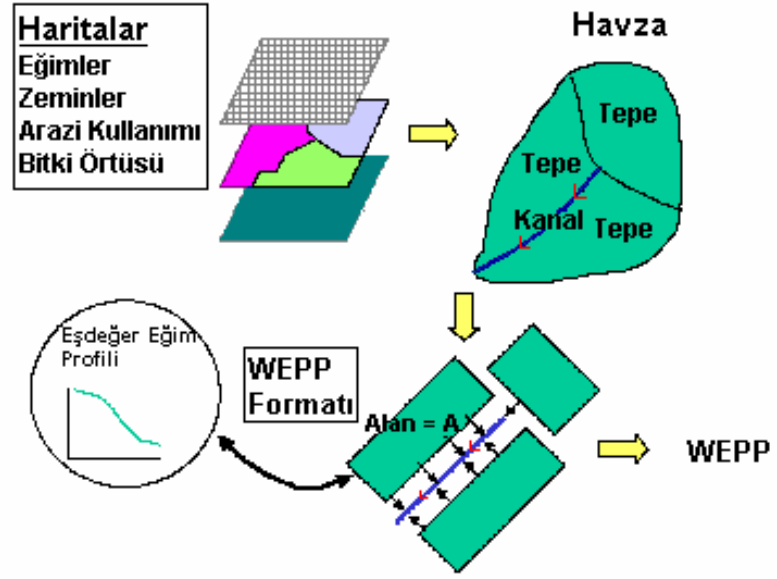
5.2.4.12. Havza birikim bileşeni

Birikim alanları, parçacık boyutuna, birikim alanı boyutuna ve giriş çıkış akım oranlarına bağlı olarak, gelen sedimenti tutarak sediment verimini % 90 oranında azaltabilirler. Tipik biriktirme alanları teraslama, tarla yapay gölcükleri ve kontrol barajlarıdır. Havza modeli birikim bileşeni, menfezler, filtre parmaklıkları, saman balyaları ve acil durum savakları da dahil olmak üzere büyük veya küçük biriktirme alanları gibi yapıların çıkış hidrograflarını ve sediment konsantrasyonlarını hesaplamaktadır. Birikim bileşeninin hidrolojik girdileri, akış hacmi ve akış oranı meydana getiren yağış olayını da içerir. Sedimentolojik girdiler sediment konsantrasyonunu beş parçacık boyut sınıfı için (kil, silt, kum, küçük agrega ve büyük agrega) parçacık çapını ve gelen sediment içindeki her bir parçacığın sürtünmesini içerir.

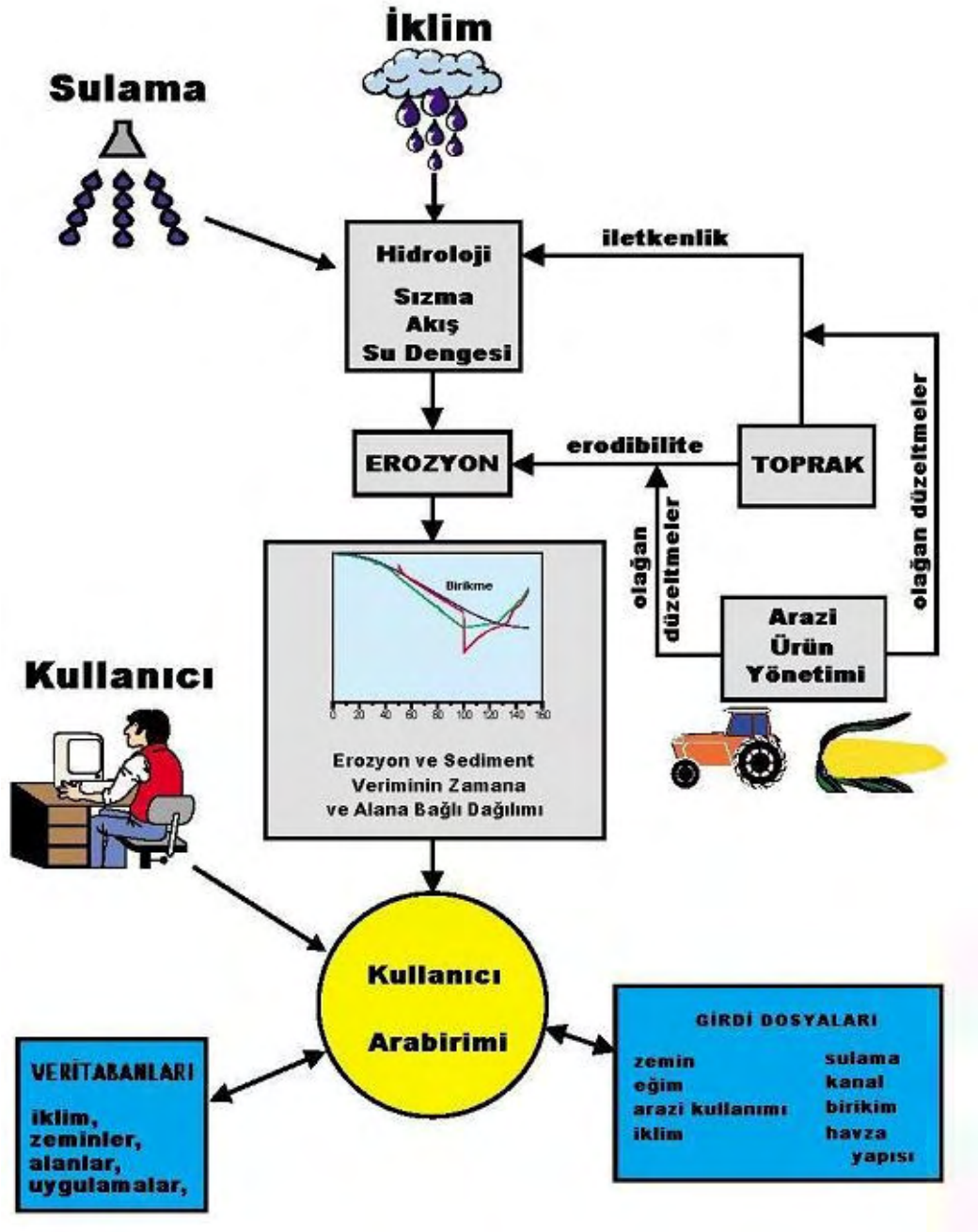
Birikim bileşeni hem hidrolojik hem de sedimentasyon simülasyon evrelerine sahiptir. Sedimentasyon simülasyon evresi sediment birikim miktarını ve çıkış sediment konsantrasyonunu hesaplar. Birikim haznesindeki sediment depolanması karmaşık olarak düşünülür ve tabakalaşma miktarı, homojen olmayan konsantrasyonlar ve birikim haznesi şekli gibi diğer etmenlere bağlı olarak sonradan ayarlamalar yapılır. Birikim haznesi bileşeni çıktıları

- 1) Pik çıkış akımı oranını ve birikim haznesinden ayrılan hacmi,
- 2) Pik sediment konsantrasyonunu ve beş parçacık boyut sınıfı için birikim haznesinden ayrılan sediment miktarını ve
- 3) Beş parçacık boyut sınıfı için birikim haznesinden ayrılan sedimentin ortalama parçacık çapını içerir.

Şekil 5.2 ve 5.3'de WEPP programının genel kullanım şekli ve akım şeması görülmektedir (Flanagan ve Nearing 1995).



Şekil 5.2. WEPP Programının genel kullanım şekli (Flanagan ve Nearing 1995)



Şekil 5.3. WEPP erozyon tahmin modeli akım şeması (Flanagan ve Nearing 1995)

6. WEPP PROGRAMI KULLANILARAK KURUKAVAK HAVZASI EROZYON VE SEDİMENT VERİMİNİN BULUNMASI

6.1. Havza Hidrolojisi ve İklim Veri Dosyasının Oluşturulması

Havza 4.25 km² drenaj alanına sahiptir. Havzadaki yükseklik değişimi 830 m ve 1076 m arasındadır. Havzada üç yağış ölçer ve bir de akım ölçer bulunmaktadır. Havzada Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Eskişehir Araştırma Enstitüsü tarafından 2000 ve 2001 yılları arasında saatlik akım ve yağış verisi toplanmış ve araştırma havzası olarak kullanılan bu havzada yoğun toprak ve arazi ölçümleri yapılmıştır. Gözlem değerlerine bağlı olarak havzanın ortalama yıllık yağışı 705.7 mm'dir.

İklim veri dosyasında ihtiyaç duyulan parametreler günlük yağış miktarı (prcp, mm), yağış süresi (dur, h), normalize pik yağış şiddeti zamanı (t_p), normalize pik yağış şiddeti (i_p), günlük maksimum (t_{max} , °C) ve minimum (t_{min} , °C) sıcaklıklar, günlük solar radyasyon (rad, Langleys/day) ve günlük rüzgar hızı (v-vl, m/s) ve yönüdür (v-dir, Deg). Bu parametrelerden günlük yağış miktarı, yağış süresi, günlük maksimum ve minimum sıcaklıklar, günlük solar radyasyon ve günlük rüzgar hızı (v-vl, m/s) ve yönü parametreleri havzada yapılan ölçümlerden elde edilmektedir fakat normalize pik yağış şiddeti zamanı ve normalize pik yağış şiddeti değerleri için bazı hesaplamalar yapılması gerekmektedir.

$$t_p = \frac{D_p}{D_e} \quad (6.1)$$

Burada t_p , normalize pik yağış zamanı
 D_p , pik yağış süresine ulaşıldığı zaman;
 D_e , toplam etkili yağış süresidir.

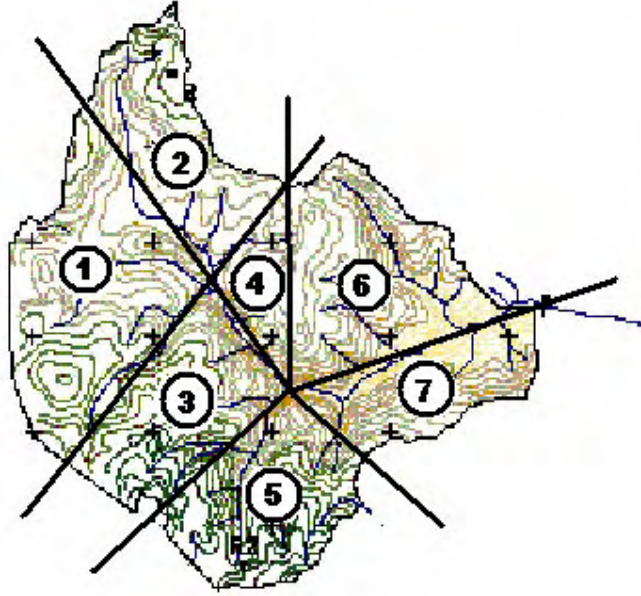
$$i_p = \frac{r_p}{i_b} \quad (6.2)$$

Burada i_p , normalize pik yağış şiddeti
 r_p , maksimum yağış şiddeti;
 i_b , ortalama yağış şiddetidir.

Bu hesaplamalar tüm yağış olan günler için yapılmış ve program için iki yıllık bilgileri içeren bir veri dosyası oluşturulmuştur (EK-1).

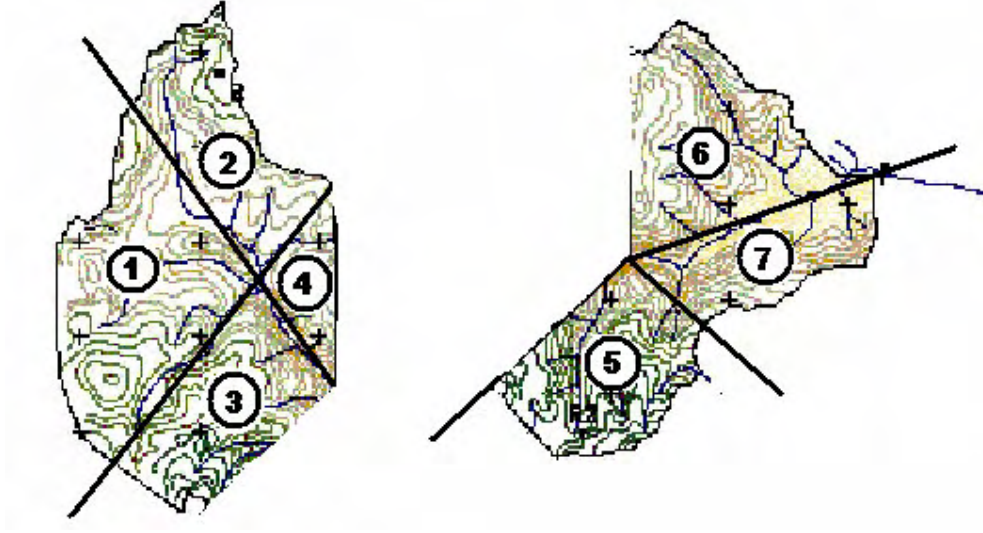
6.2. Havza Topoğrafyasının Oluşturulması

Havza topoğrafyası 1/25000 ölçekli harita incelenerek yedi parçaya ayrılmıştır (Şekil 6.1). Bölünen yedi parça için her bir parçanın ana kanala doğru eğimini temsil edebilecek eşdeğer eğim yüzeyleri tanımlanmıştır. Modelde tanımlanabilmesi için ise her bir parça eşdeğer dikdörtgenlere dönüştürülerek gerçek havza ile aynı alana sahip eşdeğer bir havza yapısı oluşturulmuştur.



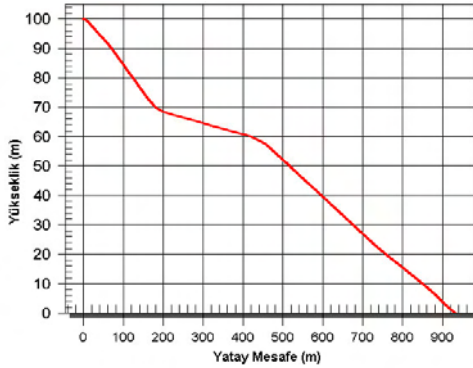
Şekil 6.1 Kurukavak Deresi Havzasının yedi eğim yüzeyine bölünmesi

Modelin sağlıklı olarak çalışabilmesi açısından 260 ha şartı göz önünde bulundurularak yedi eğim yüzeyine bölünen havza iki parçaya ayrılarak iki alt havza elde edilmiştir (Şekil 6.2).

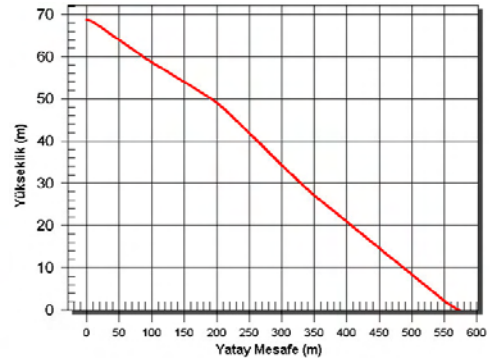


Şekil 6.2. Tüm havzamanın iki alt havzaya bölünmesi

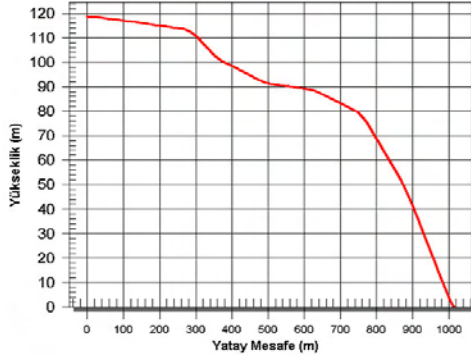
Tüm eğim yüzeyleri için oluşturulan eşdeğer eğim profillerinden eşdeğer havza elde edilmiştir (Şekil 6.3, 6.4- 6.9, 6.10). Eşdeğer havza ve eşdeğer eğim yüzeylerinin alanları gerçek havza ile aynıdır.



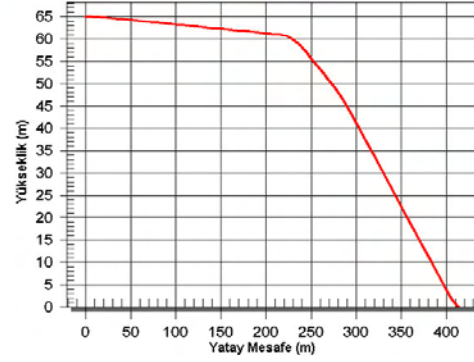
Şekil 6.3. Alan 1 eşdeğer eğim profili



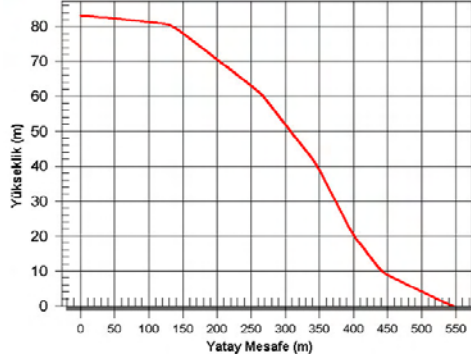
Şekil 6.4. Alan 2 eşdeğer eğim profili



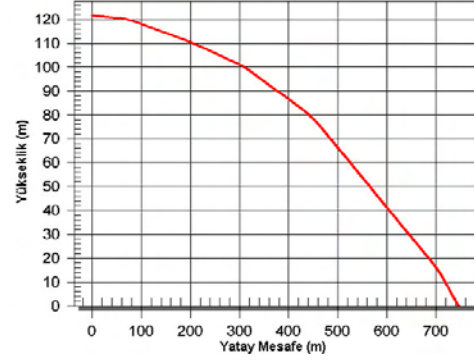
Şekil 6.5. Alan 3 eşdeğer eğim profili



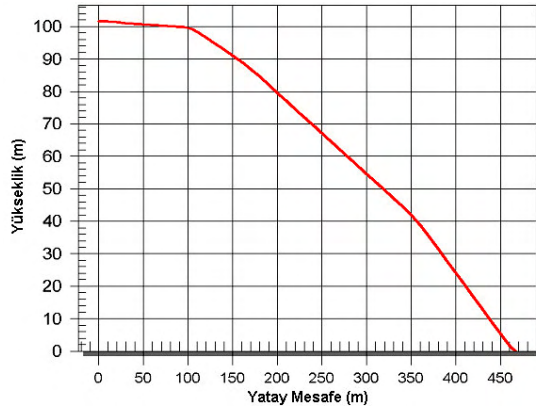
Şekil 6.6. Alan 4 eşdeğer eğim profili



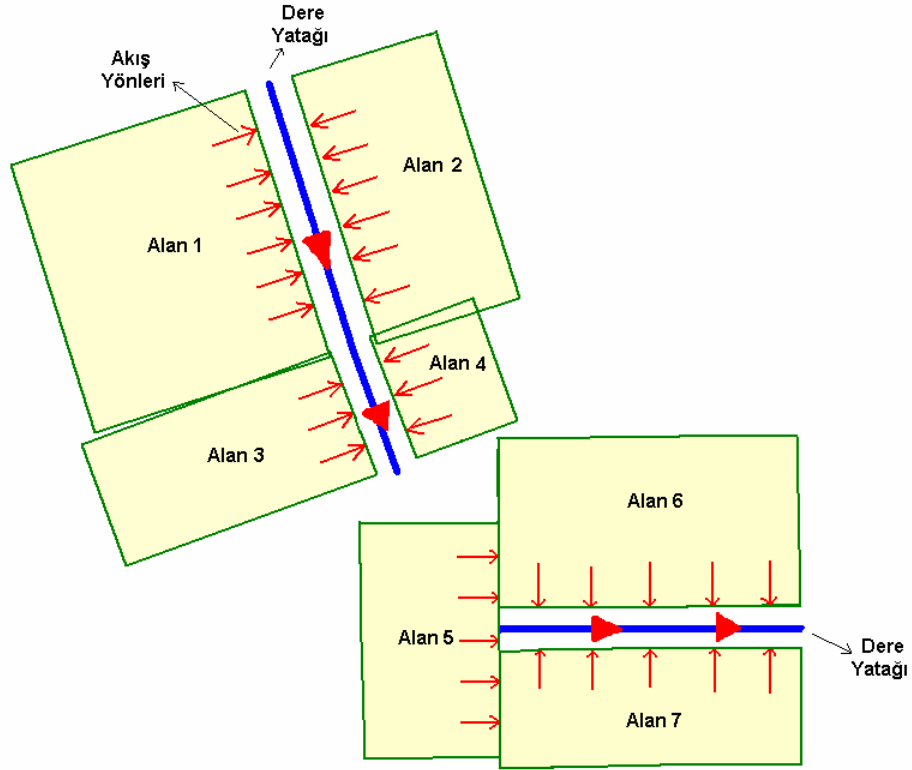
Şekil 6.7. Alan 5 eşdeğer eğim profili



Şekil 6.8. Alan 6 eşdeğer eğim profili



Şekil 6.9. Alan 7 eşdeğer eğim profili



Şekil 6.10. Eşdeğer havza ve alt havzaların sembolik görünüşü

6.3. Havza Zemin Özellikleri

Zemin özellikleri için ihtiyaç duyulan parametreler havzada yapılan arazi çalışmaları sonucunda elde edilmiştir. Erozyon oluşumu için zemin özellikleri en önemli parametrelerdendir. Program albedo, ilk doygunluk oranı, kritik kayma gerilmesi, etkili hidrolik iletkenlik ve zemin yüzeyinden belli derinliklerdeki tabakalar için zemindeki kum, kil, organik madde, kaya yüzdeleriyle zemin kation değişim kapasitesi (CEC) hakkında verilere ihtiyaç duymaktadır. Havza toprakları kumlu tın, kumlu killi tın ve tınlı bünyeye sahiptirler. Tın zemin içerisinde % 7-27 arasında kil, %28-50 arasında silt ve %52 den az olmak üzere kum barındıran zemin tipidir. İçerisinde bir miktar organik madde de bulunabilir. Zemin içerisindeki kum, kil ve silt oranlarına göre değişik kumlu tın, kumlu killi tın gibi isimler alır. Bu toprak bünyelerine sahip zeminler için aşağıdaki veriler kullanılmıştır. Zemin girdileri için iki tip zemin verisi kullanılmıştır. Birinci girdi için zemin 50 cm kalınlığında tek bir tabaka için

düşünülmüş ve zemin içerisindeki silt miktarı kum ve kil arasında paylaştırılarak programa girilmiştir. İkinci girdi için ise zemin tabakalar halinde oluşturulmuş, kum ve kil miktarlarında değişiklik yapılmadan programa girilmiştir (Çizelge 6.1, 6.2,..., 6.5, 6.6).

Çizelge 6.1. Kumlu tın 1. zemin girdisi için özellikler

Albedo : 0.23
 Doygunluk Oranı : %75
 Etkili Hidrolik İletkenlik : 11.4 mm/h (Tombul 2004)

Tabaka No	Derinlik (mm)	Kum (%)	Kil (%)	Organik Madde (%)	CEC (meq/100g)	Kaya (%)
1	500	52	45	1.0	6.4	2

Çizelge 6.2. Kumlu tın 2. zemin girdisi için özellikler

Albedo : 0.23
 Doygunluk Oranı : %75
 Etkili Hidrolik İletkenlik : 11.4 mm/h (Tombul 2004)

Tabaka No	Derinlik (mm)	Kum (%)	Kil (%)	Organik Madde (%)	CEC (meq/100g)	Kaya (%)
1	50	55.1	14.3	1.000	6.4	0.8
2	250	57.3	16.1	0.500	6.8	2.0
3	1250	59.9	13.2	0.500	5.0	2.3
4	1750	51.5	18.1	0.500	7.0	13.0

Çizelge 6.3. Kumlu killi tın 1. zemin girdisi için özellikler

Albedo : 0.23
 Doygunluk Oranı : %75
 Etkili Hidrolik İletkenlik : 8.6 mm/h (Tombul 2004)

Tabaka No	Derinlik (mm)	Kum (%)	Kil (%)	Organik Madde (%)	CEC (meq/100g)	Kaya (%)
1	500	48	48	2.0	12.0	2

Çizelge 6.4. Kumlu killi tın 2. zemin girdisi için özellikler

Albedo : 0.23
Doygunluk Oranı : %75
Etkili Hidrolik İletkenlik : 8.6 mm/h (Tombul 2004)

Tabaka No	Derinlik (mm)	Kum (%)	Kil (%)	Organik Madde (%)	CEC (meq/100g)	Kaya (%)
1	50	44.4	22.1	2.000	12.0	0.6
2	250	41.8	23.3	2.000	14.0	3.0
3	1250	48.6	20.2	1.000	10.0	3.0
4	1750	45.3	21.0	1.000	10.0	10.0

Çizelge 6.5. Tın 1. zemin girdisi için özellikler

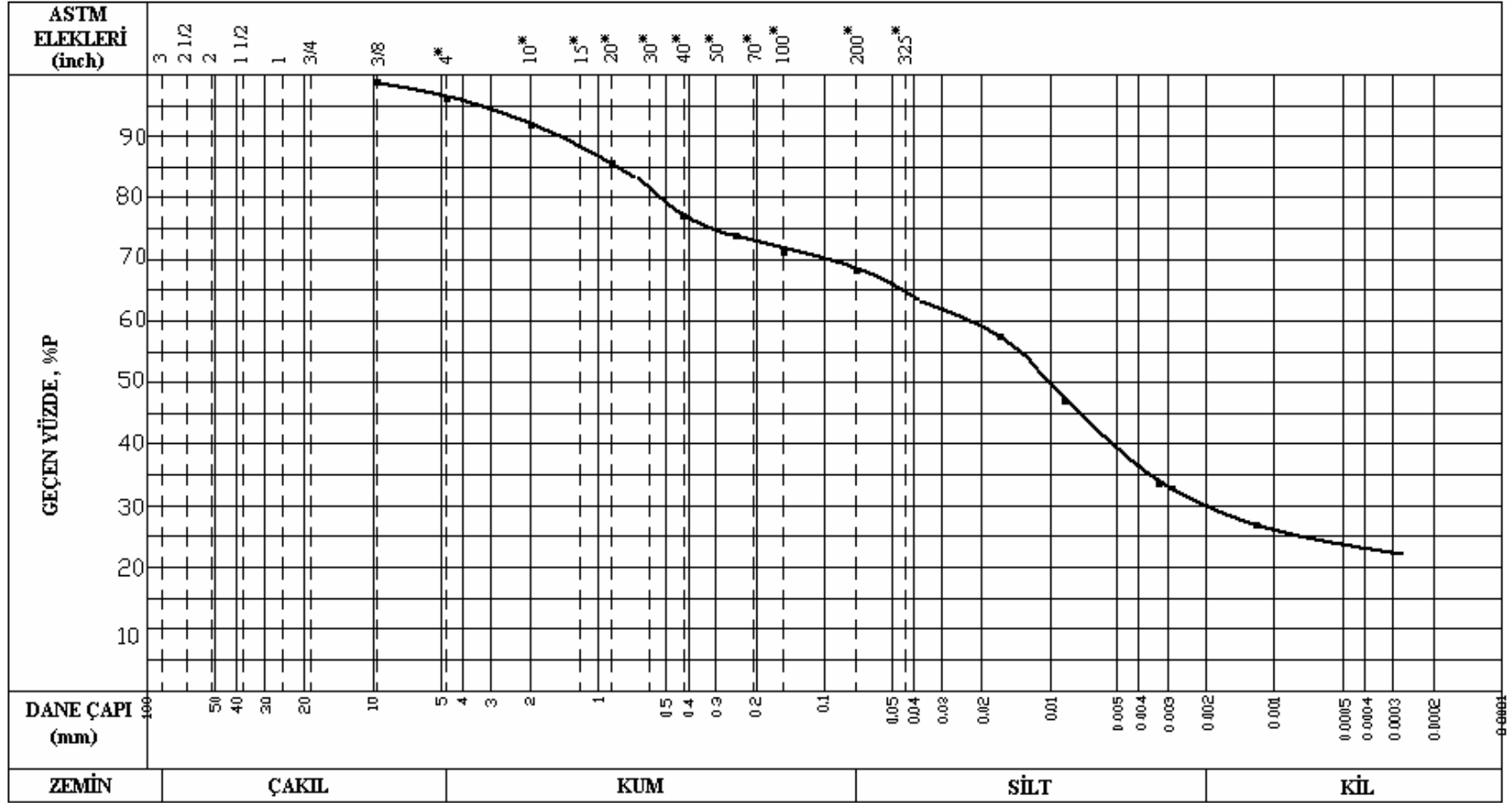
Albedo : 0.23
Doygunluk Oranı : %75
Etkili Hidrolik İletkenlik : 9.5 mm/h (Tombul 2004)

Tabaka No	Derinlik (mm)	Kum (%)	Kil (%)	Organik Madde (%)	CEC (meq/100g)	Kaya (%)
1	500	53.5	40.5	1.5	10.0	4.5

Çizelge 6.6. Tın 2. zemin girdisi için özellikler

Albedo : 0.23
Doygunluk Oranı : %75
Etkili Hidrolik İletkenlik : 9.5 mm/h (Tombul 2004)

Tabaka No	Derinlik (mm)	Kum (%)	Kil (%)	Organik Madde (%)	CEC (meq/100g)	Kaya (%)
1	50	47.7	21.4	1.500	10.0	2.2
2	250	48.2	18.8	1.000	7.0	2.8
3	1250	51.3	19.9	1.000	7.5	8.2
4	1750	43.8	21.2	0.300	10.0	18.0



Şekil 6.12. Kumlu killi tın granülometri eğrisi

6.3.1. Bazı Zemin Parametrelerinin Hesaplanması

Erozyon sürecini etkileyen bazı zemin değişkeleri Wepp programında zemin bileşeni içerisinde hesaplanmaktadır. Bunlar rasgele pürüzlülük, sırt yüksekliği ve hacim yoğunluğu parametreleridir. Rasgele pürüzlülük ve sırt yüksekliği genel olarak bazı arazi bakım çalışmalarından meydana gelir. Zemin pürüzlülüğü arazi bakımı, yağmur düşüşü ve donma çözünme olaylarına bağlı olarak değişir. Hacim yoğunluğu zeminin boşluk hacmini etkiler ve birkaç sızma parametresinin hesaplanmasında kullanılır ve arazi bakımı, ıslanma kuruma, donma çözünme olayları ile değişiklik gösterir.

Yağış şiddeti ve akış oranının etkisiyle meydana gelen küçük derelerdeki sediment iletim oranının ölçümü içsel erodibilitiyi (K_i) verir. Küçük dere erodibilitesi (K_r) ise konsantre akış tarafından zeminin ayrışmaya olan hassasiyetinin bir ölçümüdür. Bu parametre genel olarak su akışının kayma gerilmesindeki birim artışı için zemin ayrışması olarak da tanımlanır. Kritik kayma gerilmesi (τ_c) dere ayrışma denklemi için önemli bir parametredir.

6.3.1.1. Rasgele pürüzlülük

$$RR_i = RR_0 T_{ds} + RR_{t-1} [1 - T_{ds}] \quad (6.3)$$

Burada RR_i arazi bakım uygulamasından hemen sonraki rasgele pürüzlülük RR_0 , bir arazi bakım işlemi tarafından meydana gelen rasgele pürüzlülük; RR_{t-1} , arazi bakım işleminden bir gün önceki rasgele pürüzlülük; T_{ds} , arazi bakım işleminden dolayı tahrip edilen zemin yüzeyi bileşenidir (Williams ve ark. 1984).

$$RR_t = RR_i e^{-C_{br} \left[\frac{R_c}{b} \right]^{0.6}} \quad (6.4)$$

Burada RR_t , o anki rasgele pürüzlülük

C_{br} , gömülü kalan kısım için düzeltme faktörü;

R_c , arazi bakım işleminden bu yana toplam yağış miktarı;

b , bir değişkendir (Potter 1990).

C_{br} şu şekilde tanımlanabilir.

$$C_{br} = 1 - 0.5br \quad (6.5)$$

Burada br , 0-15 cm deriliğindeki ve 1 m^2 zemin bölgesindeki gömülü kalan kısmın kütlesidir (kg/m^2).

b değişkeni ise şu şekilde hesaplanır.

$$b = 63 + 62.7 \ln(50xO) + 1570xC - 2500xC^2 \quad (6.6)$$

Burada O , zeminin organik madde oranı (0-1)

C , zeminin kil oranıdır (0-1).

Wepp bir deredeki yüzey pürüzlülüğünü küçük olduğundan ve içsel pürüzlülükten bağımsız varsaydığı için derenin toplam sürtünme faktörü içinde şekil pürüzlülüğüne göre sürtünmeyi dikkate almaz. Bu sadece dere şekil aldıktan sonra önemlidir. Küçük dere oluşma süreci içerisinde sadece yüzey pürüzlülüğü dikkate alınmalıdır. Küçük dere oluşumunun daha pürüzlü bir yüzeyde daha yavaş meydana geldiği kabul edilmelidir ki bu da kritik kayma gerilmesinin rasgele pürüzlülük ile ilişkilendirilmesiyle ifade edilebilir. Çünkü Wepp akış kayma gerilmesinin kritik kayma gerilmesine ulaştığı ana kadar küçük dere erozyonunun başlamadığını kabul eder. Kalibrasyon ile aşağıdaki denklem elde edilir.

$$C\tau_{rr} = 1.0 + 8.0(RR_t - 0.006) \quad (6.7)$$

Burada $C\tau_{rr}$, düzeltme faktörü

0.006, metre cinsinden minimum rasgele pürüzlülüktür.

Kritik kayma gerilmesi $C\tau_{rr}$ ile çarpılarak kritik kayma gerilmesi, dolayısıyla rasgele pürüzlülük artırılarak dere ayrışması küçültülmüş olur.

6.3.1.2. Sırt yüksekliği

Her bir arazi bakım uygulaması için ölçülen ortalama değer üzerinden her arazi bakım işlemi için bir sırt yüksekliği değeri atanır. Bir sonraki arazi bakım işlemi için sırt yüksekliği azalması aşağıdaki denklemden elde edilir (Williams ve ark. 1984).

$$RH_t = RH_0 e^{-C_{br} \left[\frac{R_c}{b} \right]^{0.6}} \quad (6.8)$$

Burada RH_t , t zamanındaki sırt yüksekliğini

RH_0 , arazi bakım işleminin hemen sonrasındaki sırt yüksekliğini ifade eder.

6.3.1.3. Hacim yoğunluğu

Zemin Hacim Yoğunluğu arazi bakım işlemi, zemin su muhtevası, yağış ve hava durumu gibi etkiler ile değişir. Sızma parametrelerindeki değişiklikler için hacim yoğunluğundaki değişimler kullanılır.

6.3.1.3.1. Arazi bakım işlemi etkileri

Arazi bakım işleminden sonra hacim yoğunluğunu belirlemek limitli bilgiler dolayısıyla oldukça zordur. Çünkü arazi bakım işleminde zeminin tam olarak ne gibi etkilere maruz kaldığını belirlemek kolay değildir. Arazi bakım işleminden sonra hacim yoğunluğunu belirlemek için aşağıdaki denklem kullanılır (Williams ve ark. 1984).

$$\rho_t = \rho_{t-1} - [(\rho_{t-1} - 0.667 \rho_c) T_{ds}] \quad (6.9)$$

Burada ρ_t , arazi bakım işlemi sonrasındaki hacim yoğunluğu

ρ_{t-1} , arazi bakım işlemi öncesindeki hacim yoğunluğu;

ρ_c , 0.033 Mpa gerilme altında konsolide olmuş zemin hacim ağırlığı (kg/m^3);

T_{ds} , arazi bakım işleminden dolayı tahrip edilen zemin yüzeyi bileşenidir.

Konsolide olmuş zemin hacim yoğunluğu ise şu denklemle elde edilir.

$$\rho_c = (1.514 + 0.25 S - 13.0 S O - 6.0 C O - 0.48 C CEC_r) 10^3 \quad (6.10)$$

Burada CEC_r , katyon değişim kapasitesi oranıdır.

Kilin katyon değişim kapasitesi oranı bileşeni şu denklem ile bulunur.

$$CEC_c = CEC - O (142 + 170 D_g) \quad (6.11)$$

$$CEC_r = CEC_c / C \quad (6.12)$$

Burada CEC zemin katyon değişim kapasitesi ($\text{meq}/100\text{g}$)

D_g , yüzeyden ortalama derinliktir (m).

Wepp ortalama arazi bakım işlemi derinliğinin 0.2 m civarında olduğunu kabul eder. RR_0 , T_{ds} ve RH_0 parametreleri tablolardan elde edilmektedir.

6.3.1.3.2. Zemin su muhtevası etkileri

Zemin yumuşama noktasında iken ρ_d hacim ağırlığı şu şekilde bulunur.

$$\rho_d = [-0.24 + 0.01 \rho_c + 1.55 C CEC_r + C^2 CEC_r^2 - 1.1 CEC_r^2 C - 1.4 O] \times 10^3 \quad (6.13)$$

6.3.1.3.3. Yağış konsolidasyonu

Düz yüzeyli bir zemin yağışın etkisiyle konsolidasyona uğrar ve dolayısıyla zemin hacim yoğunluğunu artırır. Bu şu şekilde hesaplanır (Onstad 1984).

$$\rho_d = \rho_t + \Delta\rho_{rf} \quad (6.14)$$

Burada ρ_d , yağıştan sonra hacim yoğunluğu (kg/m^3)

ρ_t , arazi bakım işlemi sonrasındaki hacim yoğunluğu;

$\Delta\rho_{rf}$, konsolidasyona göre hacim yoğunluğundaki artıştır.

$$\Delta\rho_{rf} = \Delta\rho_{mx} \frac{R_c}{0.01 + R_c} \quad (6.15)$$

Burada $\Delta\rho_{mx}$, yağış ile hacim yoğunluğundaki maksimum artış

R_c , arazi bakım işlemi sonrasındaki toplam yağış yüksekliğidir (m).

$$\Delta\rho_{mx} = 1650 - 2900 C + 3000 C^2 - 0.92 \rho_t \quad (6.16)$$

Eğer $\Delta\rho_{mx}$ değeri sıfırdan küçük bir değer olursa bu değer sıfır alınır.

6.3.1.4. Boşluk oranı

Toplam zemin boşluğu zemin hacim yoğunluğundan faydalanarak şu şekilde bulunur.

$$\phi_t = 1 - \rho_t / 2650 \quad (6.17)$$

Zemin içine nüfuz etmiş hava hacmi (F_a) için şu denklem kullanılır.

$$F_a = 1.0 - [(3.8 + 1.9 C^2 - 3.365 S + 12.6 CEC_r C + 10 O (S/2)^2) / 100] \quad (6.18)$$

Zemindeki kaba parçalar için düzeltme (F_{cf}) şu şekilde yapılır.

$$F_{cf} = 1 - V_{cf} \quad (6.19)$$

Burada V_{cf} , kaba parçaların hacimsel oranıdır ve şu şekilde hesaplanır.

$$V_{cf} = \frac{M_{cf} \frac{\rho_t}{1000}}{2.65(1 - M_{cf})} \quad (6.20)$$

Burada M_{cf} , kaba parçaların ağırlık oranıdır.

Son olarak etkili zemin boşluk oranı (ϕ_e) şu şekilde bulunur.

$$\phi_e = \phi_t F_a F_{cf} \quad (6.21)$$

6.3.1.5. Sızma parametreleri

Sızma için anahtar parametre etkili hidrolik iletkenliktir (K_e). Bu parametre doygun zeminin iletkenliği ile ilgilidir.

6.3.1.5.1. Tarım arazisi başlangıç etkili iletkenliği

Başlangıç etkili iletkenlik (K_b) değeri için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$K_b = -0.265 + 0.0086 (100 S)^{1.8} + 11.46 CEC^{-0.75} \quad (6.22)$$

Eğer zemin % 40 dan az kil muhteva ediyor ise şu denklem kullanılır.

$$K_b = 0.0066e^{\left(\frac{2.44}{c}\right)} \quad (6.23)$$

Etkili hidrolik iletkenlik için birçok düzeltme yapılmaktadır. Bunlar tarım arazisi geçici değişkenlik durumu için yapılan temel etkili iletkenlik düzeltmeleri, Ekilmemiş arazi için yapılan etkili iletkenlik düzeltmeleri ve hasat zamanı için yapılan etkili iletkenlik düzeltmeleridir.

6.3.1.5.2. Tarım arazisinde zamandan bağımsız etkili hidrolik iletkenlik değerleri

Bu durum için K_e girdi değeri zemin tipi ve arazi kullanım durumu için tanımlanmalıdır.

Hesaplama süreci iki adımdan oluşmaktadır. Birinci adımda ekilmemiş toprak için bir K_{ef} değeri hesaplanır. Bu hesaplama aşağıdaki gibi yapılmaktadır. Formüllerdeki S değeri için sadece zeminin 20 cm kalınlığındaki tabakasında bulunan kum miktarı göz önüne alınır.

Çizelge 6.7. K_{ef} ile çarpılacak katsayılar

Bitki Örtüsü Tipi	Hidrolojik Zemin Gurubu		
	A	B,C	D
Ekilmemiş	1.00	1.00	1.00
Uygun Arazi Bakımı - Buğday	1.35	1.58	1.73
Uygun Arazi Bakımı – Soya fasulyesi	1.39	1.70	2.00
Sade Arazi Bakımı – Buğday	1.48	1.79	2.21
Sade Arazi Bakımı – Soya Fasulyesi	1.50	1.91	2.49
Küçük Hububat	1.84	2.14	2.48
Kaba Yonca	2.86	3.75	6.23
Mera (Otlatılmış)	3.66	4.34	5.96
Çayır (Çimenli)	6.33	9.03	15.5

Hidrolojik Zemin Gurubu

Formül

$$A \quad K_{ef} = 14.2 \quad (6.24)$$

$$B \quad K_{ef} = 1.17 + 7.2 S \quad (6.25)$$

$$C \quad K_{ef} = 0.50 + 3.2 S \quad (6.26)$$

$$D \quad K_{ef} = 0.34 \quad (6.27)$$

İkinci adımda ise bulunan K_{ef} değeri arazi kullanım durumu için hazırlanan Çizelge 6.7'den alınan değer ile çarpılarak K_e değeri hesaplanır.

Kumlu tın ve tın B, kumlu killi tın ise C zemin gurubuna girmektedir (Wanielista ve Ark. 1997). Kumlu tın topraklarda genelde kuru tarım yapılmakta olduğundan K_{ef} çarpanı sade arazi bakımı ve buğday için alınmıştır. Tın topraklarda da genelde kuru tarım yapılmakta olduğundan K_{ef} çarpanı sade arazi bakımı ve buğday için alınmıştır. Kumlu killi tın topraklar ise genelde mera ve ormanlık arazi içerisinde bulunduğu için K_{ef} çarpanı mera için alınmıştır. Zeminler için K_e değeri hesaplanması aşağıdaki gibi yapılmıştır. Programda ise deneylerden elde edilen sonuçlar kullanılmıştır.

$$K_{ef}(\text{kumlu tın}) = 1.17 + 7.2 \times 0.54 = 5.058$$

$$K_e(\text{kumlu tın}) = 5.058 \times 1.79 = 9.054 \text{ mm/h}$$

$$K_{ef}(\text{tın}) = 1.17 + 7.2 \times 0.58 = 5.346$$

$$K_e(\text{tın}) = 5.346 \times 1.79 = 9.569 \text{ mm/h}$$

$$K_{ef}(\text{kumlu killi tın}) = 0.50 + 3.2 \times 0.50 = 2.1$$

$$K_e(\text{kumlu killi tın}) = 2.1 \times 4.34 = 9.114 \text{ mm/h}$$

Tarım arazisi için, zamandan bağımsız durum için tarım arazisi kütle boşluğu etkili iletkenlik düzeltmeleri ve iletkenlik değerleri için donma çözünme düzeltmeleri yapılır.

6.3.1.6. İçsel erodibilite parametreleri

6.3.1.6.1. Tarım arazisi başlangıç içsel erodibilitesi

Wepp modeli zemin erodibilite giriş değerlerine karşı çok hassastır. Programa bir başlangıç içsel erodibilite değeri (K_{ib}) girilir. Bu değer yeni arazi bakım işlemi yapılmış bir zeminin erodibilitesini tanımlamalıdır. Eğer bu değer için 0 girilirse başlangıç içsel erodibilite değeri 5300000 kgs/m^4 olarak ayarlanır. Erodibilite parametrelerinin hesaplanabilmesi için bir seri deney yapılmıştır (Elliott ve ark. 1989).

Tarım arazisi için eğer bir zemin % 30 yada daha fazla kum içeriyorsa başlangıç içsel erodibilite değeri şu şekilde hesaplanır.

$$K_{ib} = 2728000 + 19210000 vfs \quad (6.28)$$

Burada vfs , zemin yüzeyindeki çok ince kum miktarıdır.

Eğer zemin % 30 dan daha az miktarda kum içeriyorsa başlangıç içsel erodibilite değeri şu şekilde hesaplanır.

$$K_{ib} = 6054000 - 5513000 C \quad (6.29)$$

Tarım Arazisi Başlangıç İçsel Erodibilitesi için gölge etkileri, yeryüzü örtüsü, kökler, ıslanma – kabuklanma, içsel eğim ve donma – çözünme olayları dolayısıyla çeşitli düzeltme ve hesaplar yapılmaktadır.

6.3.1.6.2. Mera alanları başlangıç içsel erodibilitesi

Bu değer şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$K_i = 1000 [1810 - 1910 S - 6327 O - 846 \theta_{fc}] \quad (6.30)$$

Burada K_i , bir mera alanı için başlangıç içsel erodibilite parametresi (kgs/m^4)

θ_{fc} , zeminin 0.033 MPa gerilme altındaki su muhtevasıdır.

Eğer hesaplanan K_i değeri 10000 den küçük olursa bu değer için 10000, eğer 2000000 dan büyük olursa bu değer için 2000000 değeri atanır.

Mera Alanları Başlangıç İçsel Erodibilitesi için yeryüzü örtüsü ve donma – çözünme olayları dolayısıyla çeşitli düzeltme ve hesaplar yapılmaktadır.

6.3.1.7. Dere erodibilite parametreleri

6.3.1.7.1. Başlangıç dere erodibilitesi ve tarım arazisi için kritik kayma gerilmesi

Wepp modeli başlangıç dere erodibilitesi ve kritik kayma gerilmesi giriş değerlerine karşı çok hassastır. Başlangıç dere erodibilitesi (K_{rb}) ve başlangıç hidrolik kritik kayma gerilmesi (τ_{cb}) değerleri zemin girdi dosyasında kullanıcı tarafından tanımlanmalıdır. Eğer bu değerler 0 olarak girilirse Wepp tarafından K_{rb} değerini 0.0115 s/m, τ_{cb} değerini ise 3.1 Pa olarak düzeltir. K_{rb} ve τ_{cb} parametrelerinin hesaplanabilmesi için bir seri deney yapılmıştır (Elliott ve ark. 1989).

% 30 yada daha fazla kum içeren bir tarım arazisi yüzey zemini için K_{rb} ve τ_{cb} değerleri şu şekilde hesaplanır.

$$K_{rb} = 0.00197 + 0.03 vfs + 0.03863 e^{-184 O} \quad (6.31)$$

$$\tau_{cb} = 2.67 + 6.5 C - 5.8 vfs \quad (6.32)$$

% 30 dan az kum içeren bir tarım arazisi yüzey zemini için K_{rb} ve τ_{cb} değerleri ise şu şekildedir.

$$K_{rb} = 0.0069 + 0.134 e^{-20 C} \quad (6.33)$$

$$\tau_{cb} = 3.5 \quad (6.34)$$

Başlangıç dere erodibilitesi (K_{rb}) değeri için birikmiş atıklar, kökler, ıslanma – kabuklanma ve donma - çözünme gibi nedenlerden dolayı bazı düzeltmeler yapılmaktadır. Aynı şekilde başlangıç hidrolik kritik kayma gerilmesi (τ_{cb}) değerleri için de rasgele pürüzlülük, ıslanma – kabuklanma ve donma - çözünme gibi nedenlerden dolayı bazı düzeltmeler yapılmaktadır.

6.3.1.7.2. Başlangıç dere erodibilitesi ve mera alanları için kritik kayma gerilmesi

Mera alanları için başlangıç dere erodibilitesi (K_r) şu şekilde bulunur (Simanton ve ark. 1987).

$$K_r = 0.0017 + 0.0024xC - 0.0088xO - \frac{0.00088\rho_d}{1000} - 0.00048xRt \quad (6.35)$$

Burada Rt , zemin yüzeyinden 10 cm derinliğe kadar ve 1 m² lik alandaki kök kütlesi toplamıdır (kg/m²).

Mera alanları için kritik kayma gerilmesi değeri (τ_c) ise şu şekilde bulunur.

$$\tau_c = 3.23 - 5.6xS - 24.4xO + \frac{0.9\rho_d}{1000} \quad (6.36)$$

Bu değerler içinde önceki bölümde bahsedilen bazı düzeltmeler yapılmaktadır.

6.4. Havza Eğim Yüzeyi Hidrolojisi

Wepp eğim yüzeyi hidrolojisi bileşenin öncelikli amacı erozyon bileşenini yağış fazlası meydana gelen süreç, bu süreç içerisinde yağış yoğunluğu, akış hacmi ve pik akış oranı ile desteklemektir. İkinci amacı ise sızma, akış iletimi ve erozyon parametrelerini güncellemekte kullanılan su dengesi, bitki büyümesi ve artık madde bozunması olayları için yüzeyden zemine sızan suyun miktarının hesaplanmasıdır.

6.4.1. Sızma

Ortalama sızma oranı f_i (m/s) şu şekilde hesaplanır (Mein ve Larson 1973).

$$f_i = \frac{F_i - F_{i-1}}{t_i - t_{i-1}} \quad (6.37)$$

Burada i ve $i-1$, alt indisleri anlık ve bir önceki zamanı (s)

F , toplam sızma yüksekliğini (m) gösterir.

Verilen bir zaman aralığında eğer göllenme oluşup oluşmayacağı bir C_u (m) parametresinden faydalanılarak hesaplanır (Chu 1978).

$$C_u = R_i - V_i \left(\frac{K_e \Psi \theta_d}{r_{i-1} - K_e} \right) \quad (6.38)$$

Burada R , toplam yağış yüksekliği (m)

V , toplam yağış fazlası yüksekliği (m);

K_e , etkili doygun hidrolik iletkenlik (m/s);

Ψ , ortalama kılcallık kapasitesi (m);

θ_d , zemin buharlaşma açığı(m/m);

r , yağış hızıdır (m/s).

Zemin buharlaşma açığı şu şekilde hesaplanır.

$$\theta_d = \eta_e - \theta_e \quad (6.39)$$

Burada η_e , etkili porozite (m/m)

θ_e , ilk hacimsel su muhtevasıdır (m/m).

Toplam yağış fazlası yüksekliği ise şu şekilde hesaplanır.

$$V_i = R_i - F_i \quad (6.40)$$

Eğer C_u pozitif ise zaman aralığının sonu gelmeden gölleşme oluşur. Eğer negatif ise gölleşme oluşmaz. Gölleşme zamanı t_g (s)ise şu şekilde hesaplanır.

$$t_g = \left(\frac{K_e \Psi \theta_d}{r_{i-1} - K_e} - R_{i-1} + V_{i-1} \right) \frac{1}{r_{i-1}} + t_{i-1} \quad (6.41)$$

Eğer bir zaman aralığı içerisinde gölleşme oluşuyorsa toplam sızma yüksekliği şu şekilde hesaplanır.

$$K_e t_c = F_i - \Psi \theta_d \ln \left[1 + \frac{F_i}{\Psi \theta_d} \right] \quad (6.42)$$

Denklem 5.42 deki t_c zamanı ise şu şekilde hesaplanır.

$$t_c = t_i + \frac{R_{ip} - V_{i-1} - \Psi \theta_d \ln \left(1 + \frac{R_{ip} - V_{i-1}}{\Psi \theta_d} \right)}{K_e} - t_p \quad (6.43)$$

Burada R_{ip} , gölleşme anındaki toplam yağış miktarıdır.

Gölleşme zamanı sonu için zaman aralığı süresince C_p göstergesi yüzeyin zaman aralığı başında gölleşmiş olduğunu kabul eder ve şu şekilde hesaplanır.

$$C_p = R_i - F_i - V_i \quad (6.44)$$

Eğer C_p pozitif ise gölleşme devam eder, eğer negatifse zaman aralığı içerisinde bir noktada gölleşme durur. Zaman aralığı içerisinde gölleşme olmaz ise toplam sızma şu şekilde bulunur.

$$F_i = R_i - V_{i-1} \quad (6.45)$$

5.4.2. Yağış Fazlası

Yağış miktarı sızma kapasitesini aştığında yüzeyde gölcükler oluşur bu da yağış fazlasının olduğunu gösterir. Yağış fazlası hesaplamaları sızma hesaplamaları ile beraber ele alınır ve şu şekilde yapılır.

$$\begin{aligned} V_i &= R_i - F_i && \text{eğer} && r_i > f_i \text{ ve } F_i < S_p \\ V_i &= V_{i-1} && \text{eğer} && r_i \leq f_i \text{ ve } F_i < S_p \\ V_i &= R_i && \text{eğer} && F_i \geq S_p \end{aligned} \quad (6.46)$$

Burada S_p , en üst iki zemin katmanı içerisindeki su depolaması üst limitidir (m) ve şu şekilde hesaplanır.

$$S_p = K_{\min} D_r + \max \left(0, \sum_{j=1}^2 (UL_j - ST_j) \right) \quad (6.47)$$

Burada K_{\min} , iki tabakanın minimum doygun hidrolik iletkenliği (m/s)

D_r , yağış zamanı (s);

UL_j , zemin buhar depolaması üst limiti (m);

ST_j , o anki zemin buhar depolamasıdır (m).

Eğer bir yağış olayı sırasında toplam sızma S_p yi geçerse yağışın geriye kalan kısmı yağış fazlası olur.

Denklem 5.46 ile hesaplanan yağış fazlası, son olarak zemine sızan, topoğrafyadaki mikro değişikliklerden kaynaklanan, yağış fazlasının bir kısmı olarak tanımlanan çukur birikim miktarı için azaltılır. Çukur birikmesi akış miktarlarını ve oranlarını önemli bir şekilde etkileyebilir. Bu azaltma düzeltmesi şu şekilde yapılır.

$$\begin{aligned} V_i &= 0 && \text{eğer} && V_i \leq S_d \\ V_i &= V_i - S_d && \text{eğer} && V_i > S_d \end{aligned} \quad (6.48)$$

Burada S_d , maksimum çukur birikimidir (m).

Çukur birikiminin akış başlamadan tamamlandığı kabul edilir. Maksimum çukur birikimi şu denklem ile elde edilir (Onstad 1984).

$$S_d = 0.112r_r + 3.1r_r^2 - 1.2r_r S_0 \quad (6.49)$$

Burada r_r , rasgele pürüzlülük (m)

S_0 , akış yüzeyinin eğimidir (m/m).

