

Küçükemalı Gölet Havzasının Toprak Koruma Önlemlerine Göre Arazi Kullanım Planlaması*

Ertuğrul KARAS¹

Fazlı ÖZTÜRK²

¹Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara

Özet: Bu çalışmada, Küçükemalı Gölet Havzasının arazi kullanım planı toprak koruma önlemlerine göre hazırlanmıştır. Havzadaki potansiyel toprak kayıpları USLE eşitliği kullanılarak belirlenmiştir. Havzadaki mevcut arazi kullanım durumunda potansiyel toprak kaybı miktarı ortalama 6.4 t/ha/yıl olarak hesaplanmış; eş yükselti eğrilerine paralel (kontur) tarım uygulandığında 5.15 t/ha/yıl ve şeritvari tarım yöntemi uygulandığında ise 2.60 t/ha/yıl değerinde olmaktadır. Uygulanan senaryolar ve önerilen arazi kullanım değişikliği ile havzanın sürdürülebilirliği için önerilen kullanım planlaması ile ortalama toprak kaybı değerinin 0.08 t/ha/yıl düşürülebileceği ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Havza yönetimi, Potansiyel toprak kayıpları, Arazi kullanım planlaması, Universal Toprak Kaybı Eşitliği

Land Use Planning of Küçükemalı Pond Basin According to Soil Conservation Measures

Abstract: In this study, main aim is to investigate the sustainable management according to the water and sediment yield of Küçükemalı pond basin. Potential soil loss was calculated by using the USLE equation for the basin. In the Küçükemalı basin, according to the existing land use situation, the annual average potential soil loss are 6.40 t/ha by using USLE equation. In the basin for farmland areas, potential soil loss will be decreased to 5.15 and 2.6 t/ha/year for contour farming and contouring + strip cropping, respectively. With the applied scenarios and suggested new land use plan of the basin, that value will be decreased down to 0.08 t/ha via sustainable management of the basin.

Key words: Watershed management, Potential soil losses, land use planning, Universal Soil Loss Equation

1.Giriş

Sürdürülebilir havza yönetiminin başlıca amacı, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır. Hidrolojik döngü içerisinde meydana gelen yağışın zamansal ve mekânsal boyuttaki hareketine göre su depolama yapıları tesis edilirken, yağışın şiddetiyle erozyona uğrayan topraklar yüzey akışla hareket ederek sedimentasyonla bu yapıların ölü hacimlerinde birikerek kullanım ömürlerinin azaltırlar. Havza modelleri yağışın etkisiyle meydana gelen bu gibi sonuçları tahmin ederek gerekli koruma önlemleri için ihtiyaç duyulan birer araçtırlar. Araştırma bulgularına dayalı olarak elde edilen sonuçların uygulamaya aktarılmasıyla alınabilecek koruma önlemlerinin uygulanmasıyla erozyona uğrayan toprak kayıplarının azaltılması mümkündür. Havzalarda mevcut alınacak koruma önlemlerinin toprak kayıplarını azaltmada yeterli olmadığı durumlarda arazi kullanım

türünde değişiklik yapılması, koruma önlemlerine göre arazi kullanım planlamasının yeniden hazırlanması gerekebilir.

2. Materyal ve Yöntem

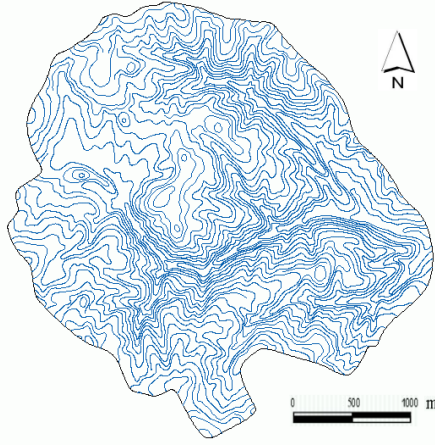
2.1. Materyal

2.1.1. Havzanın konumu

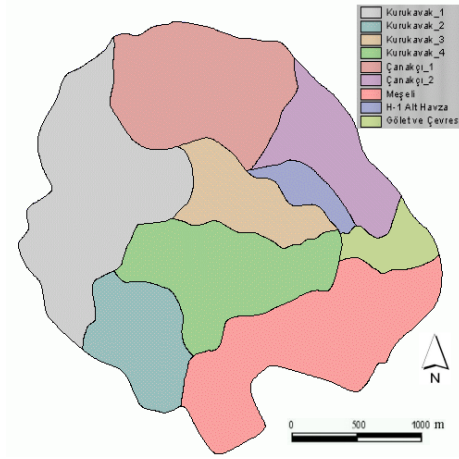
Bilecik-Pazaryeri-Küçükemalı gölet havzası Sakarya havzasındadır. Havza, Bilecik İli'nin Pazaryeri İlçesi'ne bağlı Küçükemalı, Güde ve Bahçesultan köyleri sınırları içerisinde yer almaktadır. Pazaryeri ilçesinin batısında olan havza, Pazaryeri'ne 7 km, Bilecik'e 37 km uzaklıktadır. Havza çıkış yerinin yüksekliği 810 m olup, 40°01' kuzey enlem ve 29°47' doğu boylamındadır. Havzanın topoğrafik haritası Şekil 2.1'de, alt havzalar Şekil 2.2'de, alt havzaların alansal dağılımı Çizelge 2.1'de verilmiştir.

* Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde kabul edilen "Küçükemalı ve Güvenç havzalarının su ve sediment verimlerine göre sürdürülebilir yönetimi" isimli doktora tezinden alıntıdır.

Küçükemalı Gölet Havzasının Toprak Koruma Önlemlerine Göre Arazi Kullanım Planlaması



Şekil 2.1. Küçükemalı havzasının topoğrafik haritası



Şekil 2.2. Küçükemalı havzasındaki alt havzalar

Çizelge 2.1. Küçükemalı havzasındaki alt havzaların dağılımı

Sıra no	Alt havza	Alt birim	Havza alanı	
			km ²	%
1	Kurutavak	1	1.76	20.56
2		2	0.63	7.34
3		3	0.72	8.40
4		4	1.20	14.07
5	Çanakçı	1	1.43	16.68
6		2	0.68	7.97
7	Alt havza	Alt havza	0.22	2.56
8	Meşeli	Meşeli	1.63	19.11
9	Gölet ve çevresi	Gölet ve çevresi	0.28	3.31
Toplam			8.55	100.00

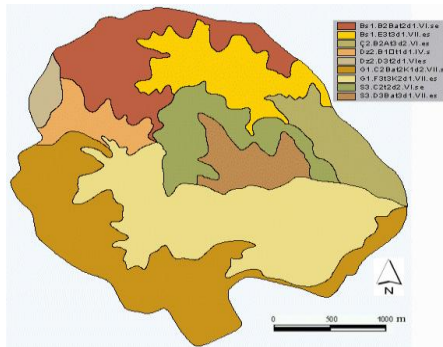
2.1.2. İklim Özellikleri

Havzaya en yakın istasyon Bilecik ilinin Pazaryeri'nde olup, istasyona ait çok yıllık ortalama iklim verilerine göre yıllık yağış 593.0 mm, ortalama sıcaklık 10.8 °C, nispi nem % 65.0, rüzgâr hızı 1.8 m/s, kar yağışlı gün sayısı 23.8 ve karla örtülü gün sayısı 37.6'dır.

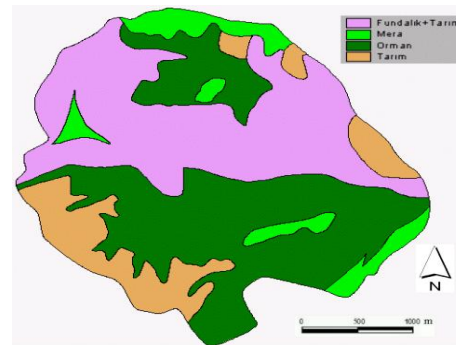
2.1.3. Toprak, Arazi Kullanım Özellikleri

Havzanın toprak taksonomisine göre hazırlanan detaylı toprak haritası Şekil 2.3'te, arazi kullanım haritası Şekil 2.4'te, toprak serilerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2.2'de, alt havzaların arazi kullanım dağılımı Çizelge 2.3'te verilmiştir. Toprak analizleri Tüzüner'e (1990) göre yapılmıştır.

Havzanın ortalama toprak derinliği 20.6 cm'dir (Yüksel ve Dengiz, 1996).



Şekil 2.3. Havzanın toprak haritası



Şekil 2.4. Havzanın arazi kullanım haritası

Çizelge 2.2. Küçükermalı havzasındaki toprak serilerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak serisi	Hori- zon	Derin- lik, cm	pH	Tuz, %	Kireç %	EC, Mmhos /cm	KDK, Me/ 100 gr	Org. Mad. %	Tarla Kap. %	Solma Nok. %
Bahçesultan	A	0-7	7.02	0.020	0.73	0.068	9.85	0.96	22.5	13.9
Güde	A	0-25	5.82	0.020	0.87	0.060	19.23	2.59	25.4	14.4
Çanakçı	A	0-24	5.55	0.020	0.73	0.043	23.72	1.10	24.5	12.5
Savak	A	0-18	7.55	0.030	4.38	0.014	15.86	0.20	21.7	14.6
	C	18 +	7.74	0.035	9.05			4.25	24.5	19.3
Düzkeyinlik	A	0 - 7	5.29	0.020	0.73	0.078	21.32	6.30	30.7	22.1
	C ₁	7-38	2.29	0.020	0.58			0.20	33.3	16.3
	C ₂	38 +								

Çizelge 2.3. Havzadaki alt havzaların arazi kullanımı

Alt havza	Birimi	Tarım	Tarım+Fundalık	Orman	Mera	Su yüzeyi	Toplam
Kurutakavak	km ²	-	2.68	1.54	0.09	-	4.31
	%	-	62.10	35.76	2.14	-	100.00
Çanakçı	km ²	0.24	0.81	0.58	0.48	-	2.11
	%	11.54	38.38	27.34	22.74	-	100.00
Meşeli	km ²	-	0.18	1.16	0.30	-	1.63
	%	-	10.74	71.00	18.27	-	100.00
Alt Havza	km ²	-	0.22	-	-	-	0.22
	%	-	100.00	-	-	-	100.00
Gölet ve çevresi	km ²	-	-	0.12	-	0.16	0.28
	%	-	-	43.47	-	56.53	100.00
TOPLAM	km ²	0.24	3.88	3.40	0.87	0.16	8.55
	%	2.84	45.32	39.75	10.22	1.87	100.00

Havza toprakları sığ (20-50 cm) ve çok sığ (0-20 cm) toprak derinliğine sahip olup, orta ve şiddetli erozyona maruz olup; kumlu tın, kumlu killi tın ve tınlı bünyeye sahiptirler. Eğim havzada çok değişkenlik göstermekte olup hafif (% 0-2) ile sarp (> % 30) olan bu araziler fundalık, orman, mera ve kuru tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Havza toprakları yukarıda bahsedilen sınırlandırıcı faktörlerden özellikle eğim, erozyon şiddeti ve sıklık nedeniyle IV, VI ve VII. sınıf araziler olarak sınıflandırılmıştır.

2.1.4. Kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemi Programı

Havzaya ilişkin tüm toprak, topoğrafya ve arazi kullanım verileri ArcInfo programı ile

sayısallaştırıldıktan sonra analiz ve değerlendirmeleri ArcView programı ile gerçekleştirilmiştir.

2.2 Yöntem

2.2.1. USLE Modeli

Havzadaki potansiyel toprak kayıpları yüzey ve parmak erozyonunu olarak Wismeier ve Smith (1978) tarafından geliştirilmiş USLE metodolojisi ile tahmin edilmiştir. USLE metodunda aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır.

$$A = RKLSCP$$

Eşitlikte:

A, Yıllık ortalama toprak kaybı (ton/ha)

R, Yağış erozyon indeksi

K, Toprak aşınımına duyarlılık faktörü

L, Eğim uzunluğu faktörü

S, Eğim dikliği faktörü
C, Bitki yönetim faktörü
P, Toprak koruma önlemleri faktörü

Yağış erozyon faktörü (R) herhangi bir yağışın erozyon potansiyeli, bu yağışın kinetik enerjisi ile 30 dakikalık en büyük şiddetinin çarpımının 100'e bölümüne eşittir. Yağış erozyon indisi (R) adı verilen bu değer aşağıdaki eşitlikle belirlenir.

$$R = (E_g \times I_m) / 100$$

Eşitlikte :

R, Yağış erozyon indisi, ton-m/ha,
E_g , Toplam kinetik enerji, ton-m/ha,
I_m , Yağmurun 30 dakikalık en büyük şiddeti.

Toprak aşınımına duyarlılık faktörü (K), her bir noktasal toprak örneği için yapılacak laboratuvar analizine dayalı olarak aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak belirlenir (Wischmeier and Smith, 1978).

$$K = ((2.17 \times 10^{-4}) \times (M^{1.14}) \times (12-a) + 3.25 \times (b - 2) + 2.5 \times (c - 3)) \times d$$

Eşitlikte;

K, Toprak aşınım faktörü
M, Zerre irilik parametresi
a, Organik madde içeriği, %
b, Strüktür tipi kodu
c, Su geçirgenliği kodu
d, Metrik sisteme dönüştürme katsayısıdır (d=1.292)

USLE'de kullanılan eğim uzunluğu faktörü % 9 eğimde ve 22.1 m eğim uzunluğunu içeren parsellerden oluşan toprak kaybı birim kabul edilerek saptanmaktadır.

$$L = \left(\frac{l}{22.1} \right)^x$$

Eşitlikte :

L, Eğim uzunluğu faktörü
l, Eğim uzunluğu, (m).
x, Katsayı olup, eğim % 4'den büyükse 0.5, %4 eğim için 0.4, % 3 ve daha az eğim için 0.3 olarak alınır.

USLE'de kullanılan eğim derecesi (S) faktörü aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenir:

$$S = \frac{0.43 + (0.30 \times s) + (0.043 \times s^2)}{6.574}$$

Eşitlikte:

S, Eğim faktörü
s. Arazi eğimi (%)

Eğim uzunluğu ve dikliği faktörü (LS) faktörü Moore ve Burch (1995) tarafından önerilen yöntem kullanılarak CBS ortamında oluşturulmuş olan sayısal arazi modeli (DEM) yardımıyla grid veri olarak hesaplanmıştır. Bitki yönetim faktörü (C), belirli şartlar altında ürün alınan bir tarlada meydana gelen toprak kaybının devamlı nadas (bitkisiz sürülü) bir tarlada oluşan toprak kaybına oranıdır. Toprak koruma önlemleri faktörü (P), belirli bir toprak koruma işlemi altında meydana gelen toprak kayıplarının aynı şartlar altındaki devamlı nadas tarladan meydana gelen toprak kaybına oranıdır. Toprak kaybı toleransı (T), bitki verimliliğinin ekonomik olarak sürdürülebilmesi durumunda kaybına izin verilebilen toprak erozyonunun maksimum miktarı olup; bitkilerin köklenme derinlikleri dikkate alınarak belirlenir.

2.2.2. Verilerin Analizi ve Değerlendirme

USLE modelini oluşturan ve sayısal olarak hazırlanan R, K, LS, C ve P faktörü verileri ArcView programı ile 10x10 m boyutlarında gride dönüştürülmüş ve ilgili verilerin CBS ortamındaki grid değerlerinin birbirleriyle çarpımları ile havza için mevcut şartlardaki potansiyel toprak kayıpları (A) belirlenmiştir. Uygulamada sırasıyla önce tarım arazilerinde toprak koruma önlemleri olarak önerilen kontur tarım ve kontur + şeritvari tarım uygulamaları için belirlenen P faktörlerine göre oluşturulan senaryolar dikkate alınarak havza için ayrı ayrı toprak kayıpları belirlenerek toprak koruma önlemlerinin mevcut duruma göre etkinliği saptanmıştır. Tarım arazilerinde koruma önlemlerinin toprak kayıplarını azaltmadaki etkinliklerinin belirlenen tolerans değerlerinin altına düşürmede yetersiz kalmıştır. Bu sebeple havzada halen tarım arazisi olarak kullanılan arazilerin doğal kullanım biçimine dönüştürülerek oluşturulan senaryoya göre toprak kayıpları yeniden hesaplanmış ve söz konusu havzada oluşturulan gridler için tayin edilen tolerans değerleriyle karşılaştırılmıştır.

3. Araştırma Bulguları

3.1. Küçükemalı havzasında USLE eşitliği parametreleri

R faktörü, Küçükemalı havzası için Türkseven ve Ayday (2000) tarafından havzada

yürütülen USLE denemesinden elde edilen 101.47 değeri kullanılmıştır.

Havzanın toprak aşınım (K) faktörü haritası havzadan alınan 85 toprak örneği üzerinde yapılan analizler ve eşitliklere göre her bir toprak serisi için ayrı ayrı saptanmıştır. Havza topraklarının K faktörü değerleri 0.22-0.37 arasında değişmiştir. Havza topraklarının eğim uzunluğu ve dikliği (LS) faktörü 0-25.92 arasında değişmektedir.

Küçükemalı havzasının bitki yönetim (C) faktörü haritasında ayırımı yapılan, tarım alanları için (buğday-nadas münavebesi) araştırma bulgularından (Türkseven ve Ayday, 2000), orman, mera, ve fundalık alanlar için ise literatür bildirişlerinden (Çanga, 1995) yararlanılarak C faktörleri belirlenmiştir. Çalışmada C faktör değerleri tarım arazileri (buğday-nadas münavebesi) için 0.15 değeri, orman için 0.001, fundalık (yoğun çalılık) için

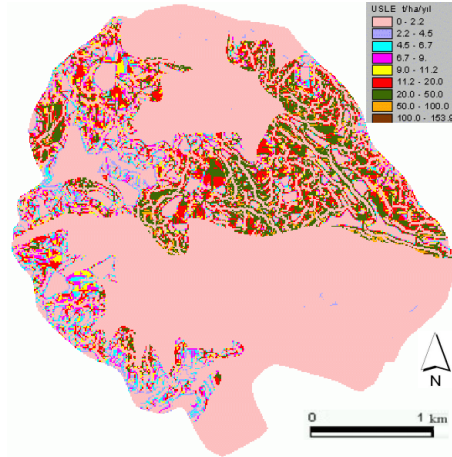
0.20, mera için 0.01 ve su yüzeyi için 0.0 değerleri dikkate alınarak kullanılmıştır.

Toprak koruma (P) faktörü, havzada herhangi bir koruma önlemi uygulanmadığından havzasının tamamı için 1.00 değeri kullanılmıştır.

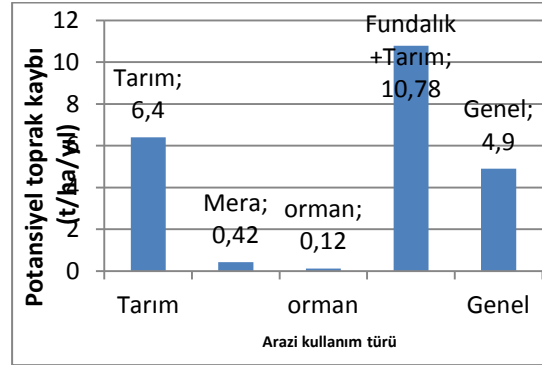
Havza toprakları için toprak kayıp tolerans (T) değeri Çanga (1995) tarafından verilen köklenme derinlikleri dikkate alınarak 2.2-4.5 ton/ha/yıl arasında değişim göstermiştir. Toprak kayıp tolerans değeri havzanın % 93.9'u için 2.2 t/ha/yıl ve % 6.1'i için 4.5 t/ha/yıl olarak saptanmıştır.

3.2. Havzadaki Potansiyel Toprak Kayıpları

Havzada USLE eşitliği ile belirlenen havzadaki toprak kayıpları haritası Şekil 3.1'de, arazi kullanım türlerine göre potansiyel toprak kayıpları Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1 USLE yöntemine göre Küçükemalı havzasındaki potansiyel toprak kayıpları



Şekil 3.2. Arazi kullanım türlerine göre potansiyel toprak kayıpları

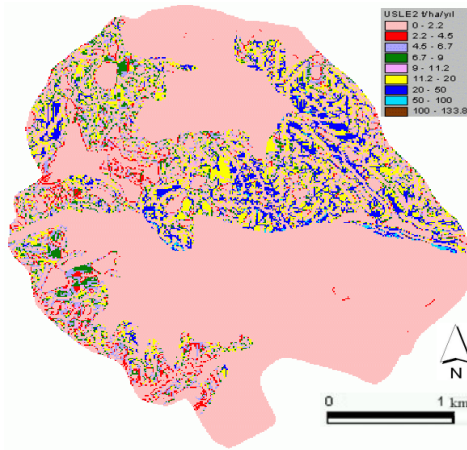
Havzadaki arazi kullanım türlerine göre ortalama toprak kaybı değerleri tarım arazileri için 6.4, mera arazileri için 0.42, orman arazileri için 0.12, fundalık ve kuru tarım arazileri için 10.78 t/ha/yıl olup; havza için genel ortalama potansiyel toprak kaybı 4.9 t/ha/yıl olarak tahmin edilmiştir.

3.3. Havzada Uygulanan Toprak Koruma Önlemleri ve Etkinliği

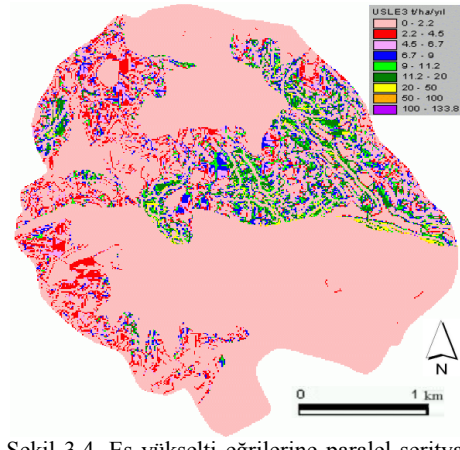
Üniversal toprak kaybı eşitliği diğer faktörler aynı kalmak kaydıyla uygulanmış ve

tarım alanlarında eş yükseklik eğrilerine paralel tarım uygulanması durumunda havzadaki potansiyel toprak kayıpları Şekil 3.3'te, eş yükselti eğrilerine paralel şeritvari tarım uygulaması ile arazi kullanım türlerine göre potansiyel toprak kayıpları Şekil 3.4'te verilmiştir.

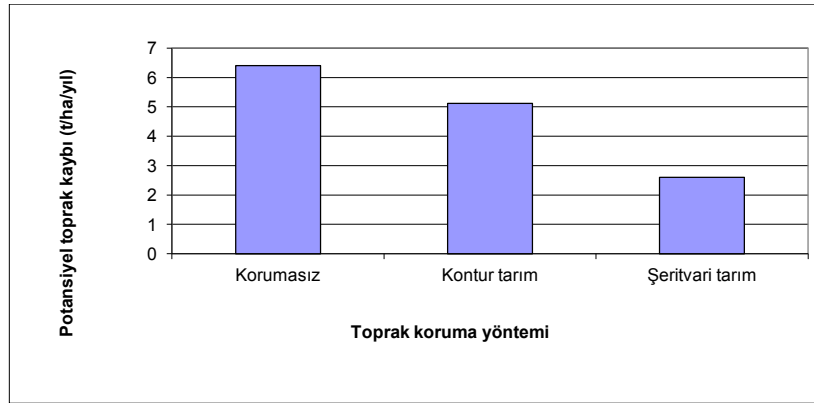
Şekil 3.5'te verilen tarım alanlarında çeşitli toprak koruma yöntemlerinin etkinliğine göre potansiyel toprak kayıpları havzada herhangi bir koruma yöntemi uygulanmadığı durumda 6.40 t/ha/yıl, eş yükselti eğrilerine



Şekil 3.3. Eş yükselti eğrilerine paralel tarım uygulamasına göre havzadaki potansiyel toprak kayıpları



Şekil 3.4. Eş yükselti eğrilerine paralel şeritvari tarım uygulamasına göre havzadaki potansiyel toprak kayıpları



Şekil 3.5. Küçükemmalı havzasında tarım alanlarındaki toprak koruma yöntemlerinin potansiyel toprak kayıpları üzerindeki etkisi

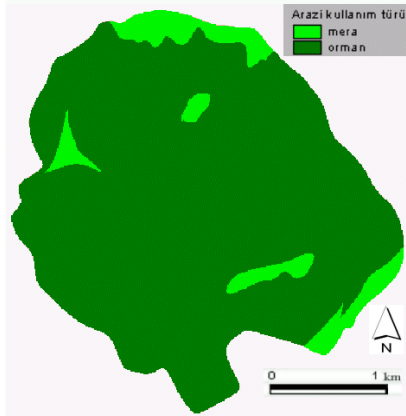
paralel (kontur) tarım uygulandığında 5.15 t/ha/yıl ve şeritvari tarım yöntemi uygulandığında ise 2.60 t/ha/yıl değerinde olmaktadır.

3.4. Havzadaki Arazi Kullanım Türlerinde Değişiklik ve Sonuçları

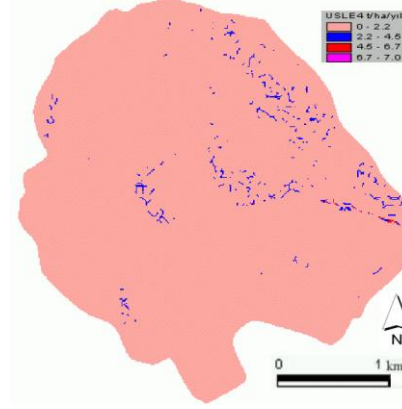
Havzadaki tarım alanlarında uygulanan toprak koruma (P) faktörlerinde değişiklik yapmanın potansiyel toprak kayıplarını tayin edilen tolerans değerlerinin altına düşürmede yeterli olmadığı ortaya çıkmıştır. Uygulamayla elde edilecek sonuç, toprak ve su kaynaklarını sürdürülebilir kılmaya yeterli değildir. Bu sebeple ilave koruma önlemlerine ihtiyaç duyulmuştur. Arazi kullanım türü olarak havzada erozyonun başlıca kaynağı halen tarım arazileri olup; söz konusu arazilerin tarımsal

kullanımdan önceki doğal kullanım biçimi ormandır. Havzadaki aktif erozyonun azaltılabilmesi için öngörülen ve senaryo şeklinde uygulanan toprak koruma faktörlerinin yetersiz kalması sebebiyle mevcut kullanım türünde değişiklik yapılması gerekmiştir. Potansiyel ve aktüel erozyonun kaynağı olan tarım arazilerinin önceki doğal kullanım biçimine dönüştürülmeleri gerektiği görüşü benimsenmiştir. Öngörülen değişikliğe göre havzadaki arazi kullanım türlerine göre haritası Şekil 3.6'da, önerilen değişiklikle havzadaki potansiyel toprak kayıplarının dağılımı Şekil 3.7'de, kullanım türlerine göre ortalama potansiyel toprak kayıpları Şekil 3.8'de verilmiştir.

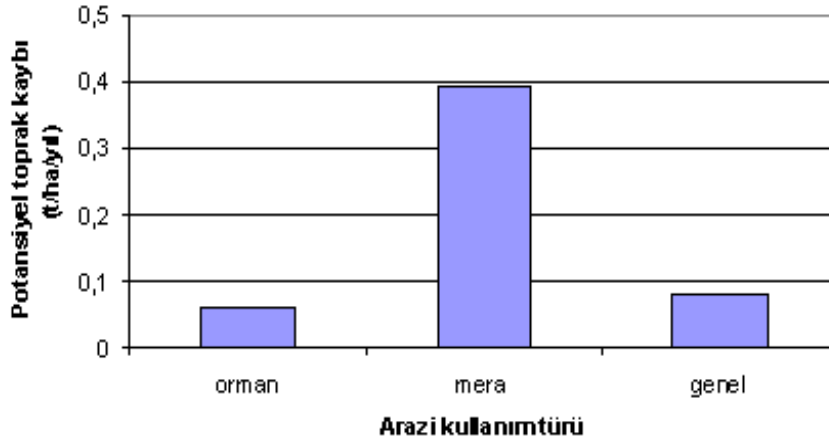
Havzadaki kullanım türlerine göre potansiyel toprak kayıpları başlangıç şartlarında



Şekil 3.6 Havza için önerilen nihai arazi kullanım türü



Şekil 3.7 Havzada önerilen nihai arazi kullanım planlaması sonrasındaki potansiyel toprak



Şekil 3.8. Sürdürülebilir havza yönetimi için önerilen arazi kullanım planlaması ile arazi kullanım türlerine göre potansiyel toprak kayıpları

tarım arazilerinde 6.40 t/ha/yıl, mera alanlarında 0.42 t/ha/yıl, orman alanlarında 0.12 t/ha/yıl, fundalık+tarım arazilerinde 10.78 t/ha/yıl ve havza geneli için 4.90 t/ha/yıl değerindedir. Tarım alanlarında çeşitli toprak koruma yöntemlerine göre havzada herhangi koruma yöntemi uygulanmadığı durumda 6.4 t/ha/yıl, eş yükselti eğrilerine paralel (kontur) tarım uygulandığında 5.15 t/ha/yıl ve eş yükseklik eğrilerine paralel şeritvari (kontur) tarım yöntemi uygulandığında ise 2.60 t/ha/yıl değerinde olmaktadır.

4. Tartışma ve Sonuç

Havza yönetiminin temel hedefi, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğidir. Bu hedefe ulaşabilmek havzaları toprak, topoğrafya, arazi kullanımı özellikleri ile

mevcut durumlarının tanımlanmaları, sürdürülebilirliğine engel olan hususların belirlenerek gerekli koruma önlemlerinin alınmaları gerekir. Bu genel ilke ve hedefleri esas alınarak Küçüklemalı gölet havzasının mevcut özellikleri ile toprak kayıpları belirlenmiştir. Havzada koruma önlemlerini sağlamaya yönelik senaryolarla mevcut toprak kayıplarının azaltılmasına çalışılmıştır. Mevcut arazi kullanımında tarım arazisi olan arazilerin tamamı son çeyrek yüzyıl içerisinde çoğunluğu meşe ve kızılçam ağaçlarının teşkil ettiği orman arazileridir. Havzada yapılan yoğun kesimlerle orman arazileri tarımsal kullanıma tahsis edilerek su erozyonuna açık hale getirilmiştir. Tarımsal kullanıma açılan söz konusu arazilerin önemli bir kısmında (% 93.9) toprak profili 0-20 cm derinlikte olup; toprak kayıp tolerans değerleri 2.2 t/ha/yıl ve % 6.1'i için ise 4.5

t/ha/yıl düzeyindedir. Havzadaki en büyük toprak kayıpları tarım arazisi olarak kullanılan söz konusu alanlardan olmaktadır. Tarımsal kullanımdaki bu arazilerde çeşitli koruma önlemleri için hazırlanan senaryolarla havzadaki toprak kayıpları, belirlenen toprak kayıp tolerans değerlerinin altına düşürülmeye çalışılmıştır. Senaryolarla elde edilen sonuçlara göre tarım arazileri için uygulanan toprak koruma yöntemleri potansiyel toprak kayıplarını önemli ölçüde düşürmekle beraber sürdürülebilirlik için riskli olduğu görülmüştür. Bu sebeple arazi kullanım türünde değişiklik yapılmasına karar verilmiş ve tarım arazilerinin doğal kullanım biçimi olan ormana dönüştürülmesi şeklinde bir senaryo uygulanmıştır. Uygulanan senaryoya göre potansiyel toprak kaybı orman alanlarında 0.06 t/ha/yıl, mera alanlarında 0.39 t/ha/yıl ve havza geneli için 0.08 t/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. Havza geneli için elde edilen toprak kayıpları miktarı söz konusu havzanın genelini kapsayabilecek büyük kısmı için tayin edilen toprak kayıp tolerans (T) değerinin altında ve sürdürülebilirliği sağlayabilecek miktardadır. Yapılan bu arazi kullanım türündeki değişiklik senaryosuna göre havzada başlangıçta fundalık ve kuru tarım arazisi olarak tanımlanan alanlar ormana dönüştürülmüş; mera arazileri olduğu şekilde bırakılmıştır. Nihai hesaplama göre havzadaki arazi kullanım türleri % 92 orman ve % 8 mera olmasının havzanın sürdürülebilirliği için en uygun kullanım türü olduğu belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Çanga, M. R.,1995. Toprak ve Su Koruma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları, Yayın no: 1386, Ders kitabı: 400, 118 s., Ankara.
- Karaş, E. 2004. Küçükemalı ve Güvenç havzalarının su ve sediment verimlerine göre sürdürülebilir yönetimi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış doktora tezi) 193 s. Ankara.
- Moore, I., G. Burch. 1986. Physical basis of the length-slope factor in the universal soil loss equation. Soil Science Society of America Journal 50:1294-1298.
- Türkseven, E., Ayday, E. 2000. Bilecik-Küçükemalı havzası yöresinde üniversal denklemin K, R, C ve P faktörlerinin tespiti. KHGM APK Dairesi Başkanlığı, Yayın no:117, Ankara.
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve su analiz laboratuvar el kitabı, Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

- Wischmeier, W.H. Smith, D.D. 1978. Predict in grain fall erosion losses. USDA Agricultural handbook, no: 537, USA.
- Yüksel, M., Dengiz, O. 1996. Küçükemalı gölet havzasının toprak etüt raporu, 12 s. (yayınlanmamış), Eskişehir.