

Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Kilis Merkez İlçesinin Erozyon Risk Alanlarının Belirlenmesi

Mehmet Emin SÖNMEZ

Yrd. Doç. Dr., Kilis 7 Aralık Üniversitesi
Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü

Mehmet Ali ÇELİK

Arş. Gör., Kilis 7 Aralık Üniversitesi
Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü

Mutlu SEVEN

Kilis 7 Aralık Üniversitesi
Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü

Öz: Yarı kurak iklim şartlarına sahip Kilis'te, yağışların düzensiz ve sağanak şeklinde oluşu, litolojik yapının erozyona duyarlı olması, bitki örtüsünün cılızlığı erozyon riskini arttırmaktadır. Bunlara ek olarak, son yıllarda artan nüfusla beraber beşeri faaliyetlerin de arazi üzerindeki baskısı artmış ve hatalı arazi kullanımı nedeniyle de erozyon riski yüksek alanların miktarı daha da artmaya başlamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada, Kilis'te, yerleşme, ulaşım ve tarım amaçlı arazi kullanımı veya planlama çalışmalarında erozyon riskinin dikkate alınması amacıyla Kilis ili merkez ilçesinin erozyon risk haritası oluşturulmuştur. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile oluşturulan Erozyon risk haritası ArcGIS 10.x yardımıyla üretilmiştir. Söz konusu haritanın üretilmesi için erozyon üzerinde etkili olan, eğim, yağış, bakı, litoloji, yükseklik, bitki örtüsü yoğunluğu ile toprak derinliği ve sıklığı parametreleri kullanılmıştır. Önce kendi içindeki etki değerlerine göre CBS sınıf değerleri atanmış ve parametrelerin, daha sonra erozyon riski içindeki CBS ağırlık değerlerine göre etki dereceleri belirlenmiştir. Son tahlilde Erozyonda etkili olan parametrelerin her biri Raster hale getirilip Raster Calculator seçeneği ile çakıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Erozyon riski yüksek alanları ortaya çıkarmak amacıyla yapılan haritaya göre, çalışma sahasının % 52'si erozyon bakımından orta, yüksek ve çok yüksek risk taşımaktadır. Geriye kalan % 48'lik kesimin ise düşük ve çok düşük risk değerlerine sahip olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: CBS, Kilis, erozyon, erozyon risk haritası, planlama.

Determination of Erosion Risk Areas Using GIS and Remote Sensing in Kilis

Abstract: In Kilis, there is a semi-arid climate pattern, and irregular heavy rainfall, sensitivity of lithologic structure to erosion, and weak vegetation. These factors increase the risk of erosion. In addition to all these, intensity of human activity resulting from increased population boosted pressure on the land. Also, improper use of land widens areas susceptible to erosion. Thus, erosion risk map of central Kilis county is made up in order to bring to light the erosion risk in relation with settlement, transportation and agriculture or planning studies in Kilis. The risk map was created by using the Multi-

criteria Decision-making Model and produced with ArcGIS 10.x. In order to make up the map, certain parameters affecting erosion were used such as slope, precipitation, aspect, lithology, and intensity of vegetation. First of all, GIS values were appointed to these parameters depending on their respective impact values, and then impact degrees of the same were found out depending on their respective GIS weight values within erosion risk. In the last instance, each of the parameters effective in erosion was turned into Raster, and overlaying was realized by means of Raster Calculator option. According to the analysis carried out to find out areas under high risk of erosion, 52 % of the study area was determined as having erosion risk at medium, high and too high levels. 48 % of the remaining area is subject to low and too low risk values.

Key Words: GIS, erosion, erosion risk map, Kilis, planning.

GİRİŞ

Erozyon ve büyük oranda erozyona bağlı gelişen toprak degradasyonu, dünyanın birçok yerinde önemli boyutlara ulaşmış ve ekolojik ortamın tahribatı başta olmak üzere, toprakların yok olması ve verimsizleşmesi, barajların ve göllerin siltasyonla dolmasına kadar bir dizi soruna neden olmuş ve olmaya devam etmektedir (Bouaziz, Leidig and Gloaguen, 2011: 238). Özellikle coğrafi faktörlerin etkisiyle doğal olarak gelişen erozyon (Wu and Wang, 2011: 2128), tarımsal faaliyetler başta olmak üzere (Prasannakumar, Vijith, Abinod and Geetha, 2012: 209) beşeri faaliyetlerle ciddi boyutlara ulaşmakta ve yörede yürütülen sosyal ve ekonomik politikalara paralel artıp azalmakta (Stocking and Murnaghan, 2001: 169), yaşam koşullarını olumsuz etkilemektedir.

Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de erozyonla ilgili yapılan çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşılmakta ve Türkiye topraklarının % 90’a yakınının erozyona maruz kaldığı tahmin edilmektedir (Karaburun ve diğ., 2009). Türkiye’de de doğal faktörlerin yanında, tarım arazisi elde etme, aşırı ve düzensiz otlatmanın yapılması, ormanların tahribi v.b. antropojen etkilerle de erozyon hızlandırılmakta ve şiddeti artmaktadır (Zengin ve diğ., 2009). Örneğin yapılan çalışmalar göre, Büyükçekmece (İstanbul) havzasındaki arazilerin % 19’u (Karaburun ve diğ., 2009), Mihaliçcik (Eskişehir) ilçesindeki arazilerin % 49’u (Erol ve Çanga, 2004), Çoruh havzasındaki arazilerin % 55,88’i (Zengin ve diğ., 2009) ve Çorum ili topraklarının % 58’inin (Tombuş ve Ozulu, 2007) erozyon bakımından yüksek ve çok yüksek risk taşıdığı belirlenmiştir. Torul (Gümüşhane) barajı havzasında ise yılda 8177,86 hektarlık alanda 33232,40 ton (Aydın, 2009), Büyükçekmece havzasında ise yılda 2,4 ton toprak kaybı meydana geldiği tespit edilmiştir (Karaburun ve diğ., 2009). Kaldığı Mihaliçcik ilçesinde yapılan çalışmada potansiyel erozyon riski değerlerinin çok düşük olduğu ve arazinin yalnızca % 4’ünde yüksek riski alanların mevcut olduğu tespit edilmiştir. Mihaliçcik’te potansiyel ve gerçek erozyon tehlikesi arasındaki bu fark çalışma alanında bitki örtüsü ve arazi kullanım durumunun erozyonu büyük ölçüde etkilediğini göstermektedir (Erol ve Çanga, 2004: 143).