Yukarıda yapılan hesaplamalar ve düzeltmelerden sonra bir zaman aralığı için bir ortalama yağış fazlalık oranı v_i (m/s) şu şekilde hesaplanır.

$$v_i = \frac{V_i - V_{i-1}}{t_i - t_{i-1}} \quad (6.50)$$

6.5. Havza Su Dengesi ve Süzülme

Wepp modelinin su dengesi ve süzülme bileşenleri iklim, sızma ve bitki büyümesi bileşeninden veriler alarak kök bölgesindeki zemin su muhtevasını ve simülasyon süreci boyunca toplam buharlaşmayı hesaplamak için tasarlanmıştır. Bu hesaplamalar için zaman aralığı yirmi dört saattir. Wepp su dengesi bileşeni bir çok algoritma kullanır.

Wepp eğim modeli sızma, akış dağılımı, zemin buharlaşması bitki terlemesi, kar erimesi ve sızıntıyı dikkate alır (Şekil 6.14). Model günlük olarak sürekli bir su dengesini aşağıdaki denklemi kullanarak korur.

$$\Theta = \Theta_{in} + (P - I) \pm M - Q - ET - D - Q_d \quad (6.51)$$

Burada Θ , verilen bir günde kök bölgesindeki su muhtevası (m),

Θ_{in} , kök bölgesi ilk su muhtevası (m)

P , toplam yağış (m);

I , bitki yağış engellemesi (m);

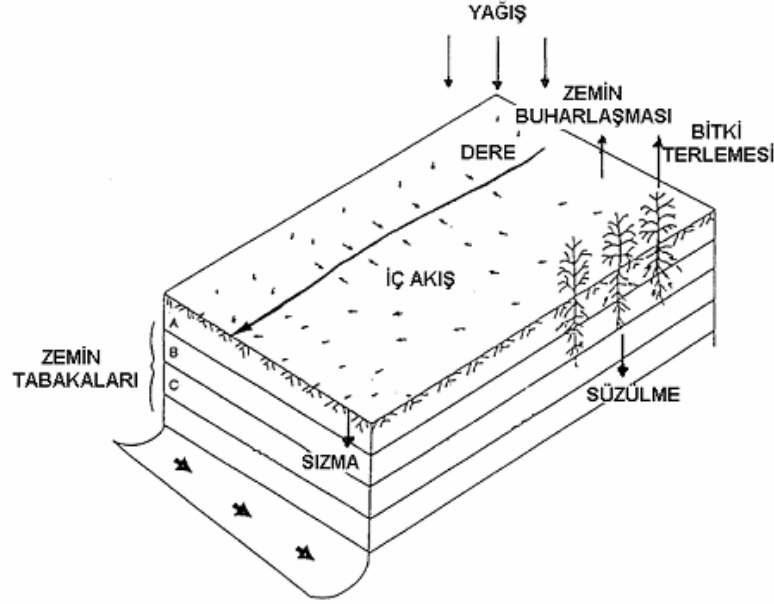
M , kar su içeriği (m);

Q , toplam yüzey akışı miktarı (m);

ET , toplam buharlaşma (m);

D , kök bölgesi altındaki toplam süzülme (m);

Q_d , yüzey altı yanal akışı gösterir.



Şekil 6.14. Su dengesi süreçleri

6.6. Havza Yüzey Akış Hidroliği

Wepp modeli bileşenlerinin çalışabilmesi için hidrolik parametrelerin uygun bir şekilde tanımlanması gerekir. Yüzey akışının dağılımı uygun sürtünme katsayılarının kullanımını gerektirir. Aynı zamanda doğru hidrolik hesaplamalar erozyon süreci içinde önemli bir yer oluşturmaktadır.

Akım karakteristiklerini tanımlamak için genellikle Darcy-Weisbach denkleminde faydalanılır (Chow 1959). Düzenli akış koşulları altında Darcy-Weisbach sürtünme katsayısı f şu şekilde hesaplanır.

$$f = \frac{8gRS}{V^2} \quad (6.52)$$

Burada g , yerçekimi ivmesi (m/s^2)

R , hidrolik yarıçap (m);

S , ortalama eğim;

V , akış hızıdır (m/s).

f boyutsuz bir parametredir. Wepp modelinde hidrolik katsayıların hesaplanmasında kullanılan bazı denklemler aşağıda verilmiştir. İç ve dere alanları için ayrı ayrı Darcy-Weisbach sürtünme katsayısı hesaplamaları yapılır. İç

ve dere alanlarının bir ortalaması olarak tarım arazisi için toplam bir sürtünme katsayısı (f_e) aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$f_e = f_r A_r + f_i (1 - A_r) \quad (6.53)$$

Burada f_r , dere toplam sürtünme katsayısı

f_i , iç bölge toplam sürtünme katsayısı;

A_r , derelerdeki toplam alan bileşenidir.

6.6.1. Tarım Arazisi Pürüzlülük Katsayıları

Derelerdeki kayma gerilmesi iki kısma ayrılır. Birinci kısım zemine etkileyen ve zemin ayrışmasına sebep olan kısımdır. Diğer kısım ise korunmasız artıklar üzerine yada diğer yüzey örtüsüne etki eden kısımdır ki bu zemin ayrışması üzerine etkili değildir. Kayma gerilmesinin zemine etkileyen ve erozyona sebep olan kısmı, zemin için olan sürtünme katsayısının toplam sürtünme katsayısına oranı ile bağlantılıdır. Dere alanları için toplam sürtünme katsayısı f_r şu şekilde hesaplanır.

$$f_r = f_{sr} + f_{cr} + f_{live} \quad (6.54)$$

Burada f_{sr} , dere yüzey pürüzlülüğü için sürtünme katsayısı

f_{cr} , dere yüzey atıkları için sürtünme katsayısı;

f_{live} , akışın yavaşlamasına sebep olan bitkiler için sürtünme katsayısıdır.

Yapılan deneyler sonucunda dere yüzey pürüzlülüğü katsayısı (f_{sr}) için 1.11 değeri elde edilmiştir (Gilley ve ark. 1990).

Yine yapılan deneyler sonucunda f_{cr} değeri için aşağıdaki bağıntı elde edilmiştir (Gilley ve ark. 1991).

$$f_{cr} = 4.5 r_c^{1.55} \quad (6.55)$$

Burada r_c , derenin artık madde tarafından kaplı olan bileşenidir.

f_{live} değerleri yonca ve çim kullanılan deneylerden elde edilmiştir. f_{live} değerinin maksimum değeri (f_{livmx}) yonca ve çimen için 12, buğday için ise 3 olarak kabul edilmiştir. f_{live} değeri için bitki gölge yüksekliğine bağlı doğrusal bir fonksiyon elde edilmiştir.

$$f_{live} = (Cn / h \max) f_{livmx} \quad (6.56)$$

Burada Cn , bitki gölge yüksekliği

$Hmax$, bitki gölge maksimum yüksekliğidir.

Yukarıda verilen denklemler tarım arazisi dereleri için pürüzlülük katsayılarının bulunması içindir. Benzer şekilde tarım arazisi iç bölge pürüzlülük katsayısı hesapları, mera alanları dereleri için pürüzlülük katsayısı hesapları ve mera alanları iç bölge pürüzlülük katsayısı hesapları yapılır.

Tarım arazilerinde yüzeyin bitki artıkları ile kaplı olması yada mera alanlarının çöp veya organik artıklar ile kaplı olması dere ve iç bölge sürtünme katsayılarını etkiler. Arazi bakım işlemi, hasat, otlatma yada yakma olayları bitkisel örtüyü azaltabilir. Sürtünme katsayıları aynı zamanda gölge kaplaması ve yüksekliğinin çeşitliliği nedeni ile de farklılıklar gösterebilirler.

Arazi bakım işlemi etkisiyle azalan zemin pürüzlülüğü nedeni ile iç bölgelerde sürtünme katsayıları ani değişiklikler gösterebilir. Çeşitli arazi bakım işlemi etkileriyle zemin pürüzlülük değerleri değişkenlik gösterirler. Aynı zamanda yağış da sürtünme katsayılarının azalmasına sebep olabilir.

6.6.2. Dere Sıklığı ve Genişliği

Yapılan deneylerle dere sıklığı, akış oranları ve genişlikleri ölçülmüştür. Deneyler sonucunda yaklaşık dere sıklığı 1.0 dere/m bulunmuştur (Gilley ve ark. 1990).

Yağış fazlası ve dere sıklığı biliniyor ise dere akış oranı Q_e hesaplanabilir ve dere genişliği w aşağıdaki gibi elde edilebilir (Gilley ve ark. 1990).

$$w = 1.13Q_e^{0.303} \quad (6.57)$$

6.7. Havza Eğim Erozyonu Bileşeni

Bu bölümde sediment sürekliliği, ayrışma, birikim, derelerdeki kayma gerilmesi ve taşıma kapasitesi parametreleri için etkili denklemler anlatılmıştır.

6.7.1. Etkili Parametreler

6.7.1.1. Sediment süreklilik denklemi

Bir deredeki sedimentin hareketini tanımlamak için durgun hal sediment süreklilik denklemi kullanılır.

$$\frac{dG}{dx} = D_f + D_i \quad (6.58)$$

Burada x , eğim mesafesi (m)

G , sediment yükü (kg/s.m);

D_i , dere içsel sediment taşıma iletimi (kg/s.m²);

D_f , dere erozyon oranıdır (kg/s.m²).

D_i nin x den bağımsız olduğu düşünülür ve bu değer her zaman pozitifdir. Dere erozyonu D_f ayrışma için negatif, birikme için ise pozitifdir. D_i ve D_f dere alan esasına göre hesaplanır. Böylece G sediment yükü birim genişlik için hesaplanmış olur.

Derelerdeki net zemin ayrışması, hidrolik kayma gerilmesinin kritik kayma gerilmesine ulaştığı ve sediment yükünün sediment taşıma kapasitesinden düşük olduğu durum için hesaplanır. Dere ayrışması durumu için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$D_f = D_c \left(1 - \frac{G}{T_c}\right) \quad (6.59)$$

Burada D_c , dere akımının ayrıştırma kapasitesi (kg/s.m²)

T_c , deredeki sediment taşıma kapasitesidir (kg/s.m).

Dere akımı hidrolik kayma gerilmesi zemin kritik kayma gerilmesini aşarsa D_c ayrışma kapasitesi şu şekilde ifade edilir.

$$D_c = K_r (\tau_f - \tau_c) \quad (6.60)$$

Burada K_r , dere erodibilite parametresi (s/m)

τ_f , zemin parçacıkları üzerine etki eden akım kayma gerilmesi (Pa);

τ_c , dere ayrışması eşik parametresidir (Pa).

Akış kayma gerilmesi, zemin kritik kayma gerilmesinden küçük olduğu durumlarda dere ayrışması olmadığı kabul edilir.

Sediment yükü (G) sediment taşıma kapasitesinden (T_c) büyük olduğunda dere net birikim hesabı aşağıdaki denklem ile yapılır.

$$D_f = \frac{\beta V_f}{q} (T_c - G) \quad (6.61)$$

Burada V_f , etkili sediment düşüş hızı (m/s)

q , birim genişlik için debi (m^2/s);

β , yağmur damlası hareketi türbülans katsayısıdır.

Dere akımı üzerine düşen yağmur damlası için bu değişken 0.5, kar erimesi ve sulama gibi durumlar için ise 1.0 değerini alır.

6.7.1.2. Hidrolojik veriler

Erozyon modelinin çalışabilmesi için dört önemli parametreye ihtiyaç vardır. Bunlardan birincisi pik akış P_r (m/s), ikincisi etkili akış süresi t_r (s), üçüncüsü etkili yağış şiddeti I_e (m/s) ve dördüncüsü ise etkili yağış süresidir t_e (s).

Etkili akış süresi t_r şu şekilde hesaplanır.

$$t_r = \frac{V_t}{P_r} \quad (6.62)$$

Burada V_t , yağış olayı için toplam akış yüksekliğidir.

İçsel zemin kaybının hesaplanmasında kullanılan etkili yağış şiddeti ise şu şekilde hesaplanır.

$$I_e = \frac{\int I_b dt}{t_e} \quad (6.63)$$

Burada I_b , erozyon başlama noktası yağış şiddeti (m/s)

t , zaman (s);

t_e , yağış oranının sızma oranından büyük olduğu toplam süredir (s).

6.7.1.3. Akım kayma gerilmesi

Dere kayma gerilmesi, uniform, sabit eğime sahip bir uzunluk profilinin sonunda ve dikdörtgenel bir dere geometrisi kabulü ile hesaplanır.

Akımın dere içerisindeki derinliği derenin Darcy-Weisbach sürtünme faktörü, dere genişliği (w) ve ortalama eğimi (S) yardımı ile hesaplanır. Böylece hidrolik yarıçap da elde edilebilir. Uniform eğim sonunda zemin üzerine etki eden kayma gerilmesi τ_{ef} (Pa) şu şekilde hesaplanabilir (Foster 1982).

$$\tau_{ef} = \gamma R \sin \alpha \left(\frac{f_s}{f_t} \right) \quad (6.64)$$

Burada γ , suyun özgül ağırlığı ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}^2$);

α , uniform eğimin ortalama eğim açısı;

f_s , zemin sürtünme faktörü;

f_t , dere toplam sürtünme faktörüdür.

f_s/f_t oranı kayma gerilmesinin zemine etkileyen kısmı ile toplam hidrolik kayma gerilmesi arasındaki paylaşıma ifade eder ve bu parametre yüzey tabakasına etki eden kayma gerilmesini de içerir.

6.7.1.4. Sediment taşıma kapasitesi

Sediment taşıma kapasitesi sediment yükü gibi birim genişlik için hesaplanır. Sediment taşıma kapasitesi T_c , akış kayma gerilmesinin bir fonksiyonu olarak aşağıdaki basitleştirilmiş denklemden elde edilebilir (Yalın 1963).

$$T_c = k_t \tau_f^{3/2} \quad (6.65)$$

Burada τ_f , zemine etkileyen hidrolik kayma gerilmesi

k_t , taşıma katsayısıdır ($\text{m}^{1/2}/\text{s}^2 \cdot \text{kg}^{1/2}$).

Bölüm 5.3-5.7'de gösterilen hesaplamalar Wepp programı içerisinde yapılmaktadır. Bu sebeple bu parametrelerin hesaplamaları gösterilmemiştir. Sadece Wepp içerisinde önem verilen parametrelerden ve nasıl hesaplandıklarından bahsedilmiştir.

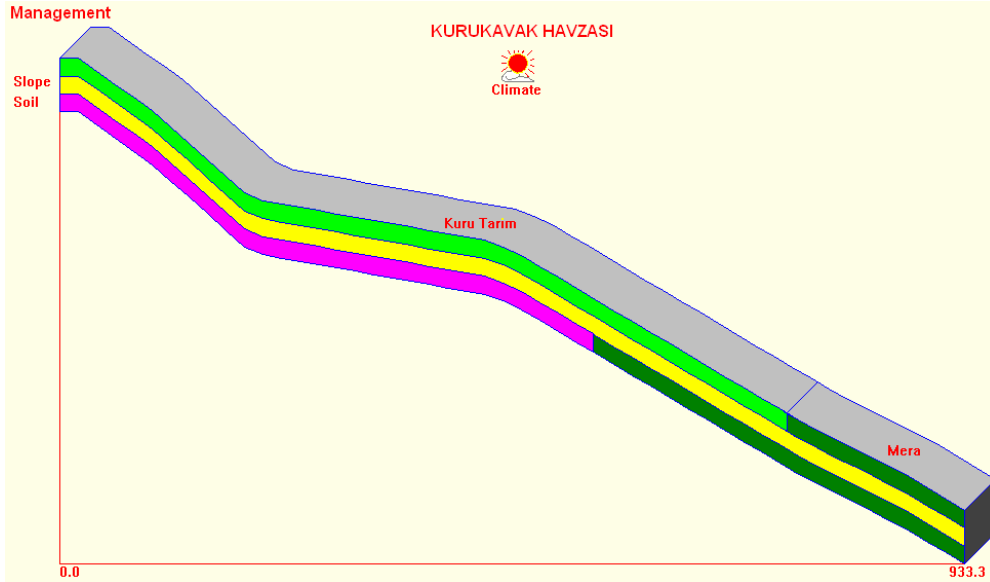
6.8. Havza Kanal Hidrolojisi ve Bazı Veriler

Wepp Programı havza bileşeninde oluşturulan alt havza ana suyolları için bir takım veriler istemektedir. İhtiyaç duyulan veriler ise ana su yolu genişliği, eğimi ve zemin yapısı hakkındaki verilerdir. Bu verilerde daha önce yapılan arazi çalışmalarından elde edilmişlerdir (Çizelge 6.5).

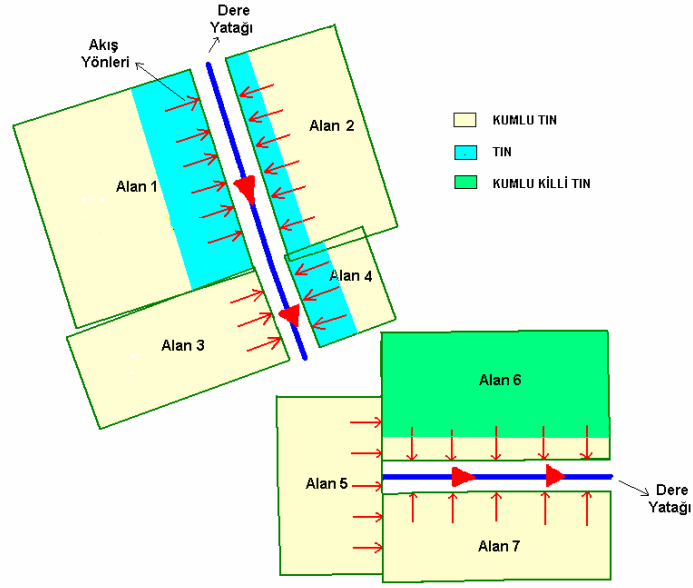
Çizelge 6.8. Havza ve ana suyolu karakteristikleri

Havza Alanı	4.25 km ²
Havza maksimum yüksekliği	1076 m
Havza minimum yüksekliği	830 m
Havza ortalama yüksekliği	953 m
Havza yönü	Batı - doğu
Ana suyolu uzunluğu	3750 m
Ana suyolu eğimi	% 4.44
Ana suyolu genişliği	2 m
Ana su yolu zemin tipi	Kumlu tın

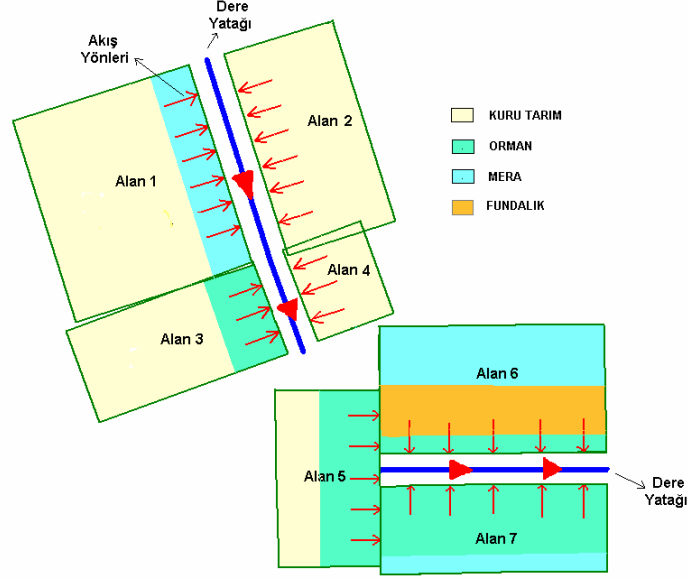
Havza bileşeninde daha önce eğim bileşeninde oluşturulan ve o alan ile ilgili zemin, eğim ve arazi kullanımı gibi tüm bilgileri içeren eğim profilleri bir araya getirilerek alt havzalar oluşturulur (Şekil 6.10) . Örnek olarak Alan 1 için oluşturulan eğim profili görünümü Şekil 6.15’de verilmiştir. Alt havzaların zemin tipi ve arazi kullanım durumları sembolik görünümleri Şekil 6.16 ve 6.17’de verilmiştir.



Şekil 6.15. Alan 1 eğim profili



Şekil 6.16. Alt havzalar zemin tipi sembolik görünümü



Şekil 6.17. Alt havzalar arazi kullanımı sembolik görünümü

Havza çıkışında bulunan savak yardımı ile yıllık sediment yükü için ölçümler yapılmaktadır. Her yıl bu savakta biriktirilen sediment temizlenerek ağırlığı hesaplanmaktadır (Şekil 6.18).

Yapılan çalışmalardan sonra programdan elde edilen sonuçlar iki farklı zemin girdisi için aşağıdaki gibidir.

I. grup zemin girdisi için Çizelge 6.9’da havzadan ölçülen değerler ile hesaplanan değerler verilmektedir. Görüldüğü üzere ölçülen değerler ile hesaplanan değerler arasında büyük farklılıklar söz konusudur. Bunun nedeni WEPP programının çözümü sırasında zemin içerisindeki silt miktarının kum ve kil yüzdelere katılarak hesap edilmesidir.

Çizelge 6.9. 1. Zemin girdisi için elde edilen sonuçlar

	Ölçülen	Hesaplanan		
		Alt Havza 1	Alt havza 2	TOPLAM
Alan	425 ha	231.4 ha	196.9 ha	428.3 ha
Sediment Yüğü	2.47 ton/yıl	116.7 ton/yıl	50.4 ton/yıl	167.1 ton/yıl

II. grup zemin girdisi için ise WEPP programının zemin bileşeninin orijinal çözüm mantığına müdahale edilmemesi nedeniyle ölçülen değerler ile hesaplanan değerler arasında bir uyumluluk meydana gelmektedir (Çizelge 6.10).

Çizelge 6.10. 2. Zemin girdisi için elde edilen sonuçlar

	Ölçülen	Hesaplanan		
		Alt Havza 1	Alt havza 2	TOPLAM
Alan	425 ha	231.4 ha	196.9 ha	428.3 ha
Sediment Yüğü	2.47 ton/yıl	1.5 ton/yıl	0.8 ton/yıl	2.3 ton/yıl



Şekil 6.18. Biriktirilip savaktan çıkartılan sediment

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Wepp erozyon tahmin modeli kullanılarak Kurukavak Deresi Havzası Erozyon ve sediment verimi bulunmaya çalışılmıştır. Çalışma üç bölümden oluşmuştur. İlk olarak Kurukavak deresi havzası hakkında gerekli bilgilerin toplanması, ikinci olarak bilgisayar ile modelleme çalışması ve son olarak ta bu iki etkinlikle beraber yürütülen izleme çalışmaları yapılmıştır.

Havzada daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen zemin yapısı ve havza hidrolojisi ile ilgili yeterince bilgi ve parametre bulunmasına rağmen arazi kullanım durumu ve yıl içerisinde bitki örtüsü değişimi hakkında daha fazla parametreye ihtiyaç duyulmuştur. Bunun sebebi ise Wepp erozyon tahmin programının dinamik olarak yılın her günü için gerçek simülasyon teorisi ile çalışmasıdır. Program kendi içerisinde birçok zemin, iklim ve arazi kullanım verileri içermektedir. Wepp Amerika'da yapılan çalışmalardan meydana getirilen bir program olduğu için içinde bulundurduğu verilerin tamamı Kuzey Amerika kıtası için mevcut olan değerlerdir. Program içerisinde hazırda bulunan ve Kurukavak Havzası arazi kullanımı ve bitki örtüsü ile benzer özellikler gösteren örnek modeller incelenerek, Kurukavak Havzasındaki arazi kullanımı ve bitki örtüsünün zamanla değişimi bilindiğinden en uygun benzer parametreler seçilerek kullanılmıştır.

Modelin hidrolojik simülasyonu için 2000 ve 2001 su yıllarına ait iki yıllık meteorolojik veriler kullanılmıştır. Model iklim ile ilgili verilere bir veri dosyası halinde ihtiyaç duymaktadır. Oluşturulan bu iki yıllık iklim veri dosyası Ek-1'de verilmiştir. Zemin, topoğrafik yapı, arazi kullanımı ve bitki örtüsü ile ilgili veriler ise yine dosyalar halinde fakat program içerisinde oluşturulmaktadır. Program bu verilere her eğim yüzeyi için ihtiyaç duymakta ve havza bileşeninde bu eğim yüzeyleri birleştirilerek alt havzalar elde edilmektedir.

Her alan parçası için oluşturulan eğim yüzeyleri ise alt havzaları oluşturulmaktadır (Şekil 6.10).

7.1. Sonuçlar ve Değerlendirme

Kurukavak deresi havzası yüksek eğimi dolayısıyla oldukça yoğun bir erozyona maruz kalmaktadır. Yapılan çalışmada bitki örtüsünün ve

granülometrinin erozyona etkisinin çok büyük olduğu anlaşılmaktadır. Benzer eğim profillerinde fakat farklı bitki örtüsüne sahip alanlardan elde edilen veriler bu önemi ortaya koymaktadır. Aynı şekilde benzer bitki örtüsüne sahip ve farklı granülometrideki zeminlerden elde edilen sonuçlarda bu yöndedir. Erozyon ile mücadelede de akla gelen ilk önlem bitki örtüsünü arttırmaktır. Tarım arazilerinde ise arazi bakım işleminin erozyonu arttırdığı görülmektedir.

Her bir alan için elde edilen eğim yüzeyleri için yapılan çalışmalarda akım değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmüş ve bu sebeple havza topraklarının çok geçirgen olduğu anlaşılmıştır. Havza geçirgen bir toprak yapısına sahip olduğundan ana suyunun besin kaynağı yüzey akışlarından çok yer altı akışıdır. Bu da erozyonu azaltan etmenlerden biridir.

I. grup zemin girdisi için Çizelge 6.9'da havzadan ölçülen değerler ile hesaplanan değerler verilemektedir. Görüldüğü üzere ölçülen değerler ile hesaplanan değerler arasında büyük farklılıklar söz konusudur. Bunun nedeni WEPP programının çözümü sırasında zemin içerisindeki silt miktarının kum ve kil yüzdelere katılarak hesap edilmesidir. Bu durum da bize granülometrinin erozyon üzerindeki etkisini açıkça göstermektedir. II. grup zemin girdisi için ise WEPP programının zemin bileşeninin orijinal çözüm mantığına müdahale edilmemesi nedeniyle ölçülen değerler ile hesaplanan değerler arasında bir uyumluluk meydana gelmektedir (Çizelge 6.10).

7.2. Öneriler

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre kullanılan Wepp erozyon tahmin modeli programı veri değerleri doğru hazırlandığı takdirde Kurukavak Havzası gibi küçük ölçekli havzalarda yaklaşık sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır. Küçük ölçekli havza çıkışlarında yapılacak su biriktirme haznelere için Wepp programı kullanılarak havzanın sediment verimi yaklaşık olarak bulunabilir. Fakat bu sonuçların güvenilirliği için karşılaştırmalar ve bazı kalibrasyon çalışmaları yapılmalıdır.

Tarımsal üretim ve bitki örtüsünün erozyon üzerine etkisi düşünüldüğünde tarım arazisi yüzeylerinin sürekli bitki örtüsü ile koruma gibi bitki örtüsü modifikasyonlarıyla erozyon kontrolü sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- BOLRICH, D. ve PREISLER, A., *Technische Hydromechanik Band 1*, Verlag für Bauwesen, Berlin, Germany (1992).
- CHOW, V.T., *Open Channel Hydraulics*, McGraw-Hill Book Co., New York, NY., USA (1959).
- CHU, S.T., *Infiltration during an unsteady rain*, Water Resources Res. 14(3), 461-466 (1978).
- ERKEK, C., *Beitrag zur Berechnung des Geschiebertriebes in offenen Gerinnen mit beweglicher Sohle unter besonderer Berücksichtigung der Flachlandflüsse*, Mitt. Des Leichtweiss-Instituts der TH Braunschweig, Nr 17 (1967).
- ELLIOTT, W.J., LIEBENOW, A.M., LAFTEN J.M. ve KOHL K.D., *A Compendium of Soil Erodibility Data From WEPP Cropland Soil Field Erodibility Experiments 1987 & 1988*, NSERL Report, 3, USDA-ARS National Soil Erosion Research Lab., West Lafayette, IN., USA (1989).
- FLANAGAN, D.C. ve NEARING, M.A., (Editors), *USDA –Water erosion prediction project hillslope profile and watershed model documentation*, NSERL Report, 10, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, Indiana, USA (1995).
- FOSTER, G.R., *Modeling the erosion process*, Bölüm 8, C.T. Haan (ed.), Hydrologic Modeling of Small Watersheds, ASAE Monograph, 5, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI., 297-360 USA (1982).
- FOSTER G.R. ve LANE, L.J., *User requirement, USDA-Water Erosion Prediction Project (WEPP)*, NSERL Report, 1, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, W. Lafayette, USA (1987).
- FOSTER, G. R. ve MEYER L. D., *A closed-form soil erosion equation for upland areas*, H.W. Shen (Ed), Sedimentation: Symposium to honor Professor H.A. Einstein, Ft. Collins, CO, Bölüm 12:12.1-12.9 (1972).
- GARDE, R.J., ve RAJU, K.G.R., *Mechanics of Sediment Transport and Alluvial Stream Problems*, John Wiley & Sons, Inc. India (1987).
- GILLEY, J.E., KOTTWITZ, E.R. ve SIMANTON J.R., *Hydraulic characteristics of rills Trans, ASAE 33(6)*, 1900-1906 (1990).

GILLEY, J.E., KOTTWITZ, E.R. ve WIEMAN G.A., *Roughness coefficients for selected residue materials*, J. Irrig. Drain. Engr., ASCE **117(4)**, 503 - 514 (1991).

HENDRICK, R.L., FILGATE, B.D. ve ADAMS, W.M., *Application of environmental analysis to watershed snow melt*, J. Applied Meteorology **10**:418-429, USA (1971).

http-1: Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı, <http://www.tema.org.tr> (2005).

KNISEL, W.G. (ed.), *CREAMS: A field-scale model for chemicals, runoff and erosion from agricultural management systems*, USDA Conservation Research Report, No: 26, USDA-ARS, Washington, D.C, USA (1980).

LANE, L.J. ve FOSTER G.R., *Concentrated flow relationships*. In: Knisel, W. G. (Ed), *CREAMS: A field-scale model for chemicals, runoff, and erosion from agricultural management systems*, Conservation Research Report, **26**, USA (1980).

MEIN, R.G. ve LARSON, C.L., *Modeling infiltration during a steady rain*, Water Resources Research, **9(2)**, 384-394 (1973).

NICKS, A.D., *Generation of climate data*, D. G. DeCoursey (editor), Proc. of the Natural Resources Modelling Symp., Pingree Park, USA (1985).

ONSTAD, C.A., WOLF, M.L., LARSON, C.L. ve SLACK D.C., *Tilled soil subsidence during repeated wetting*, Trans, ASAE, **27(3)**, 733-736 (1984).

POTTER, K.N., *Soil properties effect on random roughness decay by rainfall*, Trans, ASAE, **33(6)**, 1889-1892 (1990).

RITCHIE, J.T., *A model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover*, Water Resources Res., **8(5)**, 1204-1213 (1972).

SHIELDS, A., *Adwendung der Ahnlichkeitsmechanik und der Turbulenzforschung auf die Geschiebebewegung*, Mitteilungen der Preussischen Versuchsanstalt für Wasser-, Erd- und Schiffbau, Nr. 26, (1936).

SIMANTON, J.R., WEST, L.T., WELTZ, M.A. ve WINGATE, G.D., *Rangeland experiment for the WEPP project*, ASAE Paper, **87-2545**, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI., USA (1987).

- TOMBUL, M., *Temsili hidrolojik havzalarda benzeşim kriterlerinin araştırılması ve modellenmesi*, Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Raporu, No:00261, Eskişehir (2004).
- U.S. Army Corps of Engineers, *Snow hydrology*, summary report of the snow investigations, North Pacific Division, Portland, OR, USA (1956).
- U.S. Army Corps of Engineers, *Runoff from snow melt*, Manual EM 1110-2-1406, U.S. Gov. Printing Office, Washington, D.C., USA (1960).
- WANIELISTA, M., KERSTEN, R. ve EAGLIN, R., *Hydrology: Water quantity and quality control* (1997).
- WILLIAMS, J.R., *The EPIC model*, V. P. Singh (Ed), Computer Models of Watershed Hydrology, 909-1000, Water Resources Publications, Littleton, CO, USA (1995).
- WILLIAMS, J.R., JONES, C.A. ve DYKE P.T., *A modeling approach to determining the relationship between erosion and soil productivity*, Trans. ASAE, **27(1)**,129-142 (1984).
- WISCHMEIER, W.H. ve SMITH, D.D., *Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning*, Agr. Handbook No: 537, U.S. Dept. of Agr., Washington, D.C., USA (1978).
- YALIN, M.S., *An expression for bed-load transportation*, Journal of Hydraulics Division, ASCE, **98(HY3)**, 221-250 (1963).

EKLER

EK-1 Oluşturulan İklim Veri Dosyası

```

4.30
1 0 0
Station: KURUKAVAK HAVZASI CLIGEN VERSION 4.3
Latitude Longitude Elevation (m) Obs. Years Beginning year Years simulated
40.10 29.70 830 44 1 2
Observed monthly ave max temperature (C)
4.1 8.1 12.5 17.1 21.6 26.6 28.0 27.5 21.5 16.1 9.4 4.9
Observed monthly ave min temperature (C)
-4.2 -1.4 2.4 5.1 8.6 12.4 14.0 14.8 11.4 6.3 1.8 -2.2
Observed monthly ave solar radiation (Langleys/day)
120.0 207.0 310.0 469.0 564.0 654.0 698.0 566.0 415.0 247.0 144.0 96.0
Observed monthly ave precipitation (mm)
32.9 51.4 72.3 99.6 76.7 24.1 22.4 27.5 52.0 66.8 73.4 148.0
da mo year prcp dur tp ip tmax tmin rad w-vl w-dir tdew
(mm) (h) (C) (C) (l/d) (m/s)(Deg) (C)
1 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 1.5 -3.0 52. 2.2 223. -0.9
2 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 -4.1 -7.1 91. 3.5 162. -5.7
3 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 -1.7 -6.7 140. 4.4 100. -19.0
4 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 13.8 -7.9 113. 0.0 0. -18.3
5 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 3.6 -0.7 86. 5.2 228. -0.2
6 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 11.5 5.7 79. 4.4 236. 1.3
7 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 -1.5 -4.7 99. 5.0 126. -7.2
8 1 1 1.1 0.30 0.03 5.22 10.3 2.6 143. 3.2 170. -5.8
9 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 4.3 3.8 137. 1.6 51. -2.6
10 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 7.0 -4.7 128. 0.0 0. 0.0
11 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 6.9 -6.9 153. 0.0 0. -5.8
12 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 0.5 -5.8 176. 0.0 0. -2.8
13 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 -2.2 -5.3 115. 0.0 0. -3.9
14 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 -5.4 -7.9 81. 5.9 205. -11.4
15 1 1 4.9 2.00 0.05 4.48 -3.5 -6.3 94. 0.0 0. -20.7
16 1 1 0.3 0.20 0.03 33.30 -1.4 -5.7 98. 2.0 136. -13.9
17 1 1 2.4 1.00 0.06 7.50 3.3 1.1 116. 1.8 260. -11.7
18 1 1 2.1 1.00 0.06 8.57 5.0 -8.3 103. 0.0 0. -13.7
19 1 1 1.8 1.50 0.08 11.25 8.9 -8.9 89. 5.8 173. -5.1
20 1 1 0.5 0.08 0.04 8.00 -9.8 -11.4 106. 2.2 305. -20.4
21 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 11.0 -7.3 81. 2.1 135. 1.7
22 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 1.5 -2.4 83. 0.0 0. -5.3
23 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 7.9 7.8 87. 4.2 174. -2.6
24 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 0.1 -0.6 141. 2.6 181. -22.9
25 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 9.1 -4.8 134. 9.6 129. 2.0
26 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 10.7 2.8 172. 2.3 326. 6.5
27 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 0.3 -3.2 126. 1.0 183. -1.6
28 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 11.5 5.0 113. 3.5 214. -15.6
29 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 19.9 4.3 148. 2.3 187. -3.9
30 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 5.4 -5.2 123. 4.8 167. -14.4
31 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 16.5 -4.4 118. 2.4 190. 5.8
1 2 1 0.0 0.00 0.00 0.00 -1.9 -4.0 230. 2.2 88. -3.1
2 2 1 4.9 2.00 0.15 4.48 7.6 -4.0 219. 6.6 214. -7.0
3 2 1 7.4 3.00 0.09 2.84 17.3 6.9 237. 0.7 130. 4.8
4 2 1 1.6 0.20 0.05 6.25 6.8 -0.3 240. 7.9 151. -16.7
5 2 1 0.0 0.00 0.00 0.00 11.3 1.2 228. 3.0 94. 3.6
6 2 1 0.0 0.00 0.00 0.00 -0.7 -4.2 197. 5.3 140. -2.6
7 2 1 0.0 0.00 0.00 0.00 13.8 -3.4 204. 3.2 177. -1.6
8 2 1 0.0 0.00 0.00 0.00 13.1 7.0 225. 5.4 217. 0.7
9 2 1 0.0 0.00 0.00 0.00 4.7 0.8 133. 3.7 101. -15.4
10 2 1 0.0 0.00 0.00 0.00 10.1 1.4 200. 3.8 277. 2.9
11 2 1 0.0 0.00 0.00 0.00 18.0 7.2 242. 5.5 298. -14.2
12 2 1 0.0 0.00 0.00 0.00 -6.2 -8.5 221. 4.0 224. -7.4
13 2 1 0.5 0.60 0.17 28.80 1.3 -2.5 234. 5.3 226. -0.8
14 2 1 3.4 1.80 0.07 5.82 9.7 -0.6 223. 5.5 42. -1.2

```

15	2	1	9.3	6.00	0.16	2.26	12.0	5.3	208.	0.0	0.	-5.7
16	2	1	5.3	2.00	0.03	4.15	8.5	-1.0	218.	5.0	163.	-10.8
17	2	1	0.4	0.65	0.12	37.38	9.6	0.7	170.	5.4	210.	4.9
18	2	1	0.0	0.00	0.00	0.00	1.1	-1.4	266.	1.2	244.	-0.3
19	2	1	14.9	5.00	0.05	1.17	3.1	-6.8	196.	0.0	0.	-2.8
20	2	1	3.5	1.00	0.04	5.14	3.8	-4.1	152.	0.0	0.	-3.1
21	2	1	3.8	1.00	0.07	4.74	10.5	0.6	156.	10.1	241.	-1.9
22	2	1	1.9	0.47	0.03	6.69	4.5	-0.2	151.	0.1	221.	1.9
23	2	1	14.7	5.00	0.12	1.19	1.3	-2.6	260.	7.5	152.	-0.8
24	2	1	4.1	1.40	0.04	4.78	1.3	-0.2	179.	1.2	210.	-14.3
25	2	1	0.0	0.00	0.00	0.00	14.0	-3.1	187.	2.8	153.	-9.0
26	2	1	0.0	0.00	0.00	0.00	-5.4	-7.8	141.	1.8	90.	-7.6
27	2	1	0.0	0.00	0.00	0.00	5.1	2.3	158.	3.8	359.	3.5
28	2	1	0.8	2.00	0.04	8.75	3.6	-6.7	251.	4.8	162.	-1.7
1	3	1	11.3	2.00	0.20	1.77	15.9	-1.0	154.	2.5	304.	-4.8
2	3	1	0.0	0.0	0.00	0.00	3.9	-0.5	254.	3.8	163.	1.5
3	3	1	1.9	0.50	0.10	7.11	9.4	-1.7	326.	2.6	102.	-1.4
4	3	1	3.7	0.90	0.02	4.38	9.7	5.5	357.	10.1	256.	-1.1
5	3	1	1.6	0.20	0.05	6.25	15.6	9.5	203.	4.0	222.	-7.6
6	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	21.5	5.2	198.	4.3	236.	-4.4
7	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	12.9	0.9	383.	4.5	180.	-8.8
8	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	14.5	-0.5	325.	6.2	233.	5.8
9	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	8.9	5.4	326.	5.6	189.	-5.1
10	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	15.3	1.0	261.	4.2	160.	-7.9
11	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	15.0	-1.8	213.	6.1	156.	-5.1
12	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	21.5	4.1	381.	0.0	0.	-5.7
13	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	13.3	3.7	340.	4.2	232.	-3.4
14	3	1	11.9	3.00	0.08	1.89	15.4	1.7	285.	2.6	148.	0.6
15	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	11.8	-0.4	382.	1.7	318.	5.4
16	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	12.9	-1.7	158.	0.0	0.	-14.1
17	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	9.3	6.2	227.	5.2	181.	-7.2
18	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	17.5	-2.2	289.	1.8	192.	7.0
19	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	11.4	4.5	188.	2.3	101.	7.7
20	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	15.2	4.5	247.	2.3	10.	-2.9
21	3	1	0.5	0.30	0.10	30.00	9.8	1.6	294.	8.3	344.	-6.2
22	3	1	10.9	4.00	0.04	2.20	9.9	0.7	371.	4.6	148.	-3.2
23	3	1	13.0	5.00	0.04	2.19	10.0	0.7	173.	3.4	184.	-7.4
24	3	1	1.0	1.00	0.06	17.00	14.6	1.2	239.	5.5	179.	-8.2
25	3	1	0.0	2.00	0.00	0.00	19.9	2.5	235.	6.3	165.	5.8
26	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	13.5	1.1	230.	2.8	93.	7.0
27	3	1	1.8	1.00	0.10	9.44	12.2	-3.0	396.	6.1	194.	4.4
28	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	9.8	-1.4	327.	8.7	161.	1.6
29	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	15.5	3.8	347.	2.6	81.	-3.3
30	3	1	0.0	0.00	0.00	0.00	10.7	8.5	360.	6.1	180.	5.2
31	3	1	2.9	1.00	0.03	5.86	5.6	-2.5	285.	2.8	97.	-0.3
1	4	1	12.3	0.80	0.10	1.30	12.8	7.9	498.	6.0	229.	10.2
2	4	1	2.8	1.00	0.05	6.07	20.6	6.4	467.	3.7	131.	-1.0
3	4	1	8.4	3.20	0.05	2.86	19.0	11.6	407.	3.4	272.	5.5
4	4	1	1.3	1.30	0.06	15.00	15.1	5.5	544.	3.2	138.	-9.9
5	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	19.8	3.7	518.	7.6	238.	4.9
6	4	1	0.5	0.20	0.02	44.00	14.7	1.5	231.	8.0	191.	7.8
7	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	23.2	6.8	528.	1.3	136.	12.2
8	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	17.8	4.9	242.	4.2	246.	0.0
9	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	25.5	6.9	545.	3.0	223.	5.3
10	4	1	1.6	0.70	0.07	31.50	20.9	4.0	269.	2.1	352.	-11.6
11	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	8.6	7.6	485.	1.8	0.	2.0
12	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	12.9	4.9	372.	3.2	35.	-3.4
13	4	1	9.7	1.90	0.03	2.35	14.0	6.0	558.	4.1	89.	7.0
14	4	1	8.7	2.30	0.07	2.78	12.9	0.7	421.	4.6	169.	6.5
15	4	1	5.4	2.00	0.04	4.07	22.5	8.0	321.	4.6	46.	-6.0
16	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	16.6	5.9	560.	4.3	148.	6.0
17	4	1	3.4	3.00	0.08	7.68	21.3	2.6	496.	2.6	99.	-11.3
18	4	1	18.6	6.00	0.10	1.61	24.9	5.3	505.	4.9	202.	-3.2
19	4	1	1.2	0.80	0.04	13.33	22.2	4.9	322.	5.7	11.	-1.1
20	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	17.6	3.1	448.	1.4	88.	-3.1

21	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	24.2	8.2	652.	2.3	180.	6.0
22	4	1	4.5	2.10	0.10	4.67	15.5	4.4	463.	5.1	214.	-8.7
23	4	1	4.6	1.70	0.10	4.80	21.1	7.2	655.	3.3	298.	9.5
24	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	26.1	5.8	86.	5.0	233.	-15.1
25	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	29.0	0.2	511.	5.8	193.	7.6
26	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	8.6	7.1	392.	3.4	189.	-10.6
27	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	21.1	6.0	599.	2.2	158.	7.3
28	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	16.7	4.3	313.	4.7	172.	1.5
29	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	17.9	1.5	503.	5.5	196.	0.3
30	4	1	0.0	0.00	0.00	0.00	16.5	1.0	454.	0.0	0.	-2.5
1	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	14.9	9.7	533.	4.6	268.	5.2
2	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	26.0	8.4	540.	5.2	215.	5.8
3	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.6	5.8	642.	6.9	158.	-4.6
4	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	29.1	7.3	535.	3.2	85.	-3.8
5	5	1	1.8	0.40	0.05	7.44	22.2	11.1	454.	3.2	311.	13.2
6	5	1	19.9	1.80	0.10	1.18	14.8	1.8	463.	4.1	185.	-11.1
7	5	1	7.2	1.00	0.20	2.43	25.6	11.9	374.	2.4	273.	11.7
8	5	1	30.2	2.70	0.05	0.80	11.9	8.0	508.	6.2	297.	4.0
9	5	1	19.9	4.30	0.05	1.30	19.9	11.8	369.	1.6	217.	-1.1
10	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	17.8	8.2	535.	6.5	17.	9.9
11	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	17.7	13.5	635.	4.9	169.	2.0
12	5	1	17.4	3.20	0.04	1.32	16.0	9.3	343.	2.7	267.	-0.6
13	5	1	15.2	5.30	0.10	1.64	19.0	7.8	730.	0.0	0.	-0.2
14	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	17.4	3.8	680.	4.0	86.	10.6
15	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	25.2	10.4	589.	2.4	144.	17.5
16	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	26.0	11.7	492.	6.2	209.	18.5
17	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	19.4	4.7	647.	4.6	172.	2.7
18	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	16.9	6.4	297.	6.5	231.	10.8
19	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	28.1	9.7	668.	2.9	101.	18.5
20	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	21.4	9.4	519.	3.8	177.	5.0
21	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	22.0	6.7	478.	3.7	317.	-7.9
22	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	25.4	10.0	584.	1.6	232.	12.0
23	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	12.0	6.1	544.	3.0	178.	8.8
24	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.6	9.7	460.	6.9	256.	11.8
25	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	24.0	9.1	706.	1.5	123.	2.7
26	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	36.8	11.2	614.	4.4	304.	9.4
27	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	20.9	9.0	525.	5.6	199.	7.1
28	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	20.0	13.2	649.	3.5	180.	0.8
29	5	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.3	7.3	322.	5.6	204.	5.5
30	5	1	0.0	0.0	0.00	0.00	18.9	4.4	456.	5.2	222.	9.9
31	5	1	0.0	0.0	0.00	0.00	28.1	12.4	759.	2.3	283.	8.7
1	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	26.0	20.6	648.	3.5	81.	5.2
2	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	31.2	4.7	644.	2.9	219.	8.5
3	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	14.6	10.0	536.	2.3	151.	9.8
4	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	25.2	13.7	638.	5.7	234.	9.9
5	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	25.9	6.2	616.	1.9	138.	15.7
6	6	1	0.9	0.30	0.10	12.00	28.4	9.9	744.	3.8	197.	3.4
7	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	32.4	10.0	359.	3.5	133.	12.6
8	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	28.2	12.6	764.	7.4	190.	6.4
9	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	24.2	10.1	405.	3.2	88.	2.1
10	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	26.0	8.8	681.	4.3	139.	12.7
11	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	35.6	16.3	734.	2.0	186.	9.5
12	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	26.1	2.3	599.	7.1	234.	1.8
13	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.0	15.2	741.	6.9	183.	14.7
14	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	30.6	13.0	598.	4.5	252.	20.5
15	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.1	14.4	565.	4.1	56.	9.1
16	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	24.5	11.6	593.	0.0	0.	15.2
17	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	17.9	11.9	748.	2.8	130.	8.3
18	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	20.3	13.7	541.	3.7	238.	8.5
19	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	20.3	6.8	774.	3.9	322.	8.2
20	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	29.1	16.8	712.	8.3	195.	2.0
21	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	30.4	10.9	714.	2.3	308.	-0.9
22	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	28.3	7.1	636.	3.6	233.	10.3
23	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	24.6	11.3	617.	2.1	176.	2.1
24	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.4	9.6	660.	4.3	198.	-1.1

25	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.4	8.3	769.	7.1	268.	14.3
26	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	25.4	11.7	621.	4.6	175.	7.0
27	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	22.2	14.9	711.	4.3	191.	10.2
28	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	22.4	13.2	580.	4.8	225.	9.3
29	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	20.9	7.7	532.	4.4	220.	13.4
30	6	1	0.0	0.00	0.00	0.00	26.6	17.0	609.	4.1	231.	8.9
1	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	35.2	18.7	744.	5.7	206.	4.3
2	7	1	4.2	0.90	0.04	3.86	32.4	13.7	629.	6.1	215.	14.7
3	7	1	4.2	0.80	0.09	3.62	28.9	18.9	731.	2.0	228.	7.4
4	7	1	0.5	0.40	0.07	16.00	26.6	10.5	743.	5.2	289.	10.3
5	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.6	17.6	729.	1.8	177.	18.7
6	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	31.8	13.9	666.	4.1	101.	10.1
7	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	32.1	14.1	536.	3.2	235.	9.0
8	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	31.7	11.2	776.	2.6	270.	16.8
9	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	31.8	12.3	466.	4.9	219.	5.8
10	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	33.6	19.4	614.	0.0	0.	13.9
11	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	28.4	8.9	732.	3.5	151.	9.5
12	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	30.0	19.3	579.	3.1	37.	9.6
13	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	39.1	15.2	709.	3.5	269.	6.5
14	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	33.7	16.7	662.	4.6	256.	11.2
15	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	22.3	14.0	713.	3.6	129.	4.4
16	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	32.4	16.2	756.	0.0	0.	0.6
17	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	33.4	19.8	304.	3.9	253.	10.7
18	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	35.0	17.2	536.	5.3	169.	-2.4
19	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	31.7	16.5	756.	4.0	228.	8.0
20	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	31.0	14.7	574.	3.2	138.	11.0
21	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	39.8	17.1	699.	5.4	174.	5.1
22	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	31.7	21.9	706.	1.4	2.	-1.1
23	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.1	16.2	519.	0.0	0.	11.3
24	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	29.1	10.1	691.	7.0	261.	11.6
25	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	32.1	20.0	713.	0.6	80.	18.5
26	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	29.1	16.3	686.	0.0	0.	6.8
27	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	25.0	14.3	683.	3.3	91.	2.6
28	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	25.9	17.6	435.	2.9	92.	5.6
29	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	26.0	14.4	617.	6.5	229.	10.8
30	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	29.6	19.5	549.	2.7	323.	9.9
31	7	1	0.0	0.00	0.00	0.00	28.7	17.4	671.	2.3	189.	15.3
1	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	35.9	15.5	541.	3.0	180.	5.0
2	8	1	4.4	0.50	0.07	3.07	28.0	18.1	359.	2.9	174.	10.8
3	8	1	2.6	0.40	0.08	4.62	26.7	17.3	661.	3.9	207.	5.4
4	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	28.3	17.4	657.	2.3	95.	2.1
5	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	37.2	11.1	446.	6.2	251.	0.9
6	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	20.4	13.5	512.	1.7	234.	6.4
7	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	34.5	18.2	646.	3.5	135.	17.6
8	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	32.5	21.6	586.	1.5	231.	16.9
9	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	26.0	8.6	441.	2.3	178.	5.6
10	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	24.4	14.2	358.	0.0	0.	2.6
11	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	25.7	14.9	688.	2.5	117.	2.1
12	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	36.1	16.7	639.	4.9	221.	13.4
13	8	1	3.5	0.60	0.09	4.11	31.5	16.8	652.	3.5	170.	-3.7
14	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	28.1	21.4	667.	3.5	143.	4.8
15	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	36.1	15.2	615.	4.5	201.	18.5
16	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	41.5	17.9	608.	2.7	79.	8.2
17	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	45.8	16.3	607.	4.3	215.	0.8
18	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	30.2	14.6	628.	3.5	90.	17.4
19	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	38.5	14.4	598.	3.6	170.	6.7
20	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	42.0	17.1	560.	3.6	94.	10.8
21	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	31.9	21.8	588.	4.6	251.	8.6
22	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	34.1	15.6	637.	4.6	240.	3.7
23	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	21.8	20.8	495.	4.2	181.	6.6
24	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	35.1	15.9	633.	3.8	216.	3.0
25	8	1	1.8	0.70	0.10	8.56	33.1	10.2	293.	0.0	0.	1.5
26	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	30.8	18.9	555.	4.6	172.	16.0
27	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	33.7	21.4	580.	5.2	208.	14.9
28	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	25.6	14.3	558.	6.5	158.	10.5

29	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	30.4	18.4	591.	8.9	236.	-3.3
30	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	30.7	22.3	490.	0.0	0.	15.0
31	8	1	0.0	0.00	0.00	0.00	38.2	15.7	578.	3.7	28.	6.2
1	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	25.6	8.7	548.	1.3	207.	8.7
2	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	31.9	14.4	438.	4.0	149.	9.1
3	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	16.5	11.1	584.	5.4	254.	9.6
4	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	20.4	6.6	524.	3.9	214.	7.2
5	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	21.1	14.5	392.	1.9	235.	1.6
6	9	1	1.3	0.30	0.08	8.77	30.0	14.8	495.	3.1	340.	9.8
7	9	1	2.4	0.80	0.06	6.33	17.0	10.1	373.	4.1	302.	6.2
8	9	1	14.0	1.70	0.04	1.46	25.4	16.3	286.	4.2	93.	17.6
9	9	1	0.6	0.40	0.03	21.33	29.9	19.2	534.	2.0	131.	24.3
10	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	23.1	12.2	412.	3.7	132.	2.5
11	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	26.4	10.8	489.	5.2	100.	4.9
12	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	24.4	11.4	435.	5.9	254.	10.7
13	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	24.4	13.3	427.	1.3	265.	-6.3
14	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	23.9	9.6	359.	1.9	331.	0.9
15	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	21.3	15.6	455.	2.6	88.	10.7
16	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.4	10.4	284.	2.3	279.	2.5
17	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	33.7	14.3	500.	1.9	318.	0.7
18	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	25.7	5.7	440.	8.9	247.	-2.9
19	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	26.0	8.0	452.	8.9	234.	5.5
20	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.8	12.6	360.	1.3	184.	-0.2
21	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	26.9	10.7	322.	6.5	210.	1.0
22	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	19.9	11.3	355.	2.7	88.	3.9
23	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	17.9	13.5	321.	1.8	174.	6.4
24	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	31.4	17.1	374.	3.7	180.	5.6
25	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	12.4	10.1	418.	0.0	0.	6.9
26	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	20.3	10.4	277.	3.2	164.	8.4
27	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	9.8	390.	0.0	0.	8.8	
28	9	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.7	11.4	402.	3.1	192.	3.2
29	9	1	11.8	1.00	0.20	1.44	23.6	14.5	394.	1.8	138.	3.7
30	9	1	2.2	0.50	0.10	6.14	30.5	12.0	392.	0.0	0.	-4.5
1	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	20.3	6.1	136.	3.2	82.	10.8
2	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	22.0	1.9	194.	3.5	257.	4.0
3	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	21.3	10.6	279.	2.1	83.	-5.8
4	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	15.3	7.9	134.	3.6	207.	-2.3
5	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	16.0	5.9	208.	2.9	70.	0.3
6	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	10.7	8.9	157.	0.0	0.	2.3
7	10	1	13.0	4.00	0.20	2.00	23.1	7.0	308.	0.0	0.	4.0
8	10	1	7.7	1.80	0.07	2.57	20.2	4.0	274.	5.5	241.	5.4
9	10	1	8.1	1.90	0.70	2.58	27.9	3.0	238.	1.5	99.	9.9
10	10	1	17.0	3.00	0.10	1.38	19.0	4.9	260.	2.0	174.	6.6
11	10	1	0.2	0.60	0.03	72.00	9.8	2.8	171.	2.5	102.	6.1
12	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	13.6	9.7	211.	5.1	125.	7.3
13	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	14.3	-1.6	157.	2.9	299.	3.7
14	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	22.6	8.5	189.	0.0	0.	4.3
15	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	27.6	-0.2	172.	0.0	0.	9.8
16	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	18.8	8.3	223.	4.3	90.	3.2
17	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	16.5	11.8	299.	6.3	210.	6.8
18	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	20.6	6.8	307.	10.2	241.	5.6
19	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	21.0	4.8	228.	0.0	0.	11.9
20	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	3.9	-0.5	290.	1.7	79.	1.5
21	10	1	1.7	0.50	0.10	7.94	22.8	4.1	294.	0.0	0.	2.6
22	10	1	23.6	6.00	0.02	1.35	18.8	9.8	273.	2.1	110.	-0.2
23	10	1	25.1	7.00	0.04	1.31	17.4	8.9	286.	0.0	0.	-3.2
24	10	1	20.3	6.30	0.04	1.52	21.6	4.2	297.	4.3	190.	6.8
25	10	1	0.9	1.00	0.02	18.89	27.7	3.2	277.	7.4	175.	0.9
26	10	1	3.1	1.30	0.10	6.29	15.2	2.1	144.	3.8	269.	-0.6
27	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	13.9	9.4	182.	5.0	290.	11.4
28	10	1	6.5	1.70	0.07	3.40	15.1	9.4	251.	0.0	0.	12.0
29	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	14.0	9.2	204.	0.0	0.	11.3
30	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	12.2	5.5	258.	2.0	199.	4.2
31	10	1	0.0	0.00	0.00	0.00	13.9	0.9	282.	3.2	205.	4.8
1	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	3.7	-0.6	86.	5.5	178.	1.3

2	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	2.7	-4.9	111.	3.5	163.	-1.3
3	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	3.7	-0.6	105.	1.8	118.	1.4
4	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	10.5	-0.1	182.	0.0	0.	5.0
5	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	11.8	-2.0	143.	4.6	280.	-10.9
6	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	8.3	-2.3	108.	0.0	0.	-2.6
7	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	12.5	4.0	157.	1.0	86.	-8.1
8	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	-0.9	-4.2	121.	6.0	142.	-6.4
9	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	4.9	1.9	150.	0.0	0.	3.2
10	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	7.6	-1.3	111.	5.3	227.	3.0
11	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.5	-3.1	197.	4.2	218.	-1.5
12	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	6.1	-0.7	147.	0.0	0.	2.5
13	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	12.4	5.1	132.	9.4	227.	-2.5
14	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	19.5	11.0	142.	4.5	107.	8.1
15	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	9.5	5.4	175.	2.6	43.	-5.8
16	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	18.8	5.0	109.	0.0	0.	11.6
17	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	22.8	4.4	112.	2.7	134.	3.3
18	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	20.2	8.6	166.	1.3	88.	3.2
19	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	21.4	7.2	149.	5.7	214.	-17.2
20	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	10.7	-3.3	205.	0.0	0.	-3.5
21	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	10.9	-1.9	193.	0.0	0.	4.3
22	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	11.5	-1.9	135.	2.7	154.	4.6
23	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	6.7	-2.2	190.	2.9	95.	2.1
24	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	6.4	1.5	130.	0.0	0.	-2.3
25	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	11.4	1.8	108.	2.3	260.	-1.9
26	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	19.2	-5.9	110.	6.1	281.	-4.6
27	11	1	0.0	0.00	0.00	0.00	11.3	5.9	130.	2.2	87.	8.3
28	11	1	20.7	4.00	0.08	1.29	-4.9	-7.5	165.	1.8	263.	-6.3
29	11	1	7.7	2.00	0.10	2.60	3.6	-0.7	160.	7.2	223.	-2.0
30	11	1	1.9	1.00	0.06	5.63	2.7	-4.9	135.	5.2	161.	-1.3
1	12	1	0.7	0.50	0.10	19.29	10.2	-7.1	76.	1.7	170.	-10.6
2	12	1	0.5	0.50	0.20	27.00	1.9	-2.0	80.	0.0	0.	-0.3
3	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	1.9	-4.5	87.	2.8	176.	-7.3
4	12	1	0.0	0.00	0.00	1.01	6.2	-7.4	84.	2.4	185.	-0.8
5	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	15.5	-6.1	123.	5.7	181.	-0.5
6	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	-9.5	-11.1	97.	9.6	208.	-10.4
7	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	11.2	-10.0	67.	1.9	318.	-12.9
8	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	-0.2	-3.7	119.	2.2	233.	-2.1
9	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	8.9	-12.1	54.	5.1	129.	-1.7
10	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	-8.0	-10.0	83.	0.0	0.	-9.1
11	12	1	10.8	3.00	0.06	2.08	10.2	4.6	114.	0.0	0.	2.2
12	12	1	6.5	1.00	0.04	2.62	14.6	11.5	122.	0.0	0.	-14.3
13	12	1	1.0	1.00	0.10	17.00	5.7	1.0	56.	2.8	103.	3.2
14	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	-1.5	-4.8	121.	4.1	170.	-3.3
15	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	8.6	7.0	141.	0.9	89.	-1.5
16	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	16.7	-1.8	87.	7.1	232.	-6.7
17	12	1	13.2	4.00	0.08	2.03	-11.3	-12.6	108.	4.9	174.	-12.0
18	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	-0.6	-4.1	126.	4.0	141.	-2.5
19	12	1	10.4	4.00	0.04	2.58	-2.6	-5.6	88.	0.0	0.	-4.3
20	12	1	10.4	4.00	0.04	2.58	10.0	6.9	119.	8.5	170.	-4.3
21	12	1	2.7	1.00	0.10	6.30	1.1	-2.6	66.	5.2	162.	-3.5
22	12	1	4.0	1.00	0.04	4.25	-4.2	-6.9	115.	0.0	0.	-8.3
23	12	1	2.0	1.00	0.10	8.50	11.2	1.0	100.	6.1	208.	1.8
24	12	1	10.6	3.00	0.04	2.12	1.8	-2.1	92.	0.0	0.	-0.3
25	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	5.4	0.7	77.	0.0	0.	-3.0
26	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.1	-12.0	69.	0.0	0.	-6.0
27	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	12.3	4.9	101.	11.1	173.	7.2
28	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	20.4	-1.3	130.	6.0	120.	0.5
29	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	4.0	-5.0	50.	0.9	230.	-10.0
30	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	-0.4	-6.9	74.	0.0	0.	-3.8
31	12	1	0.0	0.00	0.00	0.00	14.1	-1.1	87.	1.6	114.	-6.9
1	1	2	22.0	4.00	0.04	1.22	3.1	-1.1	82.	1.5	316.	0.8
2	1	2	1.7	1.00	0.10	10.00	0.6	-4.1	129.	0.0	0.	-2.2
3	1	2	9.1	2.00	0.20	2.20	13.2	6.0	101.	4.0	186.	9.3
4	1	2	9.0	2.00	0.20	2.22	-9.9	-11.5	82.	6.1	192.	-10.8
5	1	2	10.8	2.00	0.10	1.85	6.2	1.4	143.	14.8	262.	3.6

6	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	8.2	-1.2	133.	4.8	198.	3.3
7	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	2.2	-2.2	108.	3.4	256.	-2.3
8	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	14.4	1.1	91.	6.8	157.	-4.5
9	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	14.5	10.1	152.	3.2	125.	11.7
10	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	6.9	-2.8	123.	4.2	134.	-7.1
11	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	6.1	-7.4	116.	0.0	0.	-0.9
12	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	2.6	-4.2	115.	3.5	207.	-1.6
13	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-3.9	-6.7	142.	0.0	0.	-6.3
14	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-5.7	-8.1	189.	7.8	126.	-7.0
15	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	2.0	-1.9	119.	2.8	183.	-2.5
16	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-1.6	-4.8	130.	6.4	215.	-3.3
17	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	10.7	-1.6	127.	3.7	194.	0.0
18	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	1.1	-5.1	156.	3.7	207.	-14.8
19	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.5	5.5	179.	6.7	219.	-5.5
20	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-12.3	-13.4	198.	3.5	185.	-12.9
21	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-0.9	-4.3	119.	1.9	90.	-2.7
22	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	10.4	-1.2	139.	2.0	84.	-7.9
23	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-11.2	-12.5	71.	1.3	229.	-11.9
24	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	10.4	-5.8	90.	7.2	201.	-21.9
25	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	3.3	-2.1	85.	5.4	160.	-9.2
26	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-4.6	-12.0	118.	4.1	214.	-8.4
27	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.2	-9.9	116.	0.0	0.	0.5
28	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-15.7	-16.1	110.	6.9	150.	-15.9
29	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-1.9	-3.3	96.	4.9	211.	-2.7
30	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	6.8	-7.1	96.	4.8	183.	-0.4
31	1	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-4.5	-7.1	166.	3.9	155.	-5.9
1	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	13.1	0.9	201.	2.0	173.	-7.3
2	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	9.9	0.9	158.	0.0	0.	3.8
3	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	9.7	4.9	139.	8.6	219.	2.6
4	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-3.2	-6.1	241.	3.9	139.	-19.0
5	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	3.8	1.8	116.	4.8	153.	-7.4
6	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	5.5	-12.9	261.	1.5	278.	-3.9
7	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	9.5	-3.4	202.	6.3	169.	-4.2
8	2	2	4.5	3.00	0.30	5.33	11.1	-0.3	163.	0.0	0.	3.2
9	2	2	0.4	1.00	0.20	42.50	1.0	-2.4	191.	5.8	150.	-5.8
10	2	2	0.2	0.60	0.40	72.00	1.0	-2.8	229.	3.3	153.	-8.4
11	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.2	-7.8	187.	5.5	166.	1.5
12	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	6.1	-3.1	185.	7.2	197.	-1.1
13	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	16.7	3.9	233.	3.6	155.	-5.3
14	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.4	-0.2	201.	3.4	222.	5.4
15	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	7.5	2.7	238.	3.3	184.	-21.8
16	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-0.6	-8.2	174.	4.8	278.	-10.4
17	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.0	5.1	225.	4.6	188.	-4.2
18	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.6	0.0	225.	1.1	298.	-5.9
19	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-3.8	-6.6	214.	7.8	161.	-5.3
20	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	4.2	-2.1	235.	4.4	189.	-1.3
21	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.5	4.6	288.	3.8	148.	7.8
22	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.0	-1.0	210.	4.9	274.	2.5
23	2	2	2.0	1.00	0.50	8.50	17.9	6.4	142.	0.9	204.	-14.6
24	2	2	1.2	0.70	0.40	12.83	9.4	5.3	222.	6.7	165.	0.7
25	2	2	15.6	4.00	0.05	1.69	9.0	-2.5	273.	7.5	232.	-6.1
26	2	2	2.3	2.00	0.20	8.70	5.5	-5.1	194.	3.4	155.	-9.0
27	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	2.8	-2.0	278.	6.4	137.	-11.3
28	2	2	0.0	0.00	0.00	0.00	14.5	-3.7	119.	4.0	208.	5.2
1	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	3.9	-0.5	284.	1.5	321.	-0.6
2	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	14.8	3.7	352.	1.6	304.	9.0
3	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	14.4	1.7	320.	6.2	134.	-1.4
4	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	3.8	3.4	361.	11.1	172.	2.8
5	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	10.1	2.9	293.	6.5	180.	-3.9
6	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.8	1.4	347.	3.8	132.	-2.5
7	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	12.5	5.4	197.	2.5	134.	-0.6
8	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	19.8	2.6	365.	2.7	181.	3.9
9	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	19.8	3.0	264.	5.8	271.	2.5
10	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	14.8	-3.3	219.	3.0	36.	1.4
11	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	14.1	5.1	230.	4.2	201.	8.3

12	3	2	2.4	2.00	0.20	8.33	11.6	3.3	404.	3.0	131.	0.2
13	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.0	-0.3	212.	0.0	0.	-1.4
14	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	9.2	-1.3	265.	3.9	132.	0.7
15	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	17.2	-1.3	321.	8.3	154.	2.5
16	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	25.3	6.8	382.	0.0	0.	2.5
17	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	24.1	3.1	393.	1.5	164.	1.6
18	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.4	0.5	282.	2.2	79.	4.5
19	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	18.9	-2.9	310.	2.6	155.	-0.2
20	3	2	14.1	4.00	0.10	1.87	12.8	-1.5	286.	7.1	158.	-0.4
21	3	2	13.3	4.00	0.04	1.98	15.5	3.5	365.	7.7	124.	-9.4
22	3	2	2.1	1.00	0.10	8.10	12.5	7.1	484.	8.4	127.	-2.4
23	3	2	9.1	3.40	0.30	2.76	15.1	0.8	312.	4.4	206.	-10.0
24	3	2	17.7	4.70	0.70	1.59	12.5	5.5	187.	0.0	0.	-7.1
25	3	2	8.3	2.80	0.30	3.04	19.9	3.9	232.	6.9	190.	7.2
26	3	2	11.6	5.10	0.05	2.46	12.5	1.8	305.	4.5	151.	0.5
27	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	9.1	-0.6	369.	1.9	360.	-3.1
28	3	2	0.0	0.00	0.00	0.00	12.8	4.0	321.	4.4	191.	-6.5
29	3	2	0.7	0.80	0.10	22.29	17.4	2.6	370.	2.2	88.	-7.5
30	3	2	1.3	0.20	0.30	7.69	7.6	1.9	316.	4.6	236.	-7.4
31	3	2	2.6	1.20	0.50	7.38	11.6	4.6	349.	5.4	262.	-2.9
1	4	2	6.4	1.00	0.08	2.66	14.4	3.6	417.	3.7	65.	4.7
2	4	2	6.8	1.70	0.22	3.00	19.4	9.3	355.	0.9	345.	4.4
3	4	2	5.5	1.40	0.32	3.56	14.0	4.9	508.	0.0	0.	1.6
4	4	2	3.5	2.00	0.42	5.71	20.5	10.0	513.	5.1	186.	13.1
5	4	2	21.0	6.10	0.22	1.45	14.5	5.9	452.	1.3	146.	-0.1
6	4	2	3.9	3.00	0.31	6.15	20.2	4.8	345.	3.0	171.	0.3
7	4	2	5.7	2.40	0.21	3.87	9.3	4.0	352.	2.4	262.	6.4
8	4	2	3.0	1.20	0.11	6.40	21.2	6.9	359.	9.3	251.	0.0
9	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.3	5.5	560.	6.9	175.	-7.7
10	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	21.8	6.8	376.	4.0	92.	5.0
11	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.7	5.2	515.	2.6	170.	-1.7
12	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	17.6	2.8	486.	0.0	0.	1.5
13	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	9.4	6.6	439.	3.4	233.	5.6
14	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	12.8	6.9	502.	3.6	222.	-12.4
15	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.2	4.8	527.	5.1	173.	7.2
16	4	2	31.6	9.20	0.04	1.11	13.0	0.2	476.	6.7	135.	6.4
17	4	2	4.2	2.20	0.24	5.24	20.3	6.0	270.	8.0	8.	12.8
18	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	14.8	9.9	599.	1.4	105.	12.0
19	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	20.2	-0.9	173.	9.6	257.	9.4
20	4	2	3.4	1.90	0.04	5.64	19.2	5.9	546.	5.0	176.	-12.9
21	4	2	3.8	1.80	0.14	5.68	16.4	3.1	437.	2.8	49.	1.6
22	4	2	2.1	3.20	0.03	11.43	21.0	1.0	387.	3.6	255.	7.5
23	4	2	3.1	1.90	0.23	6.13	21.5	8.1	644.	6.8	176.	0.2
24	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.9	11.3	606.	1.0	90.	5.1
25	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	20.5	-1.8	215.	1.9	98.	9.1
26	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	17.1	4.0	544.	1.9	292.	1.7
27	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	13.5	5.3	270.	0.0	0.	0.9
28	4	2	0.0	0.00	0.00	0.00	14.6	8.8	587.	3.1	229.	-7.7
29	4	2	3.3	2.00	0.06	6.06	17.6	-0.2	634.	2.0	345.	6.0
30	4	2	8.4	4.10	0.24	3.17	22.6	2.0	489.	1.8	87.	6.4
1	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	20.3	5.5	373.	2.5	173.	1.8
2	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	22.4	10.4	374.	2.6	163.	2.7
3	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	22.3	4.0	543.	6.7	206.	4.3
4	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	18.2	11.8	463.	4.7	226.	7.0
5	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	17.4	8.1	664.	0.0	0.	-1.1
6	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	16.5	4.3	632.	2.8	151.	-3.2
7	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	20.5	6.8	316.	5.0	146.	-3.4
8	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	13.2	13.1	697.	1.5	81.	12.8
9	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.8	8.2	647.	4.6	100.	4.0
10	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	22.7	8.2	543.	3.9	154.	14.6
11	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	14.7	9.6	398.	2.6	142.	4.7
12	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	19.1	2.9	659.	0.0	0.	6.9
13	5	2	24.2	4.00	0.20	1.07	17.3	6.3	589.	4.6	161.	11.5
14	5	2	3.9	1.00	0.40	4.36	20.1	10.6	580.	7.0	203.	-10.4
15	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.9	7.1	470.	7.8	222.	11.2

16	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	22.2	9.2	541.	1.8	343.	-0.6
17	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	20.6	10.4	462.	3.4	172.	-6.3
18	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	20.6	7.7	612.	1.8	356.	4.7
19	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	26.1	12.7	546.	7.3	250.	12.6
20	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.9	1.5	660.	9.3	226.	-9.1
21	5	2	4.8	1.00	0.09	3.54	16.8	10.5	699.	3.1	81.	9.5
22	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	21.3	2.5	481.	4.7	91.	11.6
23	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	19.3	6.3	458.	3.3	41.	4.2
24	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	20.8	11.0	607.	2.6	95.	-3.2
25	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	22.6	13.6	352.	5.1	190.	9.1
26	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	24.6	8.2	393.	3.5	233.	2.4
27	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	22.2	11.4	507.	0.0	0.	-1.5
28	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	17.9	7.0	685.	0.0	0.	3.4
29	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.9	11.3	717.	4.6	81.	0.0
30	5	2	0.0	0.00	0.00	0.00	27.4	6.8	543.	1.3	149.	1.5
31	5	2	8.7	1.30	0.08	2.24	21.9	11.1	440.	1.9	322.	7.8
1	6	2	10.4	2.00	0.13	1.92	35.3	7.8	717.	0.0	0.	10.9
2	6	2	0.4	0.20	0.03	25.00	25.6	9.3	733.	4.0	320.	-6.9
3	6	2	6.0	1.00	0.13	2.83	35.5	16.3	438.	4.3	191.	-0.2
4	6	2	0.9	0.40	0.23	14.22	31.0	9.2	726.	7.1	247.	7.1
5	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	23.1	9.5	571.	4.5	170.	12.9
6	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	29.4	13.0	729.	5.5	233.	11.7
7	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	36.9	11.9	643.	4.1	205.	3.1
8	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	25.9	7.0	731.	2.9	220.	16.1
9	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	19.4	12.0	441.	4.5	258.	-0.2
10	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	28.5	12.3	657.	3.8	101.	11.6
11	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	29.1	14.1	659.	7.4	182.	8.4
12	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	18.6	10.6	660.	3.4	105.	14.3
13	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	19.3	16.4	645.	2.4	121.	9.5
14	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	21.5	20.7	555.	3.7	218.	4.4
15	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	27.8	11.5	816.	4.4	169.	14.9
16	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	24.9	16.2	294.	2.5	90.	19.0
17	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	31.9	13.7	494.	6.8	257.	9.3
18	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	26.2	11.7	560.	3.8	55.	5.9
19	6	2	2.1	1.00	0.07	8.10	33.0	11.8	668.	4.9	247.	3.4
20	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	27.8	9.8	407.	5.5	180.	-3.2
21	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	29.8	14.6	459.	3.6	151.	8.1
22	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	37.1	15.9	694.	3.0	270.	1.6
23	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	28.7	10.9	685.	5.8	271.	16.0
24	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	24.9	15.6	644.	8.2	184.	4.7
25	6	2	16.8	4.90	0.05	1.63	33.3	15.0	632.	11.4	281.	1.0
26	6	2	6.4	1.40	0.14	3.28	29.7	10.4	737.	1.4	174.	9.6
27	6	2	1.3	0.70	0.13	11.85	16.9	10.3	633.	3.7	123.	2.4
28	6	2	2.8	1.80	0.43	7.71	33.2	15.1	757.	2.0	274.	14.1
29	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	28.3	18.8	735.	6.0	220.	15.0
30	6	2	0.0	0.00	0.00	0.00	23.0	7.2	595.	3.5	89.	-0.2
1	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	28.1	16.9	612.	4.0	239.	2.4
2	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	36.1	17.6	556.	4.5	212.	-0.5
3	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	21.4	16.7	731.	3.2	226.	0.6
4	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	32.0	19.0	733.	0.0	0.	13.3
5	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	28.5	14.1	743.	3.7	249.	20.4
6	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	33.9	18.7	744.	3.5	115.	3.6
7	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	34.8	18.5	797.	4.4	81.	12.0
8	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	31.3	13.8	702.	5.8	251.	-4.2
9	7	2	3.1	2.00	0.09	6.45	24.3	19.9	462.	2.7	82.	14.0
10	7	2	1.7	1.30	0.06	11.47	26.6	21.9	523.	2.4	174.	-5.6
11	7	2	3.9	1.40	0.15	5.03	26.6	14.4	564.	3.6	181.	9.1
12	7	2	22.3	6.20	0.07	1.25	32.5	18.8	740.	2.8	148.	-3.0
13	7	2	1.8	1.00	0.13	9.44	28.2	15.4	399.	0.0	0.	2.2
14	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	36.9	16.2	580.	2.2	192.	12.5
15	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	41.9	21.4	665.	2.3	132.	4.8
16	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	23.3	20.3	435.	2.0	83.	0.8
17	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	36.1	11.6	757.	4.7	212.	5.6
18	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	42.7	14.1	649.	3.3	219.	13.1
19	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	33.0	14.1	755.	3.2	221.	6.6

20	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	19.4	17.4	721.	2.6	158.	-2.0
21	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	29.9	18.1	650.	4.1	98.	12.7
22	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	27.7	24.8	569.	3.2	185.	7.4
23	7	2	1.6	1.00	0.07	10.63	37.4	15.5	556.	3.1	96.	6.0
24	7	2	1.3	1.00	0.16	13.08	32.5	19.0	604.	2.1	75.	2.7
25	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	22.6	16.0	689.	3.4	83.	10.5
26	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	34.2	10.9	625.	0.0	0.	19.2
27	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	29.6	14.8	495.	0.0	0.	10.1
28	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	31.8	20.8	680.	5.8	161.	7.1
29	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	40.1	16.9	677.	1.3	353.	9.6
30	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	31.1	22.9	674.	3.5	188.	-3.4
31	7	2	0.0	0.00	0.00	0.00	34.7	17.1	494.	5.4	218.	7.2
1	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	28.5	15.0	688.	6.6	221.	3.8
2	8	2	13.3	2.70	0.09	1.83	35.9	18.3	686.	3.8	180.	7.6
3	8	2	0.8	0.40	0.15	15.00	30.1	14.7	489.	4.9	234.	8.5
4	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	33.9	11.1	688.	3.0	265.	17.3
5	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	24.6	15.0	411.	4.4	192.	9.9
6	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	28.6	18.4	692.	4.4	173.	20.2
7	8	2	0.4	0.20	0.25	25.00	34.9	15.2	646.	4.8	240.	9.8
8	8	2	1.2	0.70	0.15	12.83	29.5	14.3	630.	3.3	188.	0.6
9	8	2	0.4	2.00	0.25	25.00	35.6	13.3	534.	5.3	280.	12.9
10	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	28.4	14.4	483.	1.2	145.	10.4
11	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	25.4	20.8	693.	2.8	196.	4.4
12	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	33.4	9.5	608.	2.8	273.	8.7
13	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	28.6	19.9	615.	4.8	226.	6.3
14	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	26.6	19.5	619.	5.2	149.	7.7
15	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	34.1	12.3	604.	7.7	203.	-2.3
16	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	30.8	11.6	549.	2.9	325.	2.3
17	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	39.2	13.6	335.	3.2	237.	16.3
18	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	39.9	20.3	588.	2.4	137.	19.4
19	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	33.6	15.1	598.	5.4	213.	19.7
20	8	2	6.5	1.00	0.28	2.62	31.0	14.7	593.	4.7	200.	6.1
21	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	26.1	18.5	532.	0.0	0.	14.0
22	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	34.4	19.1	613.	1.5	93.	-4.7
23	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	40.4	15.4	581.	2.9	18.	1.4
24	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	30.3	18.2	562.	2.2	102.	12.2
25	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	25.7	22.0	559.	6.0	235.	2.0
26	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	33.2	16.4	567.	5.4	92.	3.5
27	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	27.7	16.3	518.	0.6	7.	2.7
28	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	25.7	14.2	601.	3.2	124.	12.6
29	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	35.8	18.7	530.	0.0	0.	-4.5
30	8	2	0.0	0.00	0.00	0.00	40.2	9.5	466.	1.5	90.	14.9
31	8	2	20.1	3.20	0.09	1.19	23.8	11.8	583.	4.1	90.	7.2
1	9	2	15.6	4.30	0.12	1.82	18.0	14.7	347.	4.5	235.	8.6
2	9	2	2.5	1.00	0.03	6.80	21.5	11.8	475.	4.1	183.	6.9
3	9	2	1.9	1.00	0.03	8.95	22.4	9.9	477.	4.2	179.	4.0
4	9	2	0.9	0.30	0.13	13.33	30.2	11.7	524.	3.6	173.	14.6
5	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	12.6	11.4	519.	2.4	170.	2.8
6	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	23.1	9.7	368.	5.7	216.	14.2
7	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	21.2	14.5	339.	1.6	59.	-13.9
8	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	18.8	3.4	315.	6.1	263.	-2.2
9	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	30.7	13.4	297.	2.7	138.	0.1
10	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	27.4	13.4	460.	1.3	226.	1.7
11	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.4	5.2	489.	2.2	154.	-1.8
12	9	2	19.0	2.90	0.09	1.30	22.7	8.0	360.	3.7	83.	-0.5
13	9	2	1.0	0.30	0.07	12.00	23.7	11.2	523.	3.9	171.	5.7
14	9	2	1.3	0.40	0.15	9.23	24.6	16.0	474.	2.8	226.	9.3
15	9	2	16.2	1.90	0.14	1.41	21.8	8.7	469.	1.9	139.	9.7
16	9	2	8.0	1.00	0.12	2.13	29.0	15.9	432.	1.7	263.	15.8
17	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	28.3	10.7	353.	3.2	81.	2.8
18	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	26.8	14.2	453.	4.9	148.	12.0
19	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	18.4	10.1	448.	2.8	150.	8.9
20	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	21.0	11.2	455.	2.5	69.	2.7
21	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	25.9	6.0	409.	1.7	138.	8.0
22	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	22.0	14.5	388.	4.4	132.	2.2

23	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	21.3	3.7	337.	0.0	0.	-0.7
24	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	20.3	15.7	448.	1.3	183.	10.9
25	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	19.4	16.3	418.	0.0	0.	6.5
26	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	19.7	12.3	421.	6.9	206.	1.9
27	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	20.7	9.3	407.	4.6	208.	11.8
28	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	23.2	12.2	356.	4.7	140.	17.3
29	9	2	0.0	0.00	0.00	0.00	24.6	5.8	397.	4.9	197.	14.9
30	9	2	5.2	1.00	0.08	3.27	26.8	7.4	159.	7.6	215.	7.7
1	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	16.6	4.3	191.	5.2	231.	10.2
2	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	14.1	4.6	311.	4.1	226.	-2.7
3	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.7	9.5	239.	3.2	279.	8.7
4	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	16.8	5.6	223.	8.9	254.	6.4
5	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	13.3	5.6	320.	1.6	153.	-7.4
6	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	19.4	6.4	219.	2.1	140.	6.4
7	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	10.2	4.6	209.	2.7	240.	7.2
8	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.5	12.2	301.	3.9	264.	2.1
9	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.9	7.0	245.	4.4	93.	2.3
10	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	21.1	6.3	255.	2.4	312.	5.8
11	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	20.7	1.9	290.	0.0	0.	1.6
12	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	20.1	10.9	290.	0.0	0.	2.9
13	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	16.0	13.4	355.	1.8	132.	-1.7
14	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	25.8	7.5	261.	0.0	0.	-3.9
15	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	17.6	7.5	265.	1.9	148.	6.6
16	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	21.5	11.9	78.	3.5	202.	11.9
17	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	20.3	7.7	168.	5.3	211.	13.7
18	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	21.6	-1.0	289.	4.8	181.	4.1
19	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	18.6	2.9	247.	1.2	168.	-2.3
20	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	19.2	1.8	304.	3.4	87.	8.5
21	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	13.4	2.4	196.	2.5	75.	1.2
22	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	16.8	10.3	223.	4.9	175.	10.3
23	10	2	5.1	2.00	0.13	3.92	19.8	13.3	298.	4.2	151.	-8.9
24	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	21.3	7.6	226.	2.3	86.	5.9
25	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.8	6.7	272.	2.6	189.	1.4
26	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.4	3.2	287.	2.3	177.	-1.4
27	10	2	1.3	1.00	0.10	13.08	11.6	11.2	238.	0.0	0.	7.6
28	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	18.9	-1.1	259.	2.3	280.	0.6
29	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	17.0	10.6	244.	2.9	88.	-3.6
30	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.7	6.3	147.	7.8	161.	10.2
31	10	2	0.0	0.00	0.00	0.00	10.8	8.5	282.	3.9	166.	9.4
1	11	2	0.0	0.00	0.00	0.00	15.8	10.9	145.	4.3	40.	-10.0
2	11	2	23.8	3.90	0.09	1.15	9.9	1.1	199.	2.5	295.	-5.6
3	11	2	5.6	1.00	0.14	3.04	7.1	-1.8	132.	2.1	159.	2.4
4	11	2	0.4	0.30	0.13	30.00	17.0	-0.7	179.	2.7	95.	5.6
5	11	2	0.0	0.00	0.00	0.00	21.8	4.8	218.	1.8	308.	2.7
6	11	2	0.0	0.00	0.00	0.00	10.4	4.4	146.	7.9	220.	-3.6
7	11	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-3.0	-6.0	167.	0.0	0.	-4.6
8	11	2	1.1	0.60	0.30	13.90	11.5	-1.5	150.	3.9	170.	3.0
9	11	2	2.5	1.00	0.16	6.80	10.1	-2.1	117.	0.0	0.	3.8
10	11	2	2.5	1.00	0.11	6.80	5.8	1.1	165.	6.6	208.	3.2
11	11	2	0.0	0.00	0.00	0.00	2.0	-5.7	76.	1.3	19.	-2.1
12	11	2	0.0	0.00	0.00	0.00	8.1	6.3	110.	0.0	0.	-17.1
13	11	2	1.3	0.40	0.34	9.85	18.4	4.2	177.	1.9	175.	1.3
14	11	2	8.6	2.00	0.04	2.33	-5.7	-8.1	145.	1.6	94.	-7.0
15	11	2	0.0	0.00	0.00	0.00	9.6	0.6	201.	0.0	0.	-4.7
16	11	2	0.0	0.00	0.00	0.00	2.4	-1.2	188.	0.0	0.	0.4
17	11	2	3.0	1.00	0.04	5.67	16.3	6.3	76.	0.0	0.	6.1
18	11	2	0.4	0.30	0.13	30.00	20.9	0.9	103.	4.0	178.	0.0
19	11	2	5.4	2.00	0.03	3.70	6.1	2.2	140.	3.3	138.	-2.3
20	11	2	10.8	2.20	0.14	2.00	6.0	3.8	92.	4.9	182.	1.3
21	11	2	2.4	1.00	0.14	7.08	6.3	1.5	176.	4.9	257.	3.6
22	11	2	12.6	4.10	0.11	2.15	1.3	-2.5	101.	3.6	125.	-2.0
23	11	2	1.5	0.30	0.03	8.00	5.8	2.1	150.	2.7	217.	3.7
24	11	2	11.1	2.70	0.12	2.19	12.5	-0.8	121.	7.8	126.	-8.4
25	11	2	4.9	1.30	0.12	3.98	11.5	-4.5	152.	4.7	205.	-5.7
26	11	2	0.0	0.00	0.00	0.00	18.4	-0.4	157.	0.0	0.	8.7

27	11	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-1.6	-4.8	164.	1.9	81.	-3.4
28	11	2	1.0	0.30	0.25	12.00	4.3	-0.1	179.	4.8	210.	1.9
29	11	2	9.2	2.40	0.15	2.56	14.0	13.4	137.	0.9	16.	12.2
30	11	2	8.3	2.50	0.04	2.86	10.0	0.4	154.	0.0	0.	4.4
1	12	2	9.8	4.00	0.14	2.65	0.8	-2.9	140.	2.7	38.	-1.2
2	12	2	18.2	5.30	0.11	1.54	6.0	-12.8	98.	6.1	181.	-3.5
3	12	2	13.7	6.00	0.12	2.19	0.8	-3.6	142.	0.9	130.	-15.5
4	12	2	9.0	3.00	0.13	2.67	9.4	-8.8	114.	5.3	158.	-5.8
5	12	2	1.0	1.00	0.12	17.00	7.1	4.8	80.	3.0	178.	-0.8
6	12	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-6.9	-9.1	110.	1.5	89.	-8.1
7	12	2	5.9	2.00	0.04	3.39	9.3	1.1	81.	2.4	92.	-12.7
8	12	2	8.1	4.00	0.12	3.21	6.5	-1.2	69.	0.0	0.	2.4
9	12	2	22.7	5.00	0.15	1.23	-3.4	-4.8	91.	1.5	201.	-4.2
10	12	2	10.0	3.00	0.04	2.40	-1.4	-4.7	77.	6.5	183.	-3.2
11	12	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-0.6	-1.1	69.	0.0	0.	-1.0
12	12	2	0.0	0.00	0.00	0.00	10.6	-7.7	87.	3.0	157.	-4.5
13	12	2	7.6	2.00	0.04	2.63	1.8	-6.2	79.	1.7	98.	-13.4
14	12	2	9.9	4.00	0.13	2.63	4.0	-6.2	81.	2.4	181.	-11.0
15	12	2	3.0	1.00	0.12	5.67	1.4	-2.4	110.	8.1	227.	-8.0
16	12	2	13.8	4.00	0.32	1.88	7.8	1.3	89.	5.8	165.	-2.2
17	12	2	13.2	3.00	0.49	1.82	-3.5	-6.4	92.	0.0	0.	-14.3
18	12	2	33.5	7.00	0.09	0.92	0.7	-3.0	99.	5.6	208.	-1.3
19	12	2	0.5	0.50	0.13	27.00	3.2	-1.0	103.	3.9	164.	-8.5
20	12	2	0.0	0.00	0.00	0.00	8.1	-0.4	124.	2.0	299.	3.7
21	12	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-6.5	-10.2	111.	2.0	359.	-8.4
22	12	2	0.0	0.00	0.00	0.00	11.1	1.1	135.	3.1	180.	-8.1
23	12	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-1.0	-4.3	97.	1.6	158.	-14.5
24	12	2	0.0	0.00	0.00	0.00	6.7	-0.7	93.	0.0	0.	2.8
25	12	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-6.4	-8.6	91.	0.0	0.	-7.6
26	12	2	28.9	8.00	0.15	1.11	12.4	-2.8	109.	2.8	11.	-8.1
27	12	2	3.5	1.00	0.17	4.86	3.8	-1.8	87.	10.0	224.	0.8
28	12	2	1.2	0.60	0.13	10.00	-4.3	-9.0	119.	12.8	214.	-6.7
29	12	2	8.1	4.00	0.15	3.21	-1.3	-4.7	96.	0.0	0.	-7.6
30	12	2	1.6	1.00	0.04	10.63	1.1	-2.7	65.	0.6	154.	-1.0
31	12	2	0.0	0.00	0.00	0.00	-0.6	-4.1	74.	6.6	169.	-11.5