

Çoruh Havzası (İspir-Pazaryolu) Erozyon Durumunun CBS İle Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri

Murat ZENGİN Serkan ÖZER

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 25240, Erzurum (muzengin@atauni.edu.tr)

Müdahir ÖZGÜL

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 25240, Erzurum

Geliş Tarihi: 28.05.2008

ÖZET: Çalışmada, Çoruh Havzası'nda iklim ve topoğrafik koşullara bağlı olarak ortaya çıkan etkili erozyonun ve derecesinin havza içerisinde eğime bağlı olarak dağılımı araştırılmıştır. Havza içerisinde toprak ve bitki örtüsü ilişkileri açısından önemli olan erozyonun, şiddet ve derecesi ile eğim durumunun belirlenmesi için gerekli olan veriler, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün 2000 yılı Erzurum İl Arazi Varlığı 1/100.000 ölçekli haritaları kullanılarak ArcGIS 9.1 yazılım programı aracılığıyla sayısallaştırılarak elde edilmiştir. Buna göre çalışma alanı topraklarının şiddetli derecede erozyona uğradıkları ve bu durumun devam ettiği saptanmıştır. Bu kapsamda havza içerisinde erozyonla mücadelenin önemi vurgulanarak, doğal yayılış gösteren bitki türlerine bağlı olarak mücadelede kullanılabilecek türler öneri olarak verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çoruh Havzası, erozyon, eğim, erozyonla mücadele, bitkilendirme, coğrafi bilgi sistemleri (CBS).

Determining of Erosion Situation of the Coruh Watershed by GIS and Solution Suggestions

ABSTRACT: Distribution of erosion and its grade exited by climatic and topographic conditions was carried out depending on slope in Coruh watershed. Data necessary for determining of violence and grade of erosion having importance for relation between soil and plant were obtained from Erzurum province land resources map (1/100.000 scale) prepared by the General Direction of the Rural Work in 2000. The ArcGIS 9.1 software was used for digitalizing the map. It was determined that soils of the study area higly exposed to erosion and this situation is continue. In this content,, it was emphasized importance combat in this watershed and plant species naturally grown in the area were given and suggested for using combat of the erosion struggle.

Keywords: Coruh watershed, erosion, slope, erosion struggle, planting, geographic information systems (GIS).

GİRİŞ

Ülkemiz, erozyonun her tür ve şiddetinin görüldüğü ülkelerin başında gelmektedir. Erozyon yönünden ülkemiz canlı bir "müze" görünümündedir. Her yıl akarsularla denizlere en az 500 milyon ton verimli ülke toprağı sürüklenerek gitmektedir. Ayrıca, ölçümlerde yer almayan ve "yatak yükü" olarak ifade edilen kum ve çakıl gibi ağır malzemeler ile, yine yağışlarla yamaçlardan akararak inen, ancak akarsulara kadar ulaşamayan topraklar da dikkate alındığında, ülke genelinde yerinden oynayan ve taşınan toprağın gerçekte 500 milyon tonun çok üzerinde olduğu düşünülmektedir (Haktanır vd.,2000). Türkiye topraklarının %86'sında su erozyonu vardır ve bunun etkilediği alan 66.9milyon hektarı bulmaktadır (Anonim 2008a).

Erozyon her zaman meydana gelmiştir ve meydana gelmeye devam edecektir. Dünya yüzeyinde sürekli bir değişim olmaktadır. Bu değişimler son derece yavaştır ve ancak yüzyıllar süren değişimler sonucunda etkin bir değişiklik fark edilmektedir. Doğal koşullar altında oluşan erozyona jeolojik veya doğal erozyon ve insanların etkileri sonucu oluşan erozyona da hızlandırılmış erozyon denilmektedir (Çanga, 1995).

Oluşumu asırlar boyu süren fakat kaybı dakikalarla sonuçlanan toprağın en temel

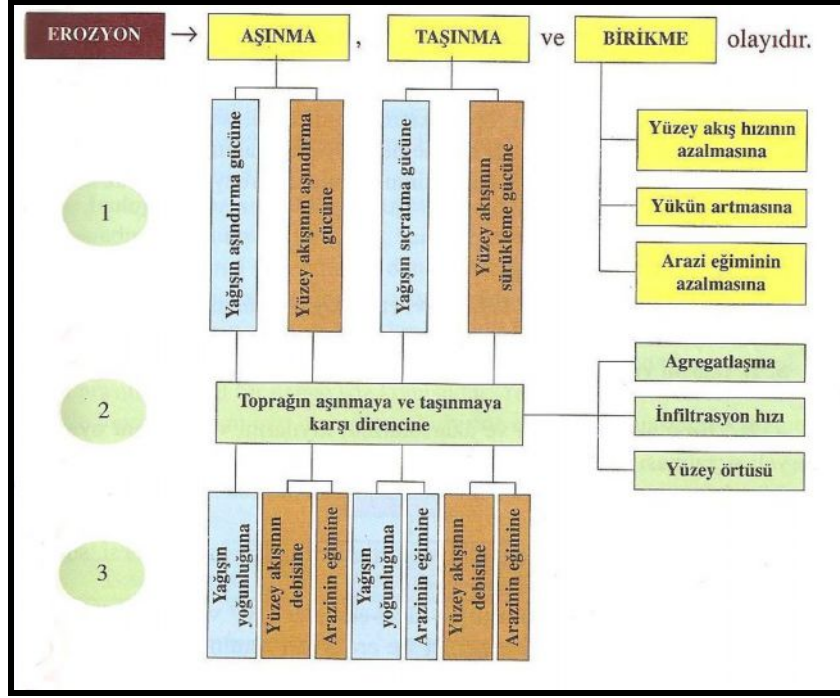
sorunlarından biri erozyondur (Sönmez, 1994). Erozyon, başta toprak ve kayalar olmak üzere yer küre üzerindeki çeşitli yüzey maddelerinin dağlık ve tepelik arazilerden eğimler boyunca, yer kabuğundan ayrılması ve doğal etkenlerle başka bölgelere taşınması olayıdır (Sarı, 2000). Başka bir tanımda erozyon; toprakların doğal ya da dış kuvvetlerin etkisiyle, oluştukları yerlerden aşındırılıp taşınması ve başka yerlerde biriktirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Sönmez, 1994; Bahtiyar, 2000).

Farklı birçok tanım bulunmasına rağmen temel olarak erozyon, toprakların aşınma taşınma ve birikmesi olarak ifade edilebilir. Bu tanımlardan hareketle erozyon ve erozyonu oluşturan etmenler Şekil 1'deki gibi sınıflandırılmıştır.

Eğimin derecesi erozyonu etkileyen çok önemli bir faktördür (Fox ve Rorke, 1999). Eğimi dik ve çok dik olan arazilerde sık koruma örtüsünü oluşturan bitkiler azaldığı için erozyon önemli bir şekilde artış göstermektedir (Koulouri ve Giourga, 2007). Erozyonun başlıca nedeni, toprağı koruyan bitki örtüsünün yok olmasıdır. Arazi eğimi, toprak yapısı, yıllık yağış miktarı, iklim faktörleri, bitki örtüsü, toprak ve bitkiye yapılan çeşitli müdahaleler, erozyonun şiddetini belirleyen öğelerdir (Anonim 2008a).

Schwab et all (1992)'e göre, erozyonu önlemenin en iyi yolu mevcut bitki örtüsünü zenginleştirmek ve bitkileri hakim rüzgar yönünde dikmektir. Erozyonu önlemede etkili olan faktörler;

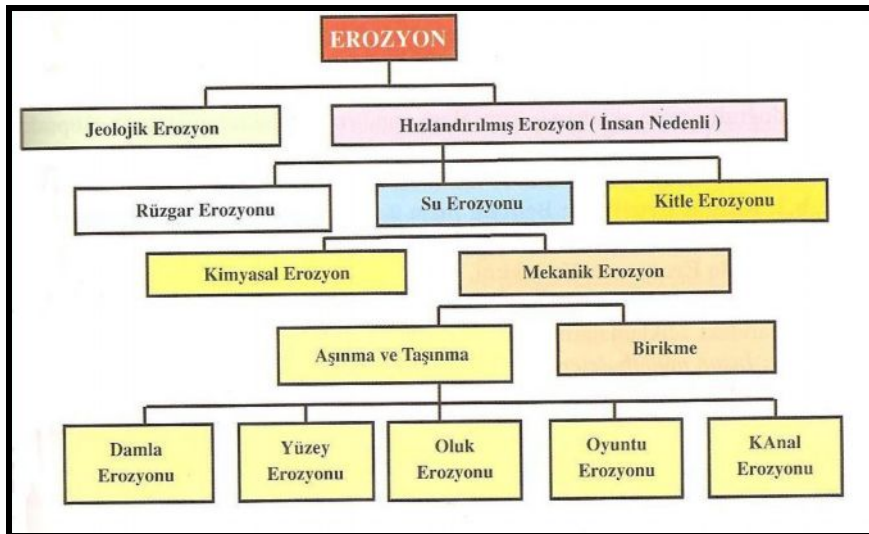
bitki örtüsü yoğunluğuna, gelişme durumuna, dikim sırasının yönüne, sıranın genişliğine, ürünün çeşidine ve iklim durumuna göre değişir (Güçlü vd, 1998).



Şekil 1. Erozyon ve erozyonu oluşturan etmenler (Bahtiyar, 2000).

Yeryüzünü aşındıran ve aşınmış olan materyali taşıyan dış kuvvetler; 1. Suyun aşındırması ve taşınması, 2. Rüzgarın aşındırması ve sürüklemesi, sıçratması, havada asılı olarak (toz halinde) taşınması, 3. Yerçekimi, dalga, buzul ve çığ gibi kuvvetlerin aşındırması, sökmesi, sürüklemesi, kütle halinde taşınması, olarak sıralanabilir. Erozyonun oluşumuna

ise 1. Su, 2. Rüzgar, 3. Sıcaklık değişimleri ve 4. Biyolojik etkenler neden olmaktadır (Sönmez, 1994). Erozyon çeşitleri birçok literatürde hemen hemen aynı başlıklar halinde sıralanmış olup, genel olarak Bahtiyar (2000)'ın kullanmış olduğu erozyon çeşitlerinin sınıflandırılması Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Erozyon çeşitlerinin sınıflandırılması (Bahtiyar, 2000).

Toprağı en iyi şekilde örtmüş bitki örtüsü, erozyona en etkili bir şekilde engel olan doğal bir faktördür. Bitki örtüsü, otsu bitkilerden tarım ürünleri ile çayır ve mera bitkilerinden oluşabildiği gibi çalı ve orman toplulukları gibi odunsu bitkiler tarafından da meydana getirilebilir. Bitki örtüsünün erozyonu önleme şekli ve bu husustaki ekolojik işlevleri şu şekilde açıklanabilir (Çepel, 1997);

- Toprak tabakasının harekete geçmesini engeller,
- Toprağı humus bakımından zenginleştirerek, erozyona dirençli toprak kırıntıları oluşumunu ve kırıntı dayanıklılığını artırarak, yüzeysel akışı azaltır.
- İyi bir kırıntı yapısı sağlayan toprak canlıları için yaşam ortamı yaratır
- Yağmur sularının belirli bir kısmını tutarak buradan buharlaşmayla tekrar atmosfere karışmasını sağlarlar
- Rüzgarın hızını keserek, toprağı aşındırıp taşıma etkisini azaltır

Bitki örtüsünün birçok işlevi bulunmasına rağmen, biyolojik önlemler açısından erozyonla mücadelede kullanılan önemli canlı materyallerdir. Bu çalışmada doğal ve hızlandırılmış erozyonun Çoruh havzası içerisinde iklim, topoğrafya ve eğime bağlı olarak dağılımı haritalarla belirlenerek, bu alanlarda biyolojik önlemler açısından erozyonla mücadelede kullanılabilecek bitki türlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

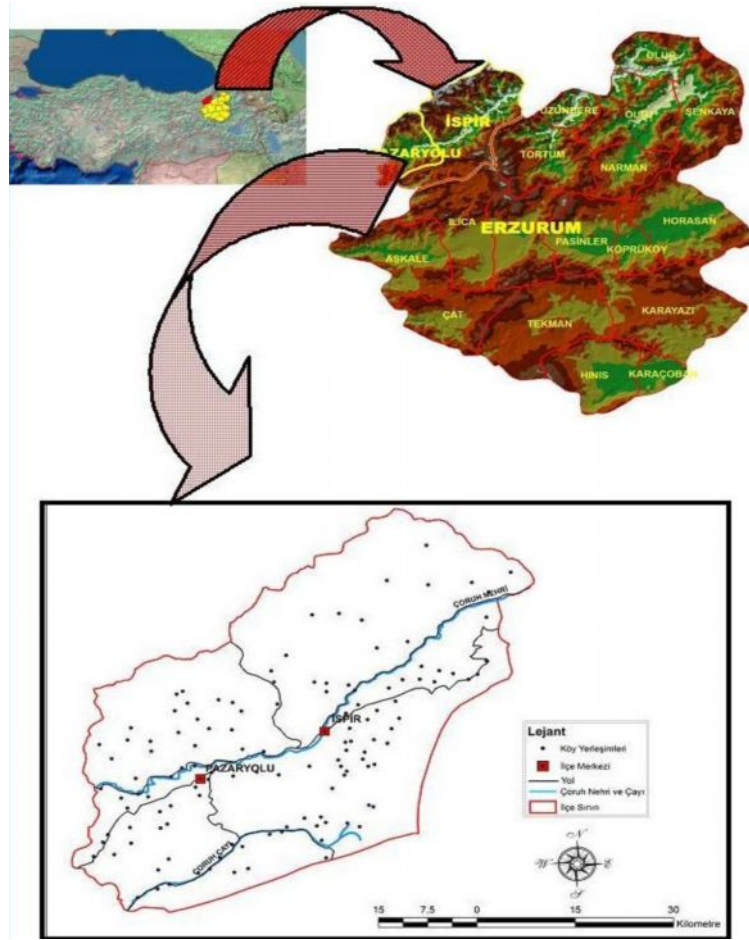
MATERYAL ve METOT

Araştırma alanını Çoruh Havzası içerisinde yer alan İspir ve Pazaryolu ilçe sınırları oluşturmaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesinin güneydoğusunda, Erzurum'un kuzeyinde yer alan İspir ve Pazaryolu kuzeyden Rize ve Artvin illeri, doğudan Tortum ilçesi, batıdan Bayburt ili ile sınırlanmıştır (Şekil 3).

Araştırma alanı sınırları, yaklaşık 276.104 ha'lık bir alanı oluşturmaktadır. Dağlık ve kırık bir arazi yapısına sahip olan alan Karadeniz'e yakın olması sebebiyle kısmen Karadeniz ikliminin etkisi altındadır. Bu açıdan Karadeniz iklimi ile karasal iklim arasında geçiş özelliği gösteren bir iklime sahiptir (Aktemur ve Kukaracı, 2004; Anonim 2008b). Havza içerisinde geçen Çoruh Nehri de ılık bir iklimin yaşanmasına önemli katkılar sağlar.

Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Komutanlığı 1/25.000 ölçekli ve 1985 basım tarihli topoğrafik haritalar (Anonim 1985), T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü 2000 basım tarihli "Erzurum İli Arazi Varlığı" raporundan (Anonim 2000) temin edilen 1/100.000 ölçekli toprak envanteri haritaları, Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğü iklim verileri (Anonim 2008c), Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılım programı (ArcGIS 9.1), araştırma alanında çekilen fotoğraflar, ölçümler, bitki teşhisi, inceleme ve gözlemlerden materyal olarak yararlanılmıştır.

Yöntem olarak, temin edilen topoğrafik haritaların koordinatları girilerek Universal koordinat sistemine göre (UTM Zone 37N) tanıtılmış, koordinatları tanıtılmış topoğrafik haritalar aracılığı ile arazi varlığı paftalarının rektifikasyonu sağlanmıştır. Rektifiye edilen paftalar üzerinde sayısallaştırma işlemleri yapılarak araştırma alanının eğim ve erozyon durumu haritaları üretilmiştir. Yapılan arazi çalışmaları neticesinde mevcut bitki örtüsü ile erozyon durumu fotoğraflarla belirlenmeye çalışılmıştır. Erozyonla mücadelede etkili bitki türlerinin teşhisinde Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden yararlanılmıştır. Ayrıca çalışma alanında daha önce yapılmış olan literatürler taranarak bitkisel çeşitlilik hakkında geniş liste oluşturulmaya çalışılmıştır. Erozyonla mücadelede kullanılabilecek etkili bitki türleri öneri olarak verilmiştir.



Şekil 3. Çalışma alanının yeri ve konumu.

ARAŞTIRMA ALANINA AİT VERİLER

İklim Durumu

Çalışma alanı kapsamında sadece İspir ilçesine ait uzun yıllar ortalama verileri Erzurum Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Buna göre ilçenin uzun yıllar ortalama sıcaklığı $10,2^{\circ}\text{C}$ olup en yüksek ortalama sıcaklık $23,3^{\circ}\text{C}$ ile Temmuz ve Ağustos aylarında ve en düşük ortalama sıcaklık $-3,3^{\circ}\text{C}$ ile Ocak ayında ölçülmüştür. Uzun yıllara ait maksimum sıcaklık ortalaması $30,2^{\circ}\text{C}$ ile Ağustos ayında, minimum sıcaklık ortalaması ise $-7,4^{\circ}\text{C}$ ile Ocak ayında gerçekleşmiştir. Uzun yıllar

ortalamasına bağlı olarak ölçülen yağış miktarı ortalaması 462,4mm olup, bu ortalamaya göre yağış en fazla 63,8mm ile Mayıs ayında, en az 14,3mm ile Ağustos ayında ölçülmüştür. İspir ilçesinin uzun yıllar ortalamasına göre ölçülen sıcaklık ve yağış değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Ölçülen en yüksek sıcaklık 30.07.2000 tarihinde 42°C ve en düşük sıcaklık 20.01.1972 tarihinde $-29,6^{\circ}\text{C}$ olarak tespit edilmiştir. Ortalama aylık maksimum rüzgar hızı 02.06.1992 tarihinde 26,3 km/h. ve en yüksek kar kalınlığı 98cm. ile 11.02.1976 tarihinde ölçülmüştür.

Tablo 1. İspir ilçesinin uzun yıllar ortalamasına göre ölçülen sıcaklık ve yağış değerleri (Anonim 2008c).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ORT.
Ort.Sıcaklık	-3,3	-2	3,5	9,9	14,8	19	23,3	23,3	18,4	11,7	4,8	-0,8	10,2
Max.Sıcaklık	1,4	3,1	9,1	16	21,3	26	30,1	30,2	25,8	18,5	10,5	4	16,3
Min.Sıcaklık	-7,4	-6,4	-1,4	4,3	8,2	11,5	15,8	15,8	10,8	5,7	0,3	-4,4	4,4
Yağış	33,7	36,2	39	55,5	63,8	45,9	21,4	14,3	20,1	42,3	47,3	43,1	462,4

İspir bölgesinde bariz rüzgar yönü kuzeybatı olup, bu yönden karayel eser. Bu hakim rüzgarın yıl içerisinde estiği günlerin ortalaması 235 gündür. Orta Çoruh havzasının Karadeniz'e yakınlığı iklim üzerinde olumlu etki yaratmasına karşılık bu etki Barhar Dağ sıraları tarafından kesilmekte Karadeniz'in olumlu iklim etkilerini azaltmaktadır. Çoruh vadisinin güneyinde uzanan yüksek dağlık alanlar ise Doğu Anadolu'nun soğuk iklim etkisini kırarak ılıman bir iklimin oluşmasına katkı sağlar. İspir ilçesinden Pazaryolu ilçesine doğru gidildikçe yumuşak iklim şartları giderek sertleşir. Sıcaklık farklılıkları artar ve bu bakımdan karasal iklime yaklaşan bir özellik kazanır (Anonim 2008d).

Bitki Örtüsü

Çıplak arazilere oranla bitki örtüsü ile kaplı arazilerde erozyon daha az meydana gelmektedir. Çünkü bitki örtüsü intersepsiyonla toprağa ulaşan yağışın miktarını, şiddetini ve mekanik etkisini azaltır, kökleriyle toprağı sarar ve taşınmasını önler. Orman toprakları ise, suyun akış hızını azaltır ve suyun toprağa sızmasını artırarak erozyonun şiddetini düşürür (Anonim 2008a).

Çoruh havzası Türkiye'nin en görkemli doğa hazinelerinden biridir. Büyük biyoçeşitliliği ile Kafkas Ekosistemi'nin batı ucunu oluşturan Çoruh Vadisi, uluslar arası koruma örgütünün seçtiği dünyanın 34 sıcak noktasından biridir. Zengin biyoçeşitliliği, en alçak ve en yüksek nokta arasında 3000m'leri bulan rakım ile bu küçük alan içinde görülen iklim farklılıklarının sonucu oluşmaktadır. Çoruh havzasının çok sayıdaki vadisi içinde ender bitki ve hayvan türleri bulunmaktadır. Bu bölgede aralarında ender orkide (*Orchids sp.*), süsen (*Iris sp.*) ve sardunya (*Pelargonium sp.*) türleri dahil 100'den fazla endemik yada başka bölgelerde az görülen türlerin olduğu tahmin edilmektedir (Anonim 2008e).

Bitki örtüsü içerisindeki sarıçam ormanları İspir'in kuzeydoğu bölümündeki Çamlıkaya vadisinde oldukça geniş yer kaplamaktadır. Bu vadinin yüksek kesimlerinde Karadenize yakın bölümlerinde sarıçam, ladin ve göknar karışımı ormanlık alanlar yer almaktadır. Genel olarak, Kuzey bakarlı dağlık alanlar bitki örtüsü ve ormanlık alanlarla örtülü iken güney bakarlı alanlarda step bitkilerinin etkili olduğu görülür. İspir-Pazaryolu arasında ise çok az sarıçam orman topluluğu ile küçük guruplar halinde meşe, ardıç ve titrek kavak türleri yayılış göstermektedir.

Bu kapsamda araştırma alanındaki mevcut bitki örtüsü öncelikle tespit edilmeye çalışılmıştır. Farklı yüksekliklerde değişik bitki türlerinin yayılış gösterdiği araştırma alanında arazi çalışmaları ve Köse (1991)'in çalışmasından yararlanılarak oluşturulan odunsu ve otsu bitki türleri şunlardır;

Odunsu türler: *Paliurus spina-christi* (karaçalı), *Berberis vulgaris* (kadın tuzluğu), *Berberis crataegus* (diken üzümü), *Cotinus coggygia* (boyacı sumacı), *Colutea armena* (patlangaç), *Jasminum fruticans* (sarı çiçekli yasemin), *Rhamnus catharticus* (adi cehri), *Rhamnus pallasii* (cehri), *Prunus divaricata* (yabani erik), *Prunus spinosa* (çatal eriği), *Rosa canina* (kuşburnu), *Cotoneaster nummularia* (tavşan elması, dağ muşmulası), *Cretaeus orientalis* (geyik dikenli, alıç), *Ostrya carpinifolia* (gürgen yapraklı kayacık), *Cornus mas* (kızılçık), *Lonicera caucasica* (kafkas hanımeli), *Sorbus umbellata* (üvez), *Juniperus oxycedrus* (katran ardıcı), *Juniperus excelsa* (boyu ardıç), *Juniperus foetidissima* (kokar ardıç), *Juniperus communis* (adi ardıç), *Quercus petraea* (sapsız meşe), *Quercus machranthera* (kafkas meşesi), *Quercus dschorochensis* (Çoruh meşesi), *Ulmus montana* (karaağaç), *Corylus avellana* (yabani fındık), *Tilia L.* (ihlamur), *Buxus sempervirens* (şimşir), *Pinus sylvestris* (sarıçam), *Vaccinium myrtillus* (ayı üzümü), *Pirus elaeagrifolia* (ahlat), *Populus tremula* (titrek kavak), *Betula alba* (huş), *Robinia pseudoacacia* (akasya), *Cotinus coggygia* (boyacı sumacı), *Jasminum fruticans* (sarıçiçekli yasemin), *Salix alba* (ak söğüt), *Salix armeno-russica*, *Salix triandca*, *Eleagnus angustifolia* (iğde), *Hippophae rhamnoides* (yabani iğde), *Myricaria germanica* (alman ılgını), *Rosa psiformis* (yabanigül).

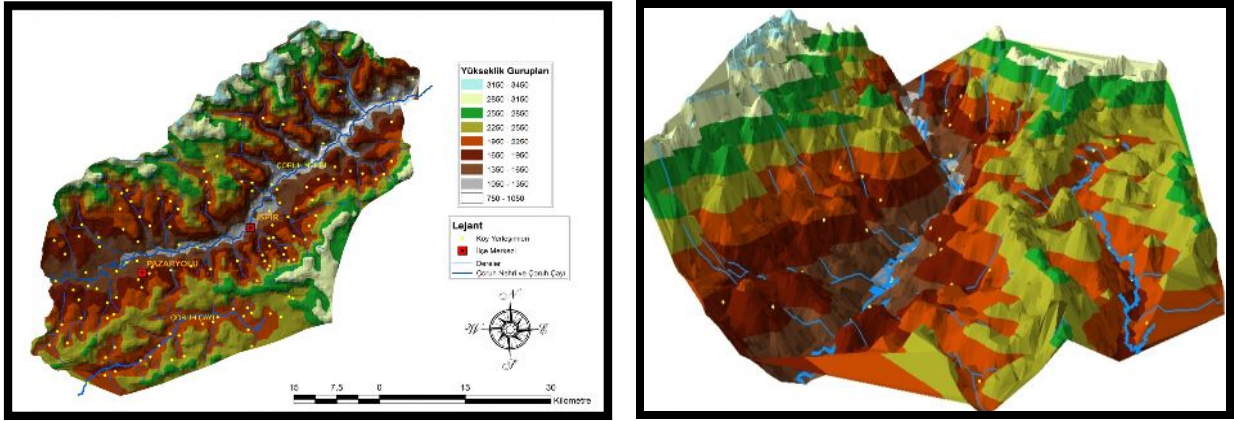
Otsu türler; *Aster amellus* (saray otu), *Astragalus fragrans*, *Astragalus lagurus* (geven), *Asragalus sp.*, *Epibolium stevenii* (yakıotu), *Polygonium alpinum* (çoban değneği), *Potentilla recta* (başparmak otu), *Incexicum peviflorum*, *Cirsium echinus* (mazet), *Leontos crispus*, *Stachys glendiflora* (dağ çayı), *Stachys lavandulafolia* (morçiçekli dağ çayı), *Thymus folfax* (kekik), *Hernoria inconun*, *Galium verum* (yoğurt otu), *Stipa pontica* (kılıçotu), *Verbascum oreodoxum* (sığır kuyruğu), *Festuca brunnescens* (koyun yumağı), *Xeranthemum annuum* (kağıt çiçeği), *Centaurea glasiliflora* (peygamber çiçeği), *Achillea biebersteinii* (civan perçemi), *Astragalus lagurus*, *Helichrysum plicatum* (yayla çiçeği), *Genista aucheri*, *Salvia muticaulis* (adaçayı), *Salvia psidica*, *Melisa Jacquemantii*, *Melisa ciliata*, *Senecio eriospermus* (kanaryaotu), *Convolvulus lineatus* (tavşan sarmaşığı), *Vincetoxicum fuscatum*, *Onobrychis oxydonta*, *Bromus tomentellus* (delice), *Teucrium polium* (kirve otu), *Phlomis armeniaca*, *Scutellaria orientalis* (kaside), *Allyssum murak*, *Minuortia juniperuna*, *Curuciate coronata*, *Festuca ovina*, *Artemisia spicigera* (yavşan otu), *Valantia hipsita*, *Erysimum leptocarpum*, *Euphorbia ledebourii* (sütleğen), *Convolvulus holocericeus* (tarla sarmaşığı), *Convolvulus arvensis*, *Genista aucheri*, *Ziziphora tenuior*, *Lappula echinata*, *Senecio*

vernalis, *Cerastium ormeniacum*, *Fumaria parviflora* (yabani şahtere), *Centranthus longiflorus* (mahmuz çiçeği), *Rumex scutatus* (ekşi kulak), *Oryzopsis holciformis*, *Cicer anatolicum*, *Parietaria judaica*, *Prangos ferutaceae*, *Prangos uechtrizii* (çaşır), *Onosma sericeum*, *Scandix iberica*.

Yükseklik Gurupları

Yükselti basamakları dikkate alınarak yapılan değerlendirmede 0-500m arasındaki alanlar ülkemizin %17,5'i, 500-1000m arasındaki alanlar

%26,6'sını, 1000-2000m arasındaki alanlar %45,9'unu oluşturmaktadır. 1000m üzerinde olan araziler ülkenin %56'sını kaplamaktadır. Türkiye'nin ortalama yüksekliği 1132 m'ye ulaşmaktadır (Anonim 2008a). Çalışma alanı içerisinde yüksekliği en düşük alanları Artvin sınırına doğru Çoruh Nehri yatağı (750-1050m) oluşturmakta iken en yüksek alanları Rize sınırındaki Kaçkar dağları (3150-3450m) oluşturmaktadır. İspir yerleşim alanı 1050-1350m., Pazaryolu ise 1350-1650m. yükseklik gurupları arasında yer almaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Çoruh havzası yükseklik gurupları ve havzanın 3B görüntüsü.

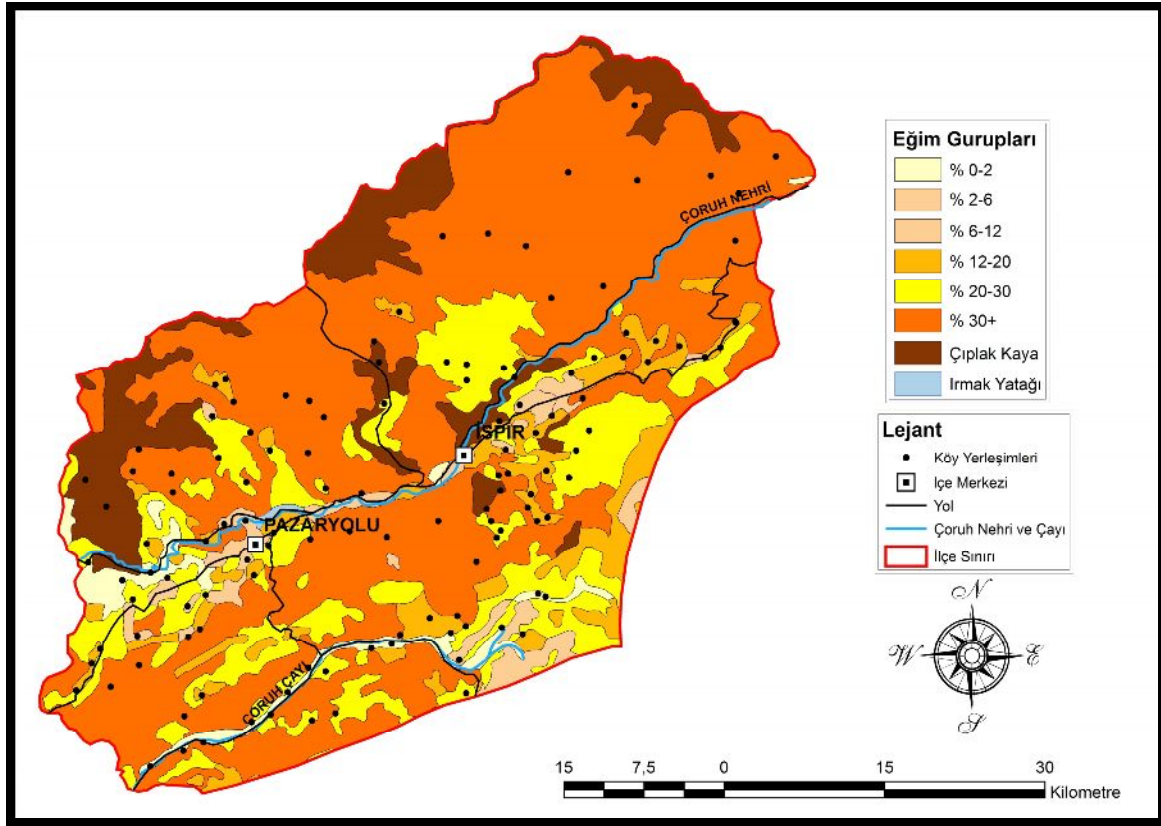
Eğim Durumu

Yamacın eğim ve uzunluğu erozyonda etkilidir. Erozyonun şiddeti ve toprağın yüzeysel akışla taşınmasına neden olan faktörlerin başında eğim gelmektedir (Anonim 2008a). Alana göre toprak ve vejetasyon özellikleri değişmesine rağmen, eğim derecesi erozyon kontrolü için ana faktördür (Koulouri ve Giourga, 2007). Çalışma alanının dağlık ve kırık bir arazi yapı özelliği sergilemesi sebebiyle eğim gurupları içerisinde en fazla alanı % 30+ eğim gurupları ile yaklaşık 158.288ha alan kaplamaktadır. Bir başka deyişle çalışma alanının % 57,33'ü çok yüksek derecede eğime sahiptir. Bunun yanında ikinci olarak en fazla %20-30 eğim gurubuna sahip olan alanlarda olduğu Tablo 2'de görülmektedir. Bu durumda eğim gurupları açısından %20-30 ve %30+ olan alanlar, toplam alanın %74,62'sini oluşturduğu belirlenmiştir. Çalışma alanının %74,62'sinin dik ve çok dik eğime sahip alanlardan oluşması sebebiyle, erozyon için eğim faktörünün büyük bir potansiyel oluşturduğu ve erozyon için en büyük problemin

eğim faktörü olduğu söylenebilir. Eğimin bu derece fazla olduğu çalışma alanında erozyon oluşumunun çok kolay gerçekleşebileceği görülmektedir. Çalışma alanının eğim durumunu gösteren harita Şekil 5'de verilmiştir.

Tablo 2. Araştırma alanının eğim durumu.

Eğim Durumu	Alanı (Ha)	%
% 0-2	7894	2,86
% 2-6	2872	1,04
% 6-12	7530	2,73
% 12-20	21144	7,66
% 20-30	47735	17,29
% 30 +	158288	57,33
Çıplak kaya	30315	10,98
Irmak yatağı	326	0,12
Toplam	276104	100



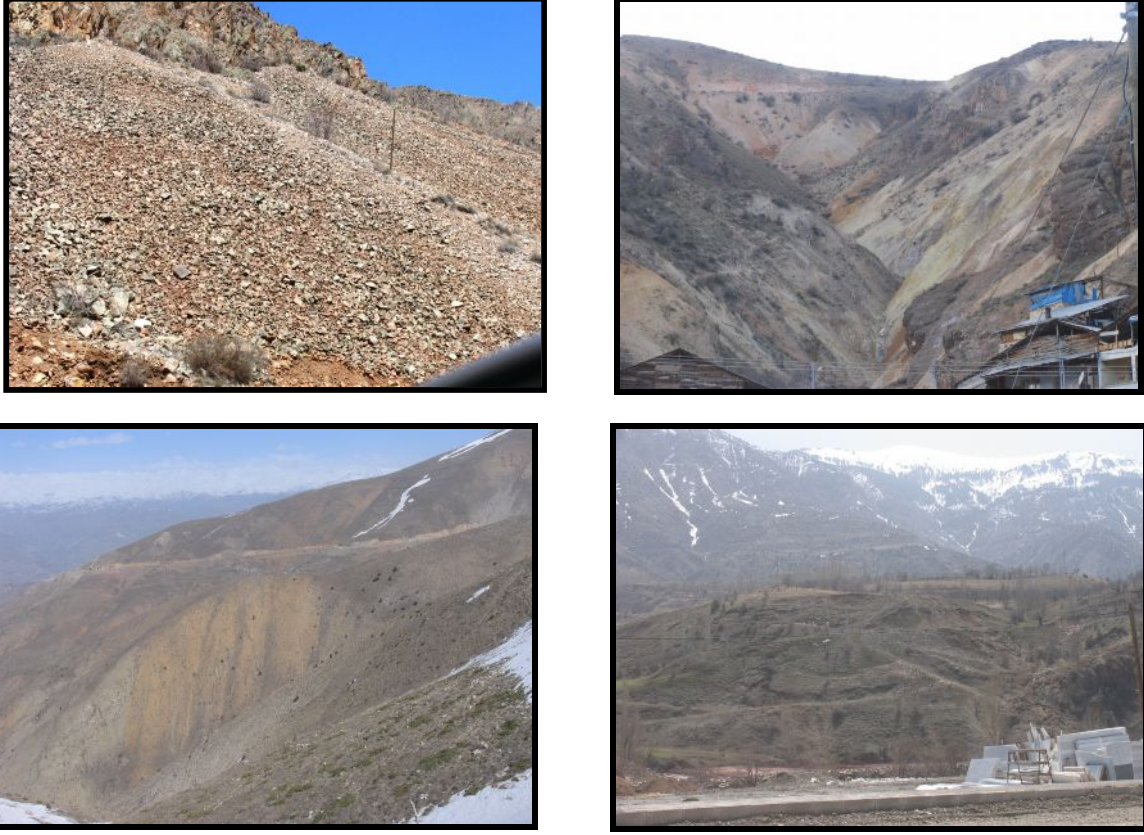
Şekil 5. Çalışma alanının eğim durumu haritası.

Erozyon Durumu

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün sınıflandırılması esas alınarak çalışma alanında erozyonun derecesi hiç yok veya çok az, orta, şiddetli ve çok şiddetli olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre çalışma alanı sınırlarında şiddetli (%44,03) ve çok şiddetli (%11,85) erozyon durumunun olduğu belirlenmiştir. Erozyonun olmadığı veya çok az olduğu alanlar ise 25.779ha ile %9,34'lük bir alan kaplamaktadır (Tablo 3). Çalışma alanı sınırları içerisinde erozyon durumunu gösteren harita Şekil 6'da verilmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma alanında topoğrafik yapı, eğim guruplarının çok dik olması ve iklim gibi doğal faktörlere bağlı olarak şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Doğal faktörlerin yanında, tarım arazisi elde etme, aşırı ve düzensiz otlatmanın yapılması, ormanların tahribi v.b. antropojen etkilerle de erozyon hızlandırılmakta ve şiddeti artmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Erozyon'un yaşandığı alanlardan genel görünümüler.

Erozyon kontrolü çalışmaları yüzeysel erozyon için: eşyükselti tarımı, şerit tarımı, rotasyon, gübreleme, malçlama, teraslama; oyuntu erozyonu için de: oyuntu oluşumunun önlenmesi (idari, teknik ve kültürel önlemler), oyuntuların yok edilmesi ve körletilmesi, oyuntuların tahkimi ve kontrol altına alınması (canlı ve cansız malzemelerle) ve ağaçlandırma olarak uygulanmaktadır (Dutkuner ve Fakir, 1999)

Doğal kaynaklardan bilinçli veya bilinçsiz olarak aşırı yararlanmalar sonucunda tahrip olmuş alanların onarımı ve yeniden doğaya kazandırılması çalışmaları son zamanlarda önem kazanmıştır. Erozyonu önlemede yumak formu bitkiler dip kısımlarında bıraktıkları artıklar ve sık kardeşleri sayesinde hareket halindeki suyun kinetik enerjisini kırmada diğer türlerden daha üstündürlük. Bu bitkiler koruma altına alınmalı, üretim yöntemleri araştırılarak daha geniş alanlarda kullanılması sağlanmalıdır. Yoğun kullanımlar sonucunda tahrip olan alanların yeniden bitkisel örtüye kavuşturulmasında materyal seçiminin önemi büyüktür. Erozyon önleme çalışmalarında bitkisel materyalin seçiminde dikkat edilmesi gereken faktörler şunlardır (Güçlü vd., 1998);

- Ekolojik kriterler dikkate alınmalı, bölgenin öncü bitkileri seçilmelidir,
- Hızlı büyüyen yumak formu, kolay köklenen, toprağı tutan ve iyileştirme özelliğine sahip olan bitkiler seçilmelidir,
- Ekstrem iklim koşullarına dayanıklı, ekonomik ve bakımı az olmalıdır.

İspir ve Pazaryolu ilçelerinin iklimi Erzurum kentine göre daha ılıman olmasından dolayı zengin bir bitkisel çeşitliliğe sahiptir. Doğa Derneği'nin yapmış olduğu çalışma kapsamında 416 bitki türü bu ilçe sınırlarında tespit edilmiştir (Anonim 2008d). Genel olarak bitki örtüsü bakımından çalışma alanında dağlık alanların kuzey yamaçları bitkilerle kaplı olmasına rağmen, güney bakırlı yamaçlarda bitki örtüsü yok denecek kadar azdır. Bu alanlarda eğiminde fazla olması nedeniyle erozyon daha şiddetli yaşanmaktadır. Otsu bitki örtüsü bölgede çok zengin olmasına rağmen özellikle güney bakırlarda varlığını yitirmiştir (Şekil 8). Bu alanlarda tarım alanı elde etme, düzensiz ve aşırı otlamalara bağlı olarak kuraklıklar meydana gelmiş ve erozyon hız kazanmıştır.



Şelil 8. Güney bakılar ile kuzey bakılardaki bitkisel farklılıklar.

Bu kapsamda çalışma alanı sınırları dahilinde erozyonla mücadelede kullanılacak öncü otsu bitkilerden bazıları şunlardır; *Acantholimon* sp., *Capparis* sp., *Euphorbia* sp., *Onobrychis cornuta* L. (Yılmaz vd., 2002), *Alyssum artvinense*, *Capparis spinosa* subsp. *Spinosa*, *Sedum pilosum*, *Astragalus*, *Astragalus fragrans*, *Astragalus galeiformis*, *Veronica gentianoides*, *Astragalus macrocephalus* subsp. *Finitimus*, *Astragalus* sp. (beyaz çiçekli), *Cicer*, *Coronilla orientalis* var. *Orientalis*, *Vicia balansae*, *Stachys iberica* subsp. *iberica* var. *İberica*, *Teucrium chamaedrys*, *Teucrium chamaedrys* subsp. *Sypsiense*, *Teucrium orientale* var. *Orientalis*, *Fragaria vesca*, *Fragaria viridis*, *Geum urbanum*, *Veronica gentianoides* (Şekil 9).

Hızlı ve derin kök gelişimi ile kök yapısı kuvvetli olan ve özellikle toprak yüzeyini iyi derecede örtebilen bitki türleri erozyonla mücadelede büyük bir öneme sahip olup çalışma alanında bu kapsamda, erozyonu önlemede ve yeşil kuşak çalışmalarında kullanılacak bazı odunsu türler ise şunlardır; *Paliurus spina-christi* (karaçalı), *Populus tremula* (titrek kavak), *Rosa canina* (kuşburnu), *Pinus sylvestris* (sarıçam), *Colutea armena* (patlangaç), *Cotoneaster nummularia* (tavşan elması, dağ muşmulası), *Cretaeus orientalis* (geyik dikenini, alıç), *Eleagnus angustifolia* (iğde), *Hippophae rhamnoides* (yabani iğde), *Sorbus umbellata* (üvez), *Juniperus oxycedrus* (katran ardıcı), *Juniperus excelsa* (boylu ardıç), *Juniperus foetidissima* (kokar ardıç), *Juniperus communis* (adi ardıç), *Quercus petraea* (sapsız meşe), *Quercus machranthera* (kafkas meşesi), *Quercus dschorochensis* (Çoruh meşesi) (Şekil 10).

Doğal ve antropojen etkilerle oluşan erozyonun önüne geçilmesinde havza planlamasının önemi büyüktür. Mevcut sorunlu alanlardaki erozyonun şiddeti, bu alanlardaki doğal ve antropojen baskılar

belirlenerek alternatif çözüm önerileri geliştirilip, uygulamalara gidilmelidir. Hassas ekosistemler belirlenerek koruma altına alınmalıdır. Özellikle doğal vejetasyon üzerine olan antropojen baskılar ortadan kaldırılmalıdır (Yılmaz vd., 2002).

Çalışma alanının % 55,88'inin şiddetli ve çok şiddetli (Tablo 1) erozyona maruz kaldığı, bunun en önemli potansiyel kaynağını alanın eğim durumunun oluşturduğu (toplam alanın %74,62'sini dik ve çok dik olan alanlar oluşturmuştur (Tablo 2), ayrıca iklim şartları ve antropojen etkilere bağlı olarak da erozyonun hızlandırıldığı belirlenmiştir. Dolayısıyla çalışma alanındaki en büyük çevre sorunu erozyondur. Erozyonla mücadele havza için en temel konu olup, yasal ve yönetsel açıdan acil önlemlerin alınarak biyolojik mücadelelerin en kısa sürede başlatılması zorunlu görülmektedir.

Çoruh Havzasındaki doğal kaynakların korunması ve geliştirilmesi, erozyon kontrolü ve havzada yaşayan kırsal kesimin gelir kaynaklarının artırılması amaçlı, 2002 yılında "Çoruh Havzası Rehabilitasyon Projesi" kapsamında Japonya Hükümeti ile yapılan anlaşmayla hazırlanan Master Planının en kısa sürede uygulamaya konulması gerekmektedir.

Havza içerisinde erozyonla mücadele de ekolojik şartlara bağlı olarak ön plana çıkan bitki tür ve çeşitlerinin iyi bir şekilde tespit edilmesi ve bunlar içerisinde öncü türlerin belirlenerek mücadelede kullanılması önem arz etmektedir. Öncü türlerle yapılacak biyolojik mücadelede mevcut toprağın aşınım ve taşınım derecesinin azaltılması ön çalışma olup, mücadelede ikinci ve üçüncü aşama bitkilendirme çalışmalarının yıllık periyotlarla yapılması mücadelede toprağın sürekli muhafazasının sağlanması için muhakkak surette uygulanması gereken teknik bir unsurdur. Hızlı büyüyen, iklimsel etkilere mukavemeti olan, yumak

formlu, bakımı kolay ve toprağı tutan bitkiler tercih edilmelidir. Bu tür bitkilerin üretim olanakları araştırılarak üretiminin yapılması sağlanmalıdır. Havza içerisinde yapılacak bitkilendirme çalışmaları hakim rüzgar yönünde yapılmalıdır. Eğime paralel teraslamalar yapılmalı, bu teraslar bitkilendirilmelidir. Havza içerisinde eğimin fazla olması nedeniyle tarımsal faaliyetlerin çoğı teraslamalar şeklindeki bu eğimli alanlarda yapılmaktadır. Bu tip tarım alanlarında tarımsal peyzaj kapsamında bitkilendirme çalışmaları yapılması tarım toprağın korunmasında etkili olduğı gibi yeşil dokunun oluşumuna da katkı sağlayacaktır.

Eğimin dik ve çok dik olduğı alanlarda teraslamalara önem verilerek sorunlu olan bu alanlarda yapılacak bitkilendirme çalışması yöntem ve aşamalarının iyi belirlenmesi gerekmektedir. Sorunlu alanlarda biyolojik mücadelede canlı materyaller ile cansız materyaller (çit, kazık, kar ve rügar çitleri-ağları-panoları, istinat duvarları, vb.) birlikte kullanılmalıdır. Yapılan çalışmalarla bitki örtüsü zenginleştirilmeli, koruma altına alınarak doğal peyzaj ve biyolojik çeşitlilik korunmalı ve özellikle havza içerisinde aşırı otlatmanın önüne geçilmesi gerekmektedir.



Şekil 9. Dik eğimli ve kuru taşlık alanlarda gelişebilen ve erozyonla mücadelede kullanılabilecek *Astragalus sp.*'nin çalışma alanındaki yayılımı.



Şekil 10. Erozyonla mücadelede çalışma alanında ön plana çıkan ve toprak yüzeyini bir halı gibi kaplayan ardıçlardan (*Juniperus sp.*) bir görünüm.

KAYNAKLAR

- Aktemur, A.M., Kukaracı, İ.U., 2004. Kültür Varlıkları ile İspir, İspir Kaymakamlığı Kültür Yayınları, Yayın No:1, Erzurum
- Anonim, 1985. Milli Savunma Bakanlığı, Harita Genel Müdürlüğü İspir İlçesi 1/25.000 ölçekli haritaları
- Anonim 2000. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Erzurum İli Arazi Varlığı 1/100.000 ölçekli haritaları.
- Anonim 2008a. T.C. Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü İnternet Sitesi (www.agm.gov.tr)
- Anonim 2008b. İspir Kaymakamlığı İnternet Sitesi (www.ispir.gov.tr)
- Anonim 2008c. Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğü İspir İlçesi İklim Verileri.
- Anonim 2008d. www.dadas.net
- Anonim 2008e. Çoruh Doğa Derneği İnternet Sitesi (www.coruhdogadernegi.org)
- Bahtiyar, M., 2000. Toprak Erozyonu Oluşumu ve Nedenleri, Erozyonla Mücadele TEMA Eğitim Semineri Notları, s:35-51, İstanbul
- Çanga, M., 1995. Toprak ve Su Koruma, Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın No:1386, Ders Kitabı:400, Ankara
- Çepel, N., 1997. Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar, TEMA Vakfı Yayınları 14, İstanbul
- Dutkuner, İ., Fakir, H., 1999. Erozyon Kontrolü ve Ağaçlandırma, Ekoloji Dergisi, Cilt: 8, Sayı:32, s:14-16, İzmir
- Fox, D.M., Rorke, B.B.,1999. The relationship of soil loss by interrill erosion to slope gradient. *Catena* 38, s:211-222
- Güçlü, K., Yılmaz, H., Yılmaz, S., 1998. Palandöken Dağlarında Erozyon Önleme Çalışmaları ve Çözüm Önerileri, Doğu Anadolu Tarım Kongresi, 14-18 Ekim,s 1575-1585, Erzurum
- Haktanır, K., Cangir, C., Arcak,Ç., Arcak, S., 2000. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, TMMOB, Ziraat Mühendisleri Odası, (Tebliğ 2000) 1.Cilt, s:203-229, Ankara
- Koulouri ve Giourga, 2007. Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands. *Catena* 69, s:274-281
- Köse, A., 1991. İspir ve Çevresinin Bölgesel Coğrafya Etüdü, Atatürk Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Erzurum
- Sarı, M., 2000. Toprak Erozyonu'na Farklı Bir Yaklaşım, Erozyonla Mücadele TEMA Eğitim Semineri Notları, s:55-68, İstanbul
- Sönmez, K., 1994. Toprak Koruma, Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No:169, Erzurum
- Yılmaz, H., Karahan, F., Bulut, Z., Demircan, N., Alper, H., 2002. Kurak Bölgelerde Havza Planlamasında Bazı Sekonder Bitkilerin Biyolojik Onarım Yönünden Değerlendirilmesi, Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, s:77-84, Hatay