Yaptığımız gözlemlere göre Yarı kurak iklim şartları, litolojik ve jeomorfolojik yapı nedeniyle Kilis yöresinde, toprakların büyük ölçüde doğal erozyona maruz kaldığı ve yörede yürütülen ekonomik ve beşeri faaliyetlerle de erozyonun arttığı belirlenmiştir. Özellikle yörede hatalı arazi kullanımının gün geçtikçe artması erozyon riskini daha da arttırmaktadır. Dolayısıyla yörenin potansiyel erozyon risk haritasının üretilmesi ve bunun bir rapor şeklinde idari birimlere sunulması büyük önem taşımaktadır. Böylece yörede yapılacak planlama çalışmalarında arazi kullanım şekillerinin uygun yapılması sağlanacağı gibi hem de erozyona karşı yürütülecek faaliyetlerde hangi yörelerin de koruma altına alınması gerektiği konusunda fikir sahibi olunacaktır. Gerçekten de kurak ve yarı kurak bölgelerde daha şiddetli gerçekleşmekle birlikte özellikle insan etkisiyle erozyon şiddeti diğer bölgelerde de artış gösterebilmektedir. Uygun olmayan tarım yöntemleri, ormanların yok edilmesi ve aşırı otlatma doğal dengeyi bozan ve erozyon ile toprak kaybını hızlandıran insan aktiviteleridir (Karabulut ve Küçükönder, 2008: 14) ve Kilis yöresinde çok yoğun olarak karşımıza çıkmaktadır. Toprağın yavaş oluşumu ve tarımsal üretim için önemi dikkate alındığında erozyonun sadece Kilis yöresi için değil insanlık için çok büyük bir problem olduğu ve büyük bir öneme sahip olduğu aşikârdır.

Hâlbuki dünyanın hızlı nüfuslanmayla beraber, toprağın insanlık için değeri de gün geçtikçe artmaktadır. Dolayısıyla gelişmiş ülkeler başta olmak üzere dünya genelinde, erozyonla yok olan veya verimsizleşen toprakların verimini arttırmak için kimyasal ilaç, gübre kullanımı artmakta ve kullanılan kimyasallar nedeniyle de yeni ekolojik sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bir alanda (yöre, bölge veya daha geniş alan) erozyonun önlenmesi ve erozyona bağlı doğrudan veya dolaylı olarak ortaya çıkan sorunların azaltılması için öncelikle o alanın (yöre, bölge vb.) erozyon duyarlılık durumunun ortaya konması gerekmektedir. Günümüzde, bir yerdeki erozyon risk alanlarını belirlemek için birçok toprak erozyonu modelleri ve sistemleri geliştirilmiştir. Erozyon tahmininde kullanılan bu modeller sayesinde sayısal sonuçlar elde edilmektedir. Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (USLE) gibi yaklaşımlar yanında, Revize Edilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) ve Toprak Erozyonu Risk Değerlendirme Modeli (ICONA) bu yöntemlerden en sık kullanılanlarıdır (Bouaziz, Leidig and Gloaguen, 2011: 238; Tombuş ve Ozulu, 2007; Karaburun ve diğ., 2009) ve Çevresel Bilginin Koordinasyonu Modeli (CORINE) (Erol ve Çanga, 2004) kullanılmaktadır. Bunun yanında daha çok arazi kullanımının uygunluğu, yer seçimi, doğal peyzajı koruma (Zhang, Li and Fung, 2012; Phua and Minowa 2005) jeoekolojik planlama (Ekinci ve Sönmez, 2006), iklim değişikliği (Bell, Hobbs and Ellis, 2003) ve doğal afetlerin (heyelan, deprem, sel-taşkın) risk ve duyarlılık analizlerinin belirlenmesinde (Turoğlu, 2005; Othman, Naim and Noraini, 2012) kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi, erozyon risk haritalarının üretilmesinde de kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin birçoğu ise

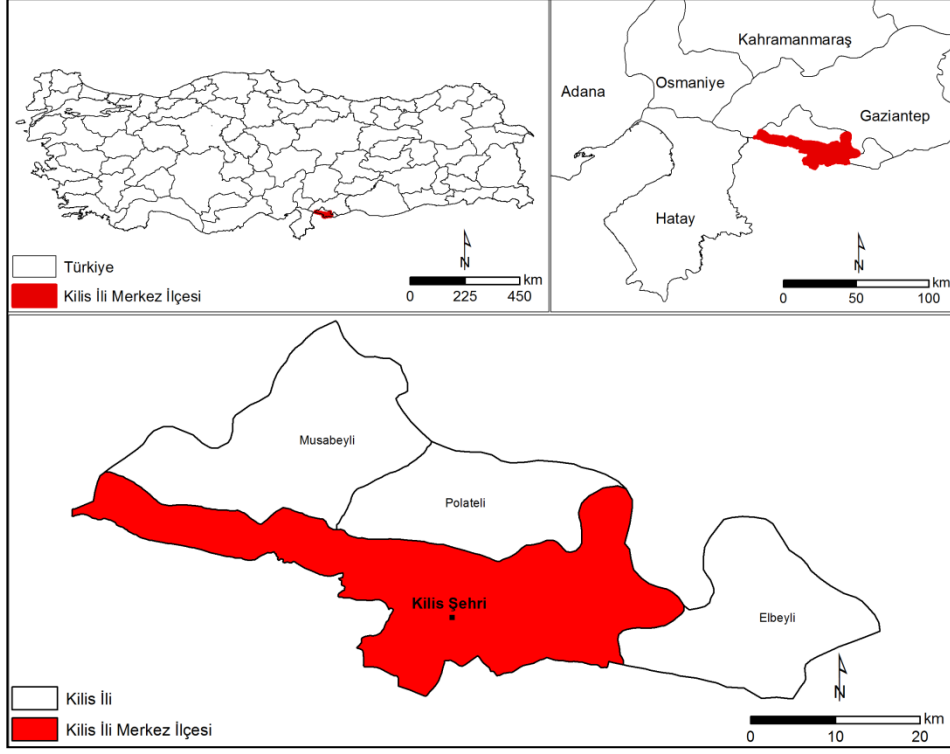
CBS ile ortak kullanılmakta ve analizleri Arc GIS programı ortamında yapılmaktadır (Karabulut ve Küçükönder, 2008).

Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojisi mekânsal verileri depolama, üretme, analiz etme ve görselleştirme gibi çeşitli yeteneklere sahip olduğundan mekânsal sorunları çözmede ve yönetmede büyük bir potansiyele sahiptir (Zhang, Li and Fung, 2012). Coğrafi Bilgi Sistemlerinin planlama ve doğal peyzajı korumadaki önemi her geçen gün artmaktadır. Bir alandaki erozyonun tahmin edilmesi, toprak koruma ve planlama çalışmalarında çok geniş ve etkili bir yöntem olup, CBS teknolojisi kullanılarak daha etkin ve doğru veriler elde edilmektedir (Okatan ve diğ., 2007). Bu teknoloji içinde kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi, karar vericinin öncelikleri doğrultusunda sorunun çözümünde alternatifleri değerlendirmek ve en tatmin edici olanı seçmek gibi özelliklere sahiptir. Bu nedenle planlama çalışmalarında, risk ve duyarlılık haritalarının oluşturulmasında kullanıcıya önemli ölçüde esneklik sağlamakta (seçenek sunmakta) ve böylece kullanıcının tespitlerine daha iyi ve esnek cevap vermektedir. Erozyonun çok çeşitli nedenlere bağlı olarak ortaya çıkışı göz önüne alındığında, erozyon risk haritalarının oluşturulmasında yerel ölçekte ortaya çıkan coğrafi farklılıkları, çok fazla alternatifle değerlendirmek için Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi son derece uygun görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada erozyon risk haritası oluşturulurken bu yöntem kullanılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Akdeniz, Güneydoğu Anadolu bölgeleri ve güneyde Suriye arasındaki sınırdaki çalışma sahası, akdeniz, step ve kurak iklim bölgeleri arasındaki geçiş noktasındadır (Şekil 1). Dolayısıyla kısa mesafelerde iklim, bitki örtüsü, jeoloji ve jeomorfolojik olarak farklılık göstermektedir. Bu durum yörede erozyon riskinin derecesini etkilemekte ve fiziki coğrafya şartları açısından homojen olmayan bu yörede erozyon bakımından farklı risk değerlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Çalışma sahasının erozyon riskini belirlemek için eğim, litoloji, arazi örtüsü, yağış ve bakı parametreleri kullanılmıştır. Çalışmada birer parametre olarak kullanılan eğim ve bakı haritalarını üretmek amacıyla çalışma sahasına ait 1/25.000'lik topografya haritaları ArcGIS 10.x programında sayısallaştırılmış ve bu parametrelerin veritabanları oluşturulmuştur. Çalışma sahasının erozyon riskini ortaya koymada kullanılan bir diğer parametre olan litolojik özelliklerin veritabanını oluşturmak için de benzer yöntem kullanılmıştır. Litolojik özellikleri belirlemede çalışma sahasının MTA'dan alınan 1/25.000'lik jeoloji haritası altlık olarak kullanılmıştır.



Şekil 1. Çalışma sahasının lokasyon haritası.

Çalışmada kullanılan bir diğer etkili faktör ise yağıştır. Bu veriye ait veri tabanı oluşturmak amacıyla Devlet Meteoroloji işlerinden çalışma sahası ve yakın çevresine ait (Kilis, Gaziantep ve İslâhiye) yıllık ortalama yağış verileri alınmış ve alanın yağış dağılışı yükselti faktörü de dikkate alınarak Inverse Distance Weighted (IDW) metodu ile oluşturulmuştur. Bunun yanında Kilis merkez ilçesinin arazi örtüsü yoğunluğunu ortaya koymak için 2010 yılına ait Landsat TM (Landsat Thematic Mapper) uydu görüntüsü kullanılmıştır. 2010 yılına ait uydu görüntüsüne arazi örtüsü kapallık durumunu ölçmek amacı ile kontrollü sınıflandırmada *Maksimum Likelihood* metodu uygulanmıştır. Arazi kullanım doğruluk analizi sonucunda 0,86'lık bir kappa katsayısı ile yüksek doğruluk oranı elde edilmiştir. Nitekim bu metod, bitki örtüsü sınıflandırmalarında sık kullanılmaktadır (Çelik, 2012). Çalışma alanında arazinin bitki örtüsü açısından kapalı veya açık oluşu üç farklı kategoride ele alınmıştır. *a*) Marnlı çıplak yüzeyler (çıplak), *b*) Step sahaları (Az yoğun), *c*) Çalı ve ormanlık alanlar (Yoğun).

Eğim

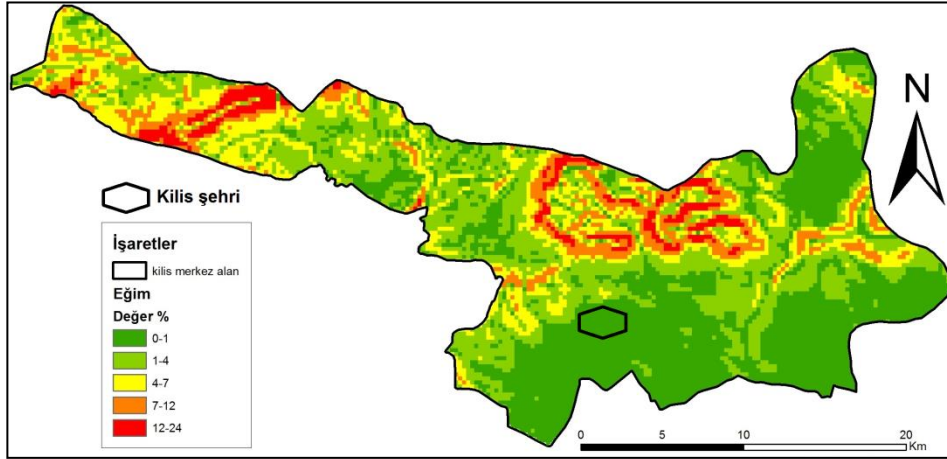
Eğim, erozyonun şiddetini düzenleyen ve organize eden topografya faktörlerinin başında gelir. Eğimli bir alanda bütün diğer faktörler aynı kalmak

koşulu ile yalnızca eğim derecesinde meydana gelen değişimler yüzey akışının (akarsular ve seyelan suları gibi) fazla olmasına ve buna bağlı olarak da erozyonun artmasına neden olmaktadır (Ekinci, 2005, 111-112). Bilindiği gibi yamaç eğilimlerinin % 20'yi geçmesi yüzeysel akışın hızlanmasına ve dolayısıyla eğimle uygun olarak, erozyonun şiddetlenmesine sebep olmaktadır. Çünkü buharlaşma az ve suyun yeraltına sızması genellikle yok gibidir. Böylece suyun enerjisi erozyona harcanmaktadır (Selçuk Biricik, 1985, 174). Eğim değerleri sadece akış üzerinde etkili değildir. Aynı zamanda yağışların yüzeye daha dikey bir durumda düşmesine ve yere daha şiddetli çarpmasına neden olarak da erozyon üzerinde etkili olur (Sönmez, 2010, 269). Normal olarak erozyon artan eğim ve uzunluğuna bağlı olarak yüzey akışının hızı ve hacminin artmasına paralel bir şekilde artar. Düz bir yüzeyde yağmur damlaları toprak parçalarını tesadüfi olarak her yöne sıçratırlar ancak, eğimli bir yüzeyde eğim aşağıya sıçrayan taneler eğim yukarı olanlardan fazladır. Bunun oranı eğim artışına bağlıdır. Eğim derecelerinin artış göstermesi erozyon şiddetine doğrudan etki yapmakta ve erozyon miktarının da artmasına neden olmaktadır. Erozyon şiddeti açısından erozyon şiddeti ile eğim açısından ilişki değişik yağış karakteristikleri ve arazi kullanma koşulları altında farklı olmaktadır. Örneğin yapılan bir çalışmada eğimin % 5'ten % 10'a çıkması halinde erozyon miktarında 3 kat oranında, % 15'e çıkması halinde ise 5 katı bir artış olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca eğimli sahalarda toprak kalınlığının çoğunlukla sığ olması yeraltına sızan suyun miktarında azalmaya neden olmakta ve yüzeysel akışa geçen su miktarının da artmasına neden olarak erozyon şiddetinin artmasına yol açmaktadır (Yılmaz, 2006, 16). Sadece Türkiye'de değil dünyanın farklı yerlerinde yapılan çalışmalarda da eğim değerlerinin artmasına paralel erozyonun da arttığı tespit edilmiştir. Örneğin Çin'in Fuyang bölgesinde yapılan çalışmada, yüksek erozyon riskine sahip alanların % 85,3'ü 15°-35° eğim değerleri aralığında yer almaktadır (Wu and Wang, 2011: 2128). Çalışmada eğim özelliklerinin CBS sınıf değerleri atanırken birçok bilim adamının benimsediği ve Tağıl (2009)'un Çakıldere ve Yahu deresi havzalarında yaptığı sınıflandırmaya tabi tutulmuş ve 5 grupta incelenmiştir. Fakat Tağıl (2009)'un yaptığı çalışmada en yüksek eğim değerleri ile bu çalışmada elde edilen eğim değerleri arasında %10'dan daha fazla fark bulunduğu için aynı değerler kullanılamamıştır. Çalışmada eğim özelliklerinin CBS ağırlık değeri atanırken de Tağıl (2009)'un Çakıldere havzasında tespit ettiği sonuçlar ile Ekinci (2005)'in Kozlu deresi havzasında ileri sürdüğü görüşler ve yaptığımız gözlemler etkili olmuştur. Dolayısıyla çalışma sahasının potansiyel erozyon risk analizi yapılırken, CBS ağırlık değeri en yüksek olan 10 sayısı ile değerlendirilmiştir.

Tablo 1: Kilis merkez ilçesinde eğim değerlerinin alansal dağılışı ve erozyon duyarlılık dereceleri.

Eğim (°)	Kıpladığı Alan		Duyarlılık Derecesi	
	%	km ²	CBS Sınıf Değeri	CBS Ağırlık Değeri
% 0-1	37	226,75	1	10
% 1-4	32	195,52	3	
% 4-7	17	107,2	5	
%7-12	9	56,96	8	
%12-24	4	25,47	10	
Toplam	100	611,9		

Merkez ilçede eğim değerleri 0° ile 24° arasında değişmektedir. Eğim derecesi 1° dereceye kadar olan ve CBS sınıf değeri 1 olan alanlar tüm alanların % 37'sini (226,75 km²) oluşturmaktadır. Eğimi 1°-4° arasında ve CBS sınıf değeri 3 olan alanlar tüm alanların % 32'sini (195,52 km²), 4°-7° arasında ve CBS sınıf değeri 5 olan alanlar % 17'sini (107,2 km²), 7°-12° arasında ve CBS sınıf değeri 8 olan alanlar % 9'unu (56,96 km²) ve son olarak 12°-24° eğime sahip olan ve CBS sınıf değeri 10 olarak en yüksek eğim değerlerine sahip alanlar tüm alanların yalnızca % 4'ünü (25,47 km²) oluşturmaktadır (Tablo 1, şekil 2).



Şekil 2: Kilis merkez ilçesinin eğim haritası.



Fotoğraf 1: Kilis merkez ilçede eğimli yüzeylerde doğal erozyonun gelişimi.

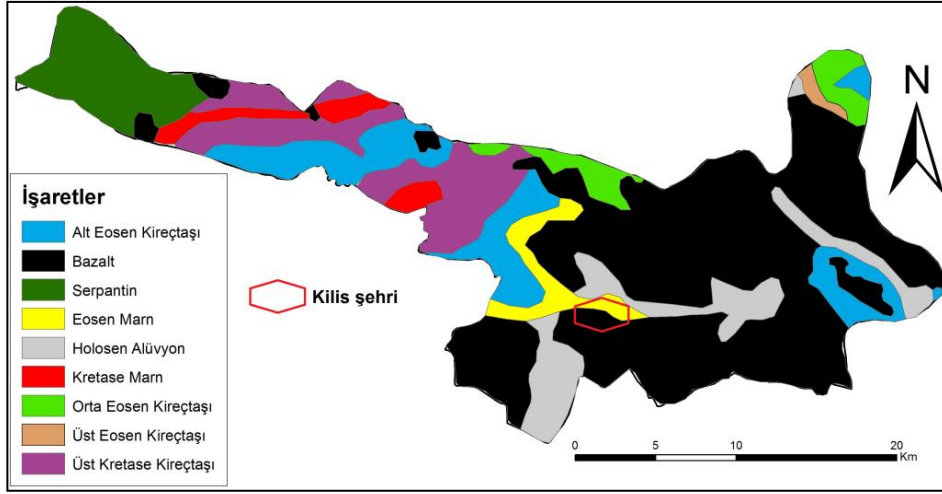
Litoloji

Toprağı meydana getiren anakaya veya anamateryaller farklı jeolojik oluşum şekillerine sahiptirler. Bazıları çok sert ve masif yapıda bazıları yumuşak ve çözümlenir. Buna bağlı olarak da aşınma ve taşınmaya karşı farklı direnç veya eğilim gösterirler. Örneğin filiş denen killi, greli materyaller ile alüvyon sedimenler erozyon için son derece elverişli bir yapıya sahiptirler. Buna karşılık bazalt kayalar aşınma ve taşınmaya karşı dirençlidir (Çepel 1997, (2), 10) Bölgedeki tortul kökenli formasyonlar, kalker marn ve killerden ibarettir. Marn ve killer litolojik karakterleri bakımından aşınma karşı, kalkerlere nispetle daha dirençsiz olup; fiziko-şimik etkiler altında kolayca çözülürler (Biricik, 1985, 175). Bu durum bilhassa Resulosman dağı eğimli güney yamaçlarda daha bariz bir şekilde görülür. İnceleme alanının batısında serpantinler yer almaktadır. Bilindiği gibi bu kayaç türü suyla temas edince şişer ve dağılır.

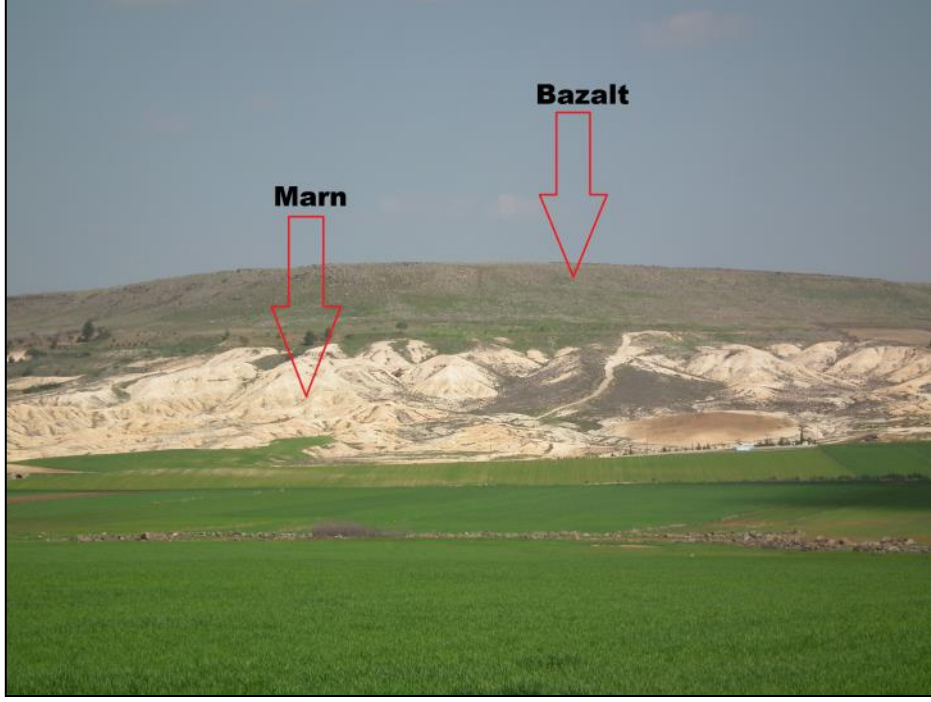
Tablo 2: Kilis merkez ilçesindeki jeolojik birimlerin dağılışı ve erozyon duyarlılık derecesi.

Jeoloji	Kapladığı Alan		Duyarlılık Derecesi	
	%	km ²	CBS sınıf Değeri	CBS Ağırlık Değeri
Bazalt	49,1	298,3	3	
Kireçtaşı	16	138	5	
Serpantin	8,2	48,2	8	8
Alt Eosen Marn	18,1	72,9	8	
Holosen Alüvyon	8,9	54,5	10	
Toplam	100	611,9		

İnceleme alanı jeolojik birimlerin alansal dağılışını gösteren tabloyu incelediğimizde farklı jeolojik birimlerin bir arada olduğu görülür. CBS sınıf değeri 3 olan ve tüm alanların % 49,1'ini (298,3 km²) Bazalt, CBS sınıf değeri 5 olan ve tüm alanların % 16'sını (138 km²) Kireçtaşı oluşturmaktadır. CBS sınıf değeri 8 olan ve tüm alanların % 8,2'sini (48,2 km²) Serpantin, aynı şekilde CBS sınıf değeri 8 olan ve tüm alanların % 18,1'ini (72,9 km²) Marn oluştururken son olarak CBS sınıf değeri 10 olan ve erozyona karşı direnci en az olan Alüvyon tüm alanların % 8,9'unu (54,5 km²) oluşturmaktadır (Tablo 2, şekil 3).



Şekil 3: Kilis merkez ilçesinin jeoloji haritası.



Fotoğraf 2: jeolojik özelliklerin farklılığına bağlı olarak aynı alanda erozyon şiddeti farklılaşmaktadır.

Arazi Örtüsü

Yağış, sızma ve akım arasındaki ilişkiyi şekillendiren ayrıca yağmur esnasında düşen su damlalarının zemine yaptığı darbe etkisini belirleyen faktörlerin başında zemin örtüsü özelliği bu örtünün zemini kaplama derecesi gelmektedir (Cürebal ve Ekinci 2006, 124). Böylelikle bitki örtüsü toprağın aşınmasını önlemektedir. Çünkü bitki örtüsü ile kaplı alanlar yağmur damlalarının toprağı parçalamasına engel olmakta ve yüzeysel akışa geçen sulara engeller oluşturarak suyun aşındırıcı gücünü azaltıcı bir rol oynamaktadır. Yoğun bir bitki örtüsü ile kaplı sahalarda yağın yağmurun bir kısmı bu bitkilerin dal ve yaprakları tarafından tutulacağından akarsulara katılmaz. İntersepsiyon adı verilen bu olayın akım üzerinde olumsuz etkisi görülür (Ekinci 2005, 114). Ormanların yer yer tahrip edilerek ortadan kaldırıldığı ve bitki örtüsü kapalılık oranlarının fazla olmadığı açık alanlar fiziksel parçalanma süreçlerinin etkisine açık olurlar (Ekinci ve Ekinci 2006, 132). Özellikle tarım yapılan sahalarda toprak yüzeyinin sürülmesi erozyon riskini daha da arttırmaktadır. Nitekim Wu and Wang (2011)'in yaptığı bir çalışmada erozyon üzerinde birinci dereceden etkili parametre olan eğimden sonra, arazi kullanımının geldiği belirtilmektedir. Aynı çalışmada yüksek

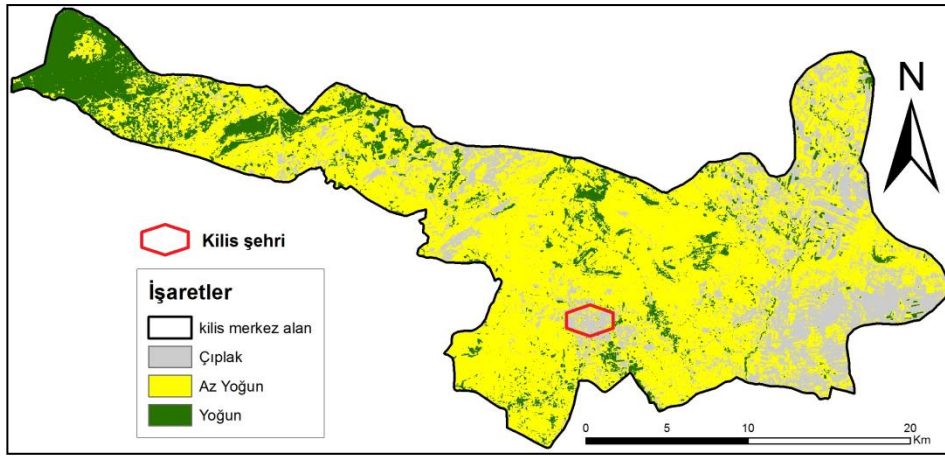
erozyon riski taşıyan sahaların % 76,8'i tarım sahalarına denk düşmüştür (Wu and Wang, 2011: 2128).

Çalışma alanının arazi örtüsü kapalılık haritası incelediğinde, saha genelinde yoğun bitki örtüsüyle kaplı alanların fazla olmadığı dikkat çekmektedir. Bitki örtüsüyle kaplı alanlar batıda serpantinler üzerinde yoğun olarak yer almaktadır. Bu orman alanının daha doğuya doğru genişlemesine bazalt platosu engel olmaktadır. Yöredeki diğer formasyonlara göre genç olan bu bazalt alanı üzerinde toprak tabakası ince olduğundan veya hiç toprak bulunmadığından bitki yetişmesi de güçleşmektedir. Bazalt platosu üzerinde blok halindeki taşların üzerinde Kermez Meşeleri, Tespih ağaçları ve Karaçalılardan oluşan cılız bir formasyon gelişmiştir. Oluşan tahribat ve yüksek eğimler nedeniyle toprağın süpürülmesine bağlı olarak Kızılcamlar iyice seyrelmiş, Kermez Meşeleri çalı karakterini almıştır. Şehir merkezinin kuzeyinde yer alan Resulosman dağı üst kesimlerinde genç bazalt örtüsünün blok kayalar halinde oluşu doğal bitki örtüsünün gelişimini kısıtlamış, bunun sonucunda da alanda ağaçlandırmalar yoluyla bitki örtüsünün gelişimini sağlanmıştır. Çalışma alanı arazi örtüsüne 3 farklı sınıflama yapılmıştır. Yoğun, Az Yoğun ve Çıplak şeklinde yapılan sınıflamaya göre CBS sınıf değeri 2 olan ve tüm alanların % 15'ini (89,2 km²) oluşturan Yoğun bitki örtüsüne sahip alanlar, CBS sınıf değeri 5 olan ve tüm alanların % 66'sını (402,8 km²) oluşturan Az Yoğun bitki örtüsüne sahip alanlar ve son olarak CBS sınıf değeri 10 olan ve en fazla erozyona maruz kalan Çıplak alanlar tüm alanların % 20'sini (119,6 km²) oluşturmaktadır (Tablo 3, şekil 4). CBS sınıf değerlerinin bu şekilde atanmasında Okatan ve diğ. (2000), Ekinci (2005), Karabulut ve Küçükönder (2008) ile Aydın (2009)'un erozyonla ilgili yaptıkları çalışmalarda kullandıkları kriterler ile elde ettikleri sonuçlar dikkate alınmıştır. Okatan ve diğ. (2000)'nin elde ettikleri sonuçlara göre, Ayvalı barajı (Kahramanmaraş) Kızıldere havzasındaki ormanlık alanlardaki dispersiyon oranı (topraktaki doğal agregatların su ile temas ettiğinde çözülme derecesini) 7,02-30,30, en az iki yıl ekilmiş tarım topraklarında 11,71-40,71 ve bitki örtüsü çok cılız mera alanlarında 12,25-54,80 seviyelerinde belirlenmiştir (Okatan ve diğ, 2000: 40). Karabulut ve Küçükönder (2008)'in Kahramanmaraş Ovası ve çevresinde yaptıkları çalışmada, ormanlık ve fundalık alanların yüksek riskli alanlar içinde en düşük orana sahip olduğu, mera ve bağ bahçe alanlarının bunu takip ettiği ve en yüksek riskin tarım alanlarında görüldüğü tespit edilmiştir (Karabulut ve Küçükönder, 2008: 20). Aydın'ın yaptığı çalışmada ise Torul (Gümüşhane) barajı havzasında yıl içinde erozyonla toplam 21 ton malzeme taşındığı tespit edilmiştir. Bu sedimanların 1,86 tonu ormanlık alanlardan, 7,66 tonu mera sahalarından ve 11,48 tonu ise çıplak tarım alanlarından taşınmıştır. Ekinci de benzer bir mantıkla Ormanla kapalı alanlar (1), Tarım alanı ve az yoğun örtülü alanlar (2) ile çıplak vb. alanlar (3) şeklinde 3 sınıflandırma yapmış ve CBS sınıf değerini, bu çalışmada olduğu gibi 1-10 aralığında atamıştır (Ekinci, 2005:

114). Tarım sahalarının erozyon duyarlılıklarının yöreden yöreye farklılık göstermesi, bu çalışmada tarım alanları ayrımını yapmamamıza sebep olmuştur.

Tablo 3: Kilis merkez ilçesinin bitki örtüsü ile kapalılık miktarları ve erozyon duyarlılık dereceleri.

Arazi Örtüsü	Kıpladığı Alan		Duyarlılık Derecesi	
	%	km ²	CBS Sınıf Değeri	CBS Ağırlık Değeri
Yoğun	15	89,5	2	9
Az Yoğun	66	402,8	5	
Çıplak	20	119,6	10	
Toplam	100	611,9		



Şekil 4: Kilis merkez ilçesinde arazinin bitki örtüsü kapalılık durumu.



Fotoğraf 3-4: Kilis merkez ilçesinde özellikle hatalı arazi kullanımı nedeniyle bitkiden yoksun sahalar tamamen erozyona açık hale getirilmiştir.

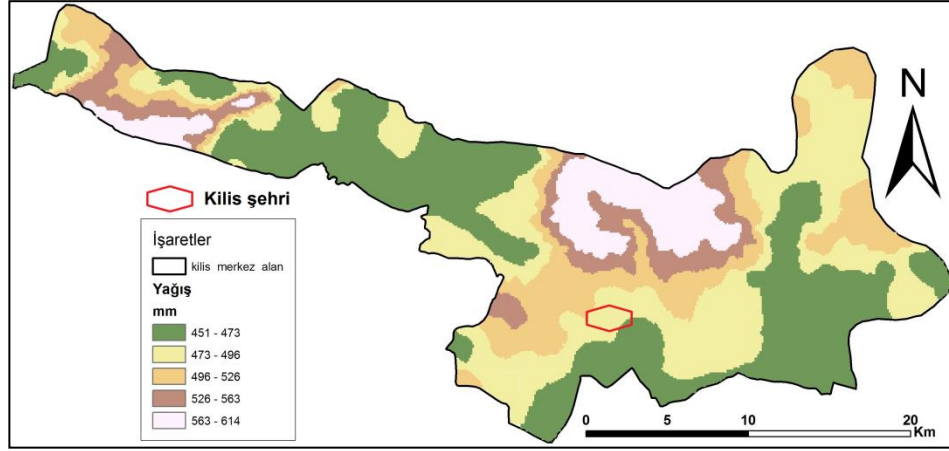
Yağış

Erozyonu etkileyen bir diğer faktör ise iklimdir. İklim elemanları içinde en fazla etkili olan etmen ise yağıştır. Toprak kayıpları ile yağış arasında bir orantı

bulunmaktadır. Yağmur damlaları büyüklükleri oranında toprağa darbe etkisi yaparak toprağın parçalanmasına etki etmektedirler. Toprağın parçalanması ve ayrışmasında bir değer etkende yağışın şeklidir. Bilindiği gibi yağmur taneleri yeryüzüne büyük, çok ve dikey geldiği oranda mekanik tesir yapar. O halde sağanak şeklindeki yağmurların yeryüzündeki mekanik tesirleri, çiseleyerek yağın yağmurların tesirlerinden çok daha fazladır. Sağanak şeklindeki yağmurlar, büyük ölçüde su kütesinin yeryüzüne düşmesine ve dolayısıyla çarpmasına neden olur (Yalçınlar, 1977, 25). Bunun sonucunda da büyük ölçüde yeryüzüne düşen yağmurlar toprağa darbe etkisi yaptığından toprağın infiltrasyon kapasitesinin düşmesine yol açmakta, eğim değerleri ve bitki örtüsünün azlığı oranında toprağın aşınıp aşağılara taşınmasına neden olmaktadır. Yarı kurak iklim şartlarına sahip olan inceleme alanında yağışların genellikle sağanak şeklinde olması, eğim değerlerinin kısa mesafelerde farklılık arz etmesi ve bitki örtüsünün araziye yeterince koruyamaması nedeniyle erozyonun meydana gelmektedir. İnceleme alanı yağış haritasını incelediğimizde yağış değerlerinin 451 mm ile 614 mm arasında olduğunu görmekteyiz. Bu yağış değerlerinin alansal dağılımlarını ve erozyon duyarlılık derecelerini gösterir tabloya bakacak olursak inceleme alanında 5 farklı sınıf olduğunu ve yükseltiye bağlı olarak duyarlılık değerlerinde bir artışın olduğu görülür. CBS sınıf değeri 10 olan ve tüm alanların % 9'unu (56,9 km²) 563-614 mm yağış değerine sahip alanlar oluşturmaktadır. Aynı şekilde CBS sınıf değeri 8 olan ve tüm alanların % 9'unu (55,9 km²) 526-563 mm yağışa sahip alanlar, CBS sınıf değeri 5 olan ve tüm alanların % 16'sını (98,7 km²) 496-526 mm yağışa sahip alanlar oluştururken, CBS sınıf değeri 3 olan ve tüm alanların % 30'u (185,6 km²) 473-496 mm yağış alan alanlar ve son olarak CBS sınıf değeri 2 ile tüm alanların % 35'ini (214 km²) 451-473 mm ile en düşük yağış değerine sahip alanlar oluşturmaktadır (Tablo 4, şekil 5).

Tablo 4: Kilis merkez ilçesinin yağış değerleri miktarındaki alansal değişim ve erozyon duyarlılık derecesi.

Yağış	Kapladığı Alan		Duyarlılık Derecesi	
	%	km ²	CBS Sınıf Değeri	CBS Ağırlık Değeri
451-473	35	214,8	2	3
473-496	30	185,6	3	
496-526	16	98,7	5	
526-563	9	55,9	8	
563-614	9	56,9	10	
Toplam	100	611,9		



Şekil 5: Kilis merkez ilçesinde yağış değerlerinin alansal dağılışı.

Bakı

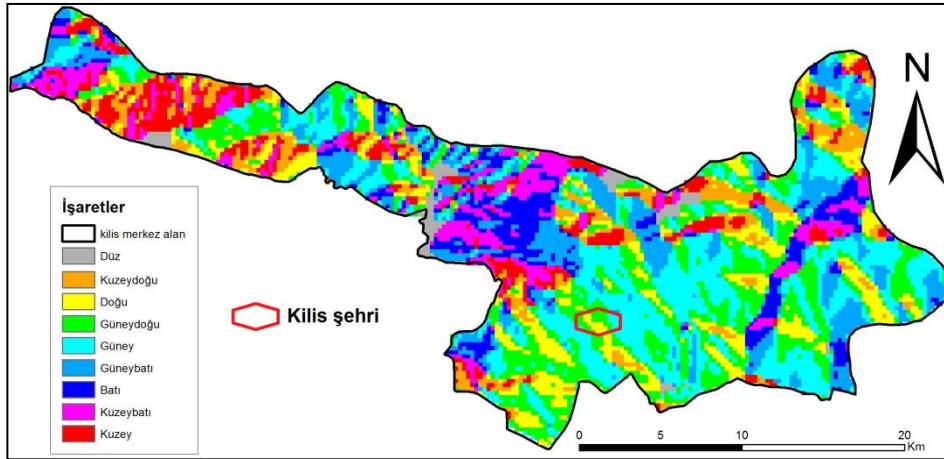
Türkiye’de dağ, tepe ve vadilerin güneye ve kuzeye bakan yamaçlarındaki aşınma, taşınma ve biriktirme çok farklıdır. Güney yamaçlardaki arazinin üzerine gelen güneş ışınları ve dolayısıyla ısı ve buharlaşma kuzey yamaçlara oranla daha fazladır. Güneye bakan yamaçların kuzeye bakan yamaçlara göre daha fazla güneşlenmesi, daha çok ısınması güneşin güney yamaçları fazla ısıtması geceleyin de ortadan kalkması ile farklı tesirler meydana gelmektedir. Bu ısı farkları güney yamaçlardaki mineral ve taşların genleşme ve büzülmesini arttırmış bulunur; dolayısıyla buralarda fiziki parçalanma daha çok olur, daha çok aşınma materyali ortaya çıkar; bunların taşınması ve güney yamaçlarda ve eteklerinde birikmesi de daha geniş ölçüde meydana gelir (Yalçınlar, 1977, 23-25). Aynı durum kuzey yamaçlar için söz konusu değildir. Kuzeye bakan yamaçlarda ısınma ve buharlaşma güney yamaçlara oranla daha azdır. Bunun sonucunda fiziksel parçalanma diğer yamaca oranla az olmaktadır. Ayrıca bitki örtüsünün de diğer yamaca oranla daha fazla olması fiziksel parçalanmadan ziyade toprağın kimyasal olarak ayrışmasına yol açmaktadır. Bitki örtüsünün varlığı toprağın erozyonla taşınmasını kısmen önlemektedir. Wu and Wang’ın (2011) yaptığı çalışmaya göre bakı erozyon üzerinde önemli bir parametredir. Çin’de yaptıkları çalışmada (Kuzey Yarımkürede) güney yamaçların erozyondan daha fazla etkilendiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmaya göre yüksek erozyon riski taşıyan alanların % 57,2’si güneye bakan yamaçlardır.

Bunun yanında Türkiye’de yağışlar (yağmur ve kar) daha çok batı kadrından esen şiddetli rüzgârlar ve gezici siklonlarla geldiği ve aynı hava hareketleriyle, doğuya doğru saptırıldığı için, batıya bakan yamaçlarda daha şiddetli bir aşınma meydana gelir. Doğuya bakan yamaçlar bu rüzgâr ve yağış tesirlerine daha az maruz kaldığı için, aşınma da batı yamaçlara nazaran daha azdır (Yalçınlar, 1977, 24). İnceleme alanının bakı haritasını incelediğimizde

CBS sınıf değeri 5 ile Kuzey yönlü alanlar tüm alanların % 15'ini (92,3 km²), CBS sınıf değeri 6 olan Kuzeybatı yönlü alanlar tüm alanların % 7'sini (43,1 km²), CBS sınıf değerleri 7 olan Kuzeydoğu-Batı yönlü alanlar tüm alanların % 17'sini (104 km²), aynı şekilde CBS sınıf değerleri 8 olan Doğu-Güneybatı yönlü alanlar tüm alanların % 24'ünü (146 km²), CBS sınıf değeri 9 olan Güneydoğu yönlü alanlar tüm alanların % 15'ini (92,3 km²) ve son olarak CBS sınıf değerleri 10 olan Güney ve Düz alanlar tüm alanların % 22'si (134,2 km²) ile erozyona karşı en fazla etkilenen alanlar olarak görülmektedir (Tablo 5, şekil 6). Çalışma sahasının potansiyel erozyon risk haritasını oluşturmak için kullanılan bir diğer değişken olan bakı, daha önce yapılan çalışmalarda da ortaya konulduğu gibi toprak kaybı üzerinde çok az etkiye sahiptir (Tağl, 2009). Dolayısıyla CBS ağırlık değeri de çok az önem arz eden 2 sayısı ile ifade edilmiştir.

Tablo 5: Kilis merkez ilçesinde bakı değerlerinin alansal dağılışı ve erozyon duyarlılık dereceleri.

Bakı	Kapladığı Alan		Duyarlılık Derecesi	
	%	km ²	CBS Sınıf Değeri	CBS Ağırlık Değeri
Kuzey	15	92,3	5	2
Kuzeybatı	7	43,1	6	
Kuzeydoğu	10	61	7	
Batı	7	43	7	
Doğu	12	73	8	
Güneybatı	12	73	8	
Güneydoğu	15	92,3	9	
Güney	14	86,0	10	
Düz	8	48,2	2	
Toplam	100	611,9		



Şekil 6: Kilis merkez ilçesinin bakı durumu.

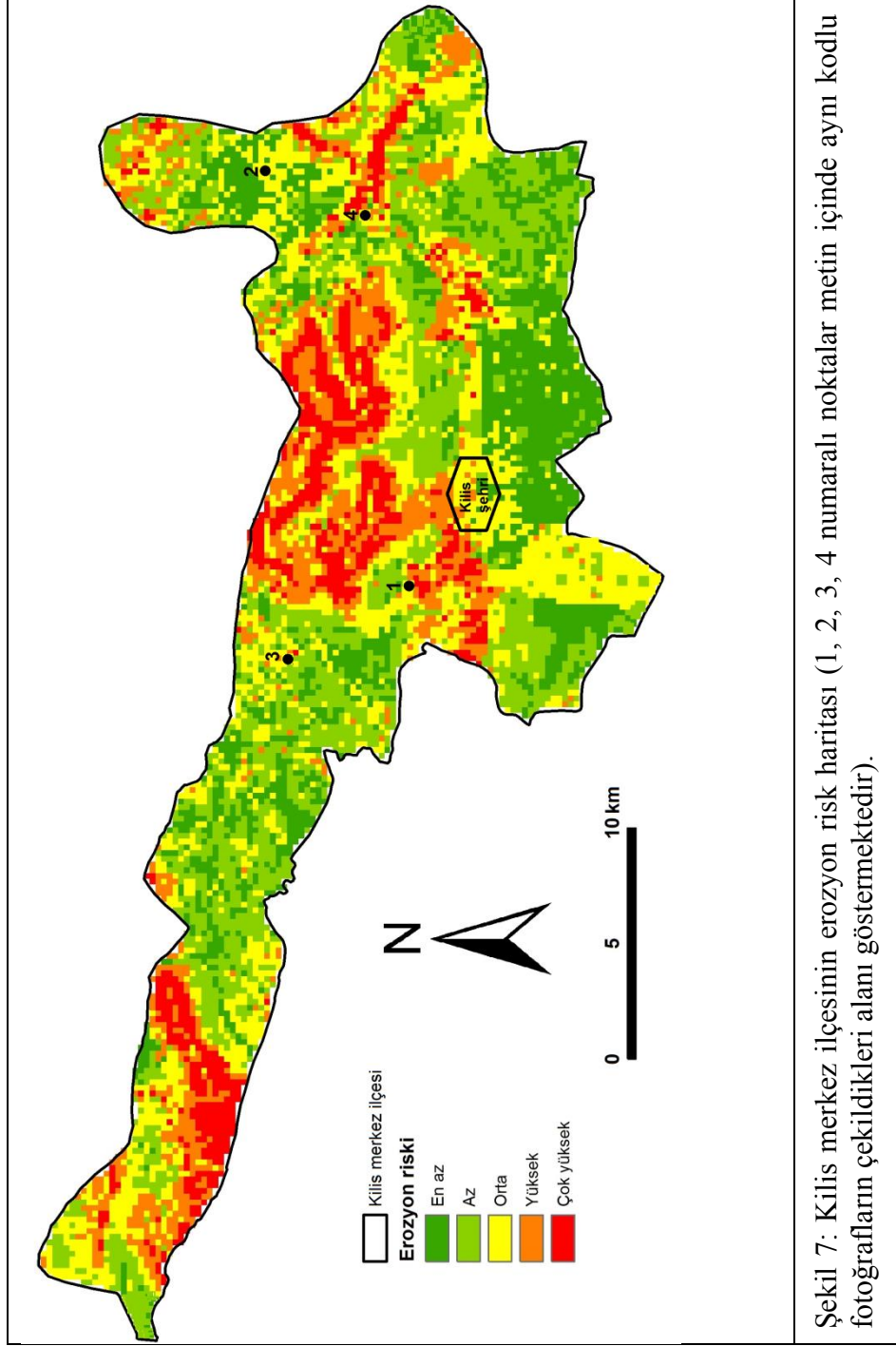
BULGULAR

Çalışma sahasının üretilen erozyon risk haritasına göre, Kilis merkez ilçesinin % 26'sı (159 km²) yüksek ve çok yüksek risk taşıyan alanları oluşturmaktadır (Tablo 6, şekil 7). Kilis şehrinin hemen kuzeyinde yer alan yüksek, eğimli ve aynı zamanda bitki örtüsünden yoksun olan alanların yüksek erozyon riski altında olduğu görülmektedir. Günümüzde bu alanların bir kısmı ağaç dikmek suretiyle ormanlaştırılmışsa da, ağaçların geniş dikim aralığına sahip olmasından dolayı toprak yüzeyi büyük oranda boş kalmakta ve böylece hızlı erozyon süreