

# Marmara Bölgesi Orman Ekosistemleri İçin Ünlversal Toprak Kaybı Denklemindeki Bitki Örtüsü ve Amenajman Faktörleri<sup>1</sup>

Mehmet Özcan<sup>2</sup> ve Ferhat Gökbülak<sup>2\*</sup>

İ.Ü.Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı 34473 Bahçeköy/İstanbul

\* Tel: 0 212 226 11 00/25343 E- mail: [mehmetoz@istanbul.edu.tr](mailto:mehmetoz@istanbul.edu.tr)

## Kısa Özet

Bu makale Özhan ve arkadaşları tarafından 2005 yılında "Forest Ecology and Management" dergisinde yayınlanan makalenin bir çevirisidir. Çalışma Belgrad ormanında iki havza ve bir deneme parselinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı Universal Toprak Kaybı Eşitliğindeki (USLE) ürün yönetim faktörü (C) ve toprak koruma (P) faktörlerinin birleştirilerek bitki örtüsü ve amenajman faktörü (CP) şeklinde tek bir faktör olarak orman ve yalancı maki alanları için hesaplanmasıdır. CP faktörü; bilinen (yağmur erozyon faktörü, R) ve diğer faktörlerin (ortalama yıllık toprak kaybı, A; toprak erodibilite faktörü, K; eğim uzunluğu ve eğim dikliği faktörü birlikte, LS) hesaplanan sayısal değerleri kullanılarak belirlenmiştir. Bu belirlemelere göre CP faktörü yalancı maki ve Havza-I'deki yaşlı meşe-kayın orman ekosistemi için 0.021, Havza-II deki orman ekosistemi için 0.011 olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak erozyonu, ölü örtü, vejetasyon örtüsü, yönetim faktörü

## Cover and Management Factors for The Universal Soil Loss Equation for Forest Ecosystems in Marmara Region, Turkey

### Abstract

This article is a translation of the article published by Özhan et al. 2005 in Forest Ecology and Management journal. The study was carried out in two

<sup>1</sup> Bu makalenin orijinali İngilizce olarak "Cover and management factors for the Universal Soil Loss Equation for forest ecosystems in Marmara region, Turkey" başlığı altında, Süleyman Özhan, A. Nihat Balcı, Necdet Özyuvacı, Ahmet Hızal, Ferhat Gökbülak ve Yusuf Serengil tarafından Forest Ecology and Management V:214, Sayı:-1-3, 2005 yılında yayınlanmıştır. Bu makalenin Türkçeye çevrilip yayınlanması için yayın kuruluşu Elsevier'den 6 Şubat 2006 tarihli mektubuyla gerekli izin alınmıştır.

watersheds and one plot in Belgrad forest. Objective of the study was to compute the cropping management (C) and the support practice (P) factors of the equation together in a single numerical value as a cover and management factor (CP) for forest and pseudo- maqui ecosystems. CP factors were computed using known (rainfall erosivity factor, R) and estimated numerical values of other factors (average annual soil loss, A; soil-erodibility factor, K; combined slope-length and slope-steepness factor, LS). The CP factors were found to be 0,021 for old-growth oak-beech forest ecosystem in watershed-I and pseudo-maqui ecosystem and 0,011 for forest ecosystem in watershed-II.

**Keywords:** Soil erosion, litter cover, vegetation cover, management factor

## 1. Giriş

Üniversal Toprak Kaybı Eşitliği (USLE) tarım alanlarında çizgi ve tabaka erozyonundan kaynaklanan yıllık toprak kaybı miktarını tahmin etmede kullanılmaktadır. (Wischmeier and Smith, 1965; 1978). USLE Amerika Birleşik Devletleri'nin kayalık dağları bölgesinde (Rocky Mountain) (Morgan, 1990), küçük tarım parsellerinde (Bartsch ve ark., 2002) ve 1 hektarlık alanlarda (Molnar ve Julien 1998) uygulanmıştır. Aynı zamanda bu eşitlik uzaktan algılama tekniği ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile kombine edilerek büyük havzalardaki toprak kayıplarını hesaplamak için de kullanılabilir (Hızal, 1984; Molnar ve Julien, 1998; Mati ve ark., 2000; Bartsch ve ark., 2002; Lufafa ve ark., 2003). Eşitlik ise (Wischmeier ve Smith, 1965; 1978):

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad \text{şeklinde yazılmakta olup, burada;}$$

A, hesaplanan yıllık ortalama toprak kaybı ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ yıl}$ ); R, belirli bir alan için yağmur erozivite faktörü ve genellikle ortalama erozyon indeksi (EI) birimi olarak ifade edilir ( $t \text{ m ha}^{-1}$ ); K; toprak erodibilite faktörü ( bu faktör standart olarak %9 eğim ve 22 m uzunluğa sahip çıplak bir alandan meydana gelen yıllık ortalama toprak kaybı miktarıdır), L; eğim uzunluk faktörü (m), S; eğim diklik faktörü (%), C; bitki amenajman faktörü (birimsiz), P; toprak koruma faktörü (birimsiz), eşitlikteki her bir faktörün sayısal değeri tarım arazilerindeki araştırmalardan elde edilmiştir. USLE genellikle iki temel amaç için kullanılmaktadır: bunlardan birincisi tarım alanlarında koruma planlarındaki yöntemlerin kararlaştırılmasında yol göstermektir. Eşitlik herhangi bir alanda planlamacıların her bir alternatif ürün sistemi, yönetim tekniği ve erozyon kontrol uygulaması için ortalama toprak kaybı oranını tahmin etmesini sağlamaktadır. Daha sonra tahmin edilen toprak erozyonu değeri ile kabul edilen değerin karşılaştırılması ile bir toprak kaybı tolerans seviyesi hesaplanabilmektedir. USLE'nin ikinci amacı ise yerel koşulları temsil eden verilere dayanarak toplam toprak kaybını tahmin etmeyi sağlamasıdır (Wischmeier ve Smith, 1978).

USLE'nin orman alanlarında kullanılması amacıyla çalışmalar yapılmaktadır (Penman, 1963; Roose, 1975; Wischmeier, 1975). Eşitlikteki bitki amenajman faktörü genellikle deneysel verilerden belirlenmektedir. Türkiye'deki tarım alanları için bitki amenajman faktörü belirli alanlarda deneysel çalışmalarla hesaplanmıştır (Doğan ve Güçer, 1976). Türkiye'de orman alanlarında ve ormanlık havzalarda USLE'nin uygulama çalışmaları (Hızal, 1984; Balcı, 1996) olmasına rağmen C faktörünün deneysel verilere dayalı olarak belirlenmesine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada olduğu gibi, tepe tacı örtüsünün hemen hemen %100 olduğu çok sık orman ekosistemlerinde eşitliğin C ve P faktörlerinin ayrı ayrı hesaplanması gerekli olmayabilir. Öte yandan P faktörünü etkileyen teraslama ve şerit ekimi gibi uygulamalar ormanlık alanlarda uygulanmamaktadır (Brooks ve ark., 1996). Bu nedenle, diğer çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da orman ve maki ekosistemleri için eşitliğin bitki amenajmanı (C) ve toprak koruma (P) faktörleri, bitki örtüsü ve amenajman faktörü (CP) şeklinde tek bir sayısal değer gibi birleştirilmiştir (Brooks ve ark., 1996). Elde edilen sonuçlar literatürde yer alan kaynaklarla karşılaştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Sediment ölçümleri yapılan iki araştırma havzası da, İstanbul yakınındaki yaşlı meşe ve kayın ağaçlarından oluşan Belgrad ormanında yer almaktadır ( $41^{\circ} 13' 00'' - 41^{\circ} 14' 13'' \text{ N}$  ve  $28^{\circ} 54' 25'' - 28^{\circ} 56' 37'' \text{ E}$ ). Her iki havzadaki orman ekosistemlerinin tepe tacı örtüsü % 95-100 dür. Havza I ve Havza II'nin alanları sırasıyla 71,9 ha, 77,5 ha ve bu havzaların ortalama eğimleri ise sırasıyla %10 ve %14 tür.

Havzalardaki başlıca anamateryaller çoğunlukla neojen balçığı ve çakıllı birikintilerdir. Bu anamateryalden gelişen esmer orman toprakları derin, balçıklı killi üst horizona, yüksek erodibilite potansiyeline ve orta geçirgenlikteki alt toprakta kile sahiptir (Özhan, 1977). Deneme havzalarında yaklaşık 30 cm derinliğindeki üst toprağın organik madde içeriği %3,2 iken deneme havzalarının da yer aldığı Belgrad Ormanında ise % 4,9 dur (Özhan, 1977). Ortalama 5 cm kalınlığındaki mul tipi orman ölü örtüsü yüksek detensiyon ve retensiyon kapasitesine sahip olmasından dolayı yüzeysel akış üzerinde iyi bir tampon etkiye sahiptir (Balcı, 1963; Balcı ve ark., 1993). Örneğin Balcı (1963) 15 ve 2,3 cm saat<sup>-1</sup> yağış şiddeti altında, toplam orman ölü örtü kalınlığı ile tutulan su miktarı arasında ve yine ölü örtü kalınlığı ile detensiyon ve retensiyon kapasiteleri arasındaki korelasyon katsayılarının istatistiki bakımdan önemli olduğunu saptamıştır. Bu çalışmanın yapıldığı Belgrad ormanında Özhan (1977) tarafından yapılan bir başka çalışmada, mul tipi orman ölü örtüsünün su tutma kapasitesinin kendi kuru ağırlığının hemen hemen 5 katı olduğunu göstermiştir. Orman ölü örtüsünün bu özellikleri yüzeysel akıştaki ani artışları geciktirmekte ve derelere ulaşan yüzeysel akışı yavaşlatmaktadır. Bu bakımdan yeterli orman ölü örtüsüne sahip alanların, düşük pik akımlı hidrograflar üreteceği anlamına gelmektedir.

Erozyon deneme parselleri (%10 eğimde) Belgrad ormanında yalancı maki vejetasyonu ile kaplı alanda yer almaktadır. Karbonifer kil şisti üzerinde gelişen topraklar gevşek bir ölü örtüye ve orta derecede geçirgenliğe, balçıklı kil üst toprak ve

killi alt toprak tekstürüne sahiptir. Erozyon deneme parsellerindeki üst toprakların organik madde içeriği yaklaşık %2,8 iken, erozyon deneme parsellerinin içinde bulunduğu ve hakim vejetasyonun yalancı maki olduğu alanda ise organik madde içeriği % 4,0 tür (Hızal, 1984).

Çalışma alanı nemli, mesotermal, okyanussal ve yaz aylarında orta derecede su açığı olan bir iklime sahiptir (Balcı ve ark., 1986). Yıllık ortalama yağış 1094 mm ve çoğunlukla ekim ayı ile mart ayları arasında düşmektedir (Tablo 1). Ortalama yıllık sıcaklık yaklaşık 12,8 °C dir (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2002).

Toprak yüzeyi iyi korunmakta ve bu yüzden daha önceleri yapıldığı gibi C ve P faktörleri tek bir değer olarak birleştirilmiştir (Wischmeier, 1975; Brooks ve ark., 1996). Bu çalışmada C ve P faktörlerinin birleştirilmesindeki temel yaklaşım ölçülen toprak kaybı ile hesaplanan diğer faktörleri kullanarak bilinmeyen CP faktörünün hesaplanmasıdır. Yani;

$$CP = A/R \times K \times L \times S$$

Orman alanlarında ve yalancı maki ekosistemlerinde C ve P faktörlerinin birleştirilerek bitki ve amenajman faktörü şeklinde tek bir sayısal değer olarak hesaplanması için, Balcı (1993) ve Uslu (1971) tarafından Belgrad ormanında toplam toprak kaybını ölçmek amacıyla dere akışı ve sediment taşınmasının yoğun şekilde izlendiği araştırma havzalarından ve deneme parsellerinden elde ettikleri ve yayınladıkları veriler kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Havza I-II ile erozyon parselleri için çalışma dönemi ve uzun dönem aylık ortalama yağış, deneme havzalarında aylık ortalama dere akışı, erozyon parsellerinde aylık ortalama yüzeysel akış, deneme havzaları ve erozyon parsellerinde aylık ortalama toprak kaybı (Uslu, 1971; Balcı ve ark., 1993 verileri birleştirilerek).

Aylar	Aylık Ortalama Yağış (mm)			Dere akışı (mm)		Yüzeysel akış (mm)	Toprak kaybı (kg/ha)			
	Uzun dönem	Çalışma dönemi		Havza I	Havza II		Erozyon parseli	Havza I	Havza II	Erozyon parseli
		Havza I-II	Erozyon parseli							
Ocak	162	217.2	84.13	78.7	88.5	2.31	145.53	133.37	8.50	
Şubat	108	127.0	55.35	51.7	61.6	0.36	87.03	86.59	2.20	
Mart	113	91.8	61.37	55.6	62.6	1.00	111.34	100.19	5.67	
Nisan	58	53.9	76.27	21.4	25.9	1.20	41.51	39.20	4.50	
Mayıs	42	43.9	43.05	12.0	13.2	0.29	31.54	26.44	2.00	
Haziran	39	30.4	22.90	3.5	2.4	0.00 <sup>a</sup>	10.49	5.16	0.00 <sup>b</sup>	
Temmuz	30	58.7	24.60	2.3	1.5	0.10	7.08	3.06	1.10	
Ağustos	51	53.2	50.20	2.2	1.1	0.30	7.21	2.38	25.50	
Eylül	76	40.5	51.50	2.4	1.2	0.20	7.30	2.39	0.90	
Ekim	116	130.4	72.20	14.9	12.9	0.20	49.18	21.26	4.50	
Kasım	127	164.8	65.40	22.3	39.1	1.05	72.89	96.01	24.45	
Aralık	172	174.7	167.25	38.3	62.7	1.60	80.69	104.52	20.88	
Aylık ortalama	91.17	98.9	64.52	25.4	31.0	0.72	54.32	51.71	8.35	

<sup>a</sup> Yüzeysel akış kaydedilmemiştir.

<sup>b</sup> Toprak kaybı kaydedilmemiştir.

Balcı ve arkadaşları (1993) askıda sediment taşınmasını ölçmek için derelerden haftalık olarak su örnekleri almış ve 90° ve 120° beton keskin kenarlı üçgen savakların durgunlaştırma havuzlarındaki yatak yükü birikmesini gözlemlemişler ve havza I ve II de aylık ortalama askıda sediment miktarlarını sırasıyla 46,03 ve 44,5 kg/ha olarak bulmuşlardır. Aylık ortalama yatak yükü miktarlarının havza I ve II'nin askıda sediment miktarlarının sırasıyla % 18 ve % 16'sı kadar olduğunu hesaplamışlardır. Bu yüzden Tablo 1 deki veriler, havzalardaki her bir orman ekosisteminden meydana gelen toprak kaybı değeri olarak askıda sediment ve yatak yükünü birlikte içermektedir. Her bir havzadan meydana gelen yıllık toprak kaybını t ha<sup>-1</sup> olarak hesaplamak için her bir havzanın aylık ortalama toprak kayıpları 12 ile çarpılmış ve daha sonra 1000'e bölünmüştür.

Yalancı maki ile kaplı alanlarda ise Uslu'nun 1965- 1970 yılları arasında yalancı maki vejetasyonu ile kaplı alanda 1 m x 8 m boyutlarında kurduğu erozyon parsellerinden elde ettiği verilerden faydalanılmıştır. Uslu (1971) her yağmurdan sonra deneme parsellerinde oluşan yüzeysel akışı toplayarak filtre etmiş ve yüzeysel akış ile oluşan toprak kaybını ölçmüştür (Tablo 1). Uslu (1971) çalışma dönemi süresince aylık ortalama toprak kaybını 8,35 kg/ha olarak ölçmüştür. Bir hektardan yılda ton olarak oluşan ortalama toprak kaybını hesaplayabilmek için Uslu'nun (1971) aylık ortalama toprak kaybı miktarı verileri 12 ile çarpılmış ve daha sonra 1000'e bölünmüştür (Tablo 1).

Bu bölge için yağmur ve yüzeysel akış faktörü (R) Türkiye için il bazında belirlenmiş olan değerlerden alınmıştır (Güçer, 1972; Doğan ve Güçer, 1976). Bu çalışmada Marmara bölgesinde yer alan İstanbul için Doğan ve Güçer (1976) tarafından hesap edilen R değeri kullanılmıştır.

Toprak erodibilite faktörü 5<sup>0</sup> eğimli ve 22 m uzunluğunda çıplak toprak yüzeyine sahip standart şartlar ile deneme parsellerinin karşılaştırılması ile bulunabileceği gibi bundan daha kolay ve daha az zaman alan ve K değerinin belirlenmesi için geliştirilen abaklardan da belirlenebilmektedir. Bu abaklarda toprakların tekstürü, organik madde içerikleri, strüktürü ve geçirgenlik gibi toprak özelliklerinin bilinmesine gereksinim duyulmaktadır. Bu çalışmada zamandan kazanmak ve sonuçları çok kısa zamanda belli olduğu için K faktörünün tahmin edilmesinde abaklardan faydalanılmıştır (Morgan, 1990). Bu yüzden K faktörünün belirlenmesi için çalışma alanından çelik silindirler ile doğal yapısı bozulmamış toprak örnekleri alınmış ve bunların; Walkley-Black metoduna göre organik madde (Jackson, 1958), Darcy kanuna göre geçirgenlik (Özyuvacı, 1976), Bouyoucus hidrometre yöntemine göre tekstür (Piper, 1950) ve strüktürleri (Gülçür, 1974) belirlenmiştir. Bu veriler toprak erodibilite abacı kullanılarak değerlendirilmiş ve her bir çalışma alanı için K değerleri tahmin edilmiştir (Morgan, 1990). Her iki havza ile erozyon deneme parsellerinde, eğim uzunluğu (metre) ve eğim dikliği (%) ölçülmüş ve daha sonra bunlar tek bir değer altında birleştirilmiştir. Çünkü Wischmeier ve Smith (1965) L ve S faktörlerinin topografik indeks şeklinde tek bir faktör olarak birleştirilebileceğini önermişlerdir. Eğim uzunluğu (L) ve eğim dikliği (S) faktörlerinin (LS) şeklinde hesaplanmasında, Wischmeier ve Smith (1965) tarafından geliştirilen aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$LS = \left( \frac{L}{0,3048} \right)^{0,5} \times (0,0076 + 0,0053 S + 0,00076 S^2)$$

Burada L; eğim uzunluğu (m) ve S eğim derecesi (%)'dir.

Tablo 2. Bitki örtüsü ve amenajman faktörlerinin bilinen ve ölçülen parametreler yardımıyla hesaplanması

USLE Faktörleri	Havza-I	Havza-II	Yalancı maki Ekosistemi
Bilinen Parametreler			
R	74.00	74.00	74.00
Ölçülen Parametreler			
A	0.652	0.620	0.100
K	0.09	0.09	0.09
L	362.50	395.00	8.00
S	10.00	14.00	10.00
LS	4.71	8.31	0.70
Hesaplanan Bitki örtüsü ve Amenajman faktörü			
CP	0.021	0.011	0.021

Çalışma 2 araştırma havzası ve 1 erozyon parselinden meydana gelen toprak kaybını hesaplamak için tamamen rastlantılı blok deneme deseni şeklinde düzenlenmiştir. İki deneme havzası ve yalancı maki ile kaplı alandaki toprak kayıpları tek yönlü varyans analizi kullanılarak değerlendirilmiş ve ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır ( $P < 0.05$ ) (Hicks, 1993; Zar, 1996).

### 3. Sonuçlar

Çalışma sonuçlarına göre yalancı maki ile kaplı alandaki aylık toprak kaybı miktarı Havza I ve II deki toprak kayıplarından önemli derecede farklıdır ( $F_{2,33}=5,27$ ;  $P=0,0103$ ). Bunun aksine Havza I ve II de meydana gelen aylık toprak kaybı miktarları arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Kombine edilmiş eğim uzunluk ve eğim diklik faktörleri Havza I, Havza II ve Yalancı Maki vejetasyonunda sırasıyla 4,71, 8,31 ve 0,70 olarak bulunmuştur (Tablo 2). Tahmin edilen bitki ve yönetim faktörü 0.011 ile 0.021 arasında değişmekte olup Havza II için 0.011, Havza I ve yalancı maki vejetasyonu için ise 0.021 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3). Yalancı maki ekosistemindeki aylık ortalama toprak kaybı miktarı her iki havzada oluşan toprak kaybı

miktarlarıyla karşılaştırıldığında daha az istatistiksel öneme sahip olmasına rağmen, yalancı maki vejetasyonu ile kaplı alanın hesaplanan CP faktörü Havza I ile benzerlik göstermekte ve Havza II den daha büyüktür. Aynı zamanda bu çalışmada hesaplanan CP faktörleri, alt tabakada çürüntü tabakası yerine çalı tabakasıyla kaplı ormanlık alanlar için hesaplanan literatürdeki CP faktörlerinden daha büyük ve daha küçük tepe taçlı alanlardan daha küçük bir değer olarak bulunmuştur.

Tablo 3. Türkiye'de Marmara Bölgesi için hesaplanan CP faktörü ve literatürdeki C faktörü değerleri

Ekosistemler	Tepe Taçı örtüsü	Toprak Yüzeyi Örtüsü		CP Faktörü
	(%)	Tipi	(%)	
Yaşlı meşe-kayın ormanı Havza-I	75-100	5 cm derinliğinde orman ölü örtü tabakası	95-100	0.021
Yaşlı meşe-kayın ormanı Havza-II	75-100	5 cm derinliğinde orman ölü örtü tabakası	95-100	0.011
Yaklaşık 1 m boyundaki yalancı maki vejetasyonu ( <i>Erica arborea</i> )		Odunsu bitki	95-100	0.021
İyi sıklıkta orman <sup>a)</sup>	75-100	Ölü örtü	90-100	0.001
Alt tabakası bulunmayan ağaçlık <sup>b)</sup>	75	Gramine ve gramine benzeri bitkiler ile en az 5 cm kalınlığında ölü örtü	95-100	0.003
Orman <sup>c)</sup>				
Çıplak alan	10			0.38
Açıklık	50			0.13
Kapalı	70			0.09
İyi durumda step veya Savanna <sup>d)</sup>				0.01

<sup>a)</sup> Yalnızca C faktörü (Wischmeier, 1975)

<sup>b)</sup> Yalnızca C faktörü (Brooks ve Ark., 1996)

<sup>c)</sup> Yalnızca C faktörü (T.C. Orman Bakanlığı, 1992)

<sup>d)</sup> Yalnızca C faktörü (Roose, 1975)

#### 4. Tartışma ve Öneriler

USLE'nin bitki örtüsü (C) ve amenajman faktörleri (P) tek bir faktör olarak birleştirilmiş (CP) ve yerel koşullarda gözlemlenen değerler vasıtasıyla yalancı maki vejetasyonunda ve meşe-kayın karışık orman alanları için hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan veriler, uzun dönemli deneme havzaları çalışması ve erozyon parsellerinden toplanmıştır. Daha sonra tahmin edilen CP faktörleri literatürdeki C faktörleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, havza I ve II de olduğu gibi aynı arazi kullanım ve aynı yönetim şartları altında yıllık toprak kaybı miktarının eğimin uzunluğu ve dikliğine bağlı olarak değiştiğini göstermiştir.

Bu çalışmada CP değerleri 0.011 ile 0.021 arasında değişmekte (Tablo 3) ve yalancı maki ekosistemi havza II deki yaşlı meşe-kayın orman ekosisteminden daha büyük bir CP değerine sahip iken havza I deki orman ekosistemi ile aynı CP değerine sahiptir. Literatürde belirtilen C faktörleri ve Marmara bölgesinde deneysel olarak belirlenen CP faktörleri ormanlık alan ve makilik alanlardaki şartların değişik olmasından dolayı farklılık göstermektedir (Tablo 3). LS faktörleri, tepe tacı kapalılığı, toprak yüzeyinin örtülme derecesi ve çürüntü tabakasının birikme durumundaki farklılıktan dolayı bu çalışmadaki CP değerleri, tepe tacı kapalılığı benzer fakat farklı toprak yüzeyi örtülme derecesine sahip orman ekosistemlerinden daha büyük bulunmuştur. Bunun tersi olarak, CP değerleri daha az tepe tacına sahip orman ekosistemlerine ilişkin literatürde verilen değerlerden daha düşüktür. Başka bir deyişle bu farklılıklar arasında orman ölü örtüsünün birikimi temel nitelik olabilir. Çünkü kalın bir ölü örtü tabakası iyi bir koruma sağlayarak havzalardaki orman ekosistemlerinin sediment verimini negatif şekilde etkilemektedir (Sorsbie, 1938; Balcı, 1963; Satterlund, 1972). Orman ölü örtüsü yüzeysel akışlarda olduğu gibi dere akışlarında da iyi bir tampon görevi görmekte ve bu yüzden onun bu karakteristikleri havzanın sediment verimini ve yüzeysel akışını etkilemektedir. Yapılan bir çalışmada belirtildiği gibi ölü örtü birikiminin %48 den %96'ya yükseltilmesi ile yaz pik akımlarında % 90-92 oranında ve kış pik akımlarında da %24 oranında azalmalar görülmüştür (Satterland, 1972). Tersine yalancı maki vejetasyonu altındaki 1 cm'den daha az kalınlığa sahip olan çürüntü ve humus tabakası, orman meşçeresinin altındaki toprağa oranla mineral toprağı daha az korumaktadır. Bununla beraber hem yalancı maki vejetasyonunda hem de havza I ve II deki orman ekosistemlerinde tepe tacı toprağı hemen hemen %100 oranında örttüğü için C ve P faktörleri bu ekosistemlerde birleştirilmiştir. Her iki havzadaki yaşlı meşe-kayın orman ekosistemleri mevcut karakteristikleri bakımından benzerlik göstermelerine rağmen sediment verimi açısından negatif etkiye sahip olan eğimin uzunluğu ve derecesi bakımından benzer özelliklerde değildir (Balcı, 1996; Morgan, 1990). Bu göstergeler ışığında her bir orman ekosistemi için CP faktörü ayrı ayrı belirlenmelidir. Buna ilaveten aşırı tahribin bir sonucu olarak Türkiye'deki orman ekosistemlerinin tepe tacı kapalılığı oldukça düşüktür (0,4 ten daha küçük) (Orman Bakanlığı, 1992). Bu gibi durumlar sebebiyle C ve P faktörleri tek bir faktör olarak birleştirilmemeli ve ağaç veya yalancı maki vejetasyonlarının baskın olduğu alanların her biri için ayrı ayrı belirlenmelidir. Ayrıca yarı kurak şartlarda koruma faktörleri de ölçülmelidir. Benzer şekilde yeniden ormanlaştırılan alanlar için de kurulma yaşı ve

büyüme safhaları dikkate alınarak C ve P faktörleri ayrı ayrı belirlenmelidir. Plantasyon alanlarında özellikle C faktörü plantasyonun gelişme safhaları sürecinde daha fazla önem kazanacaktır.

#### Kaynaklar

- Balcı, A.N., 1963.** Physical, chemical, and hydrological properties of certain Western Washington forest floor types. PhD Thesis University of Washington, U.S.A.
- Balcı, A.N., N. Özyuvacı and S. Özhan, 1986.** Sediment and nutrient discharge through streamflow from two experimental watershed in natural oak-beech forest ecosystems near Istanbul, Turkey. *Journal of Hydrology*. 85: 31-47.
- Balcı, A.N., N. Özyuvacı, S. Özhan and K. Şengönül, 1993.** İstanbul çevresinde yer alan meşe- kayın orman ekosistemlerinde eş havza denemeleri ile ilgili kalibrasyon dönemi sonuçları, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A*. 43 (1):13-32.
- Balcı, A.N., 1996.** Toprak Koruması Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi yayın no:3947, Orman Fakültesi yayın no:439, İstanbul-Türkiye.
- Bartsch, K.P., H.V. Miegroet, J. Boettinger and J.P. Dobrowolski, 2002.** Using empirical erosion models and GIS to determine erosion risk at Camp Williams, Utah. *Journal of Soil and Water Conservation*. 57(1): 29-37.
- Brooks, K.N., P.F. Ffolliott, H.M. Gregersen and Thames, J.L., 1996.** Hydrology and the Management of Watersheds. Iowa State University press:Amess, Iowa.
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2002.** Meteoroloji istasyonları verileri, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- Doğan, O. ve C. Güçer, 1976.** Su Erozyonunun Nedenleri-Oluşumu ve Ünsel Denklem İle Toprak Kayıplarının Saptanması, Topraksu Genel Müdürlüğü, Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No:41, Teknik Yayın No:21, Ankara-Türkiye.
- Güçer, C., 1972.** Yağışların erosiv potansiyellerinin hesaplanması ve Türkiye yağışlarının erosiv potansiyelleri, Köy İşleri Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No:14, Teknik yayın no:11, Ankara-Türkiye
- Gülçür, F., 1974.** Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analizi, İstanbul Üniversitesi yayın no:1970, Orman fakültesi yayın no:201, İstanbul-Türkiye.
- Hicks, C. R., 1993.** Fundamental Concepts in the Design of Experiments. Fourth edition, Oxford University Press, New York.
- Hızal, A., 1984.** Hava Fotoğrafları Yorumlamasının Havza Amenajmanı (Ova Deresi Havzası Kocaeli) Çalışmalarında Uygulanma Olanaklarının Araştırılması, İstanbul Üniversitesi yayın no:3144, Orman Fakültesi yayın no: 341, İstanbul-Türkiye.
- Jackson, M.L., 1958.** Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.

- Lufafa, A., M. M. Tenywa, M. Isabirye, M.J.G. Majaliwas and P.L. Woomeer, 2003.** Prediction of soil erosion in a Lake Victoria basin catchment using a GIS-based Universal Soil Loss model. *Agricultural Systems*. 76: 883-894.
- Mati, B. M., R. P. C. Morgan, F. N. Gichuki, J. N. Quinton, T. R. Brewer and H. P. Liniger, 2000.** Assessment of erosion hazard with the USLE and GIS : A case study of the upper Ewaso Ng'iroNorth basin of Kenya. *Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2(2): 78-86.
- Molnár, D.K. and P.Y. Julien, 1998.** Estimation of upland erosion using GIS. *Computers & Geosciences*. 24(2):183-192.
- Morgan, R.P.C., 1990.** Soil Erosion and Conservation. John Wiley&Sons, Inc., NewYork.
- Özhan, S., 1977.** Belgrad Ormanı Ortadere Yağış Havzasında Ölü Örtünün Hidrolojik Bakımdan Önemli Özelliklerinin Bazı Yöresel Etkenlere Göre Değişimi, İstanbul Üniversitesi yayın no:2330, Orman Fakültesi yayın no:235, İstanbul-Türkiye.
- Özyuvacı, N., 1976.** Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak-Su İlişkileri, İstanbul Üniversitesi yayın no:2082, Orman Fakültesi yayın no:221, İstanbul-Türkiye.
- Penman, H.L., 1963.** Vegetation and Hydrology. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks, UK.
- Piper, C.S., 1950.** Soil and plant analysis. Interscience Publisher, Inc. New York, N.Y.
- Roose, E.J., 1975.** Application of the soil prediction formula of Wischmeier and Smith in West Africa. Colloquium on soil conservation and management in the humid tropics, IITA, Ibadan.
- Satterland, D.R., 1972.** Wildland Watershed Management. The Ronald Press Company New York.
- Sörnsbie, R. F., 1938.** Geology for Engineers. Neill and Co., Ltd., Edinburgh.
- T.C Orman Bakanlığı, 1992.** Doğu ve Güneydoğu Anadolu havzası rehabilitasyon projesi, Cilt II.
- Uslu, S., 1971.** Şeytandere Havzasında Değişik Arazi Kullanımın Yüzeysel Akış ve Toprak Erozyonu Üzerine Etkileri, İstanbul Üniversitesi yayın no:1643, Orman fakültesi yayın no:167, İstanbul-Türkiye.
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith, 1965.** Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains : guide for selection of practices for soil and water conservation planning. USDA Agriculture Handbook. U.S. Government Printing Office, Washington. D.C.
- Wischmeier, W.H., 1975.** Estimating the Soil-Loss Equation's cover and management factor for undisturbed areas. Proceedings of Sediment Yield Workshop U.S. Department of Agriculture, Agriculture Research Service. Report No.ARS-S-40: 118-124.
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith, 1978.** Predicting rainfall erosion losses : a guide to conservation planning. USDA Agriculture Handbook. U.S. Government Printing Office, Washington. D.C.
- Zar, J.H., 1996.** Biostatistical Analysis. Third Eition. Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey, US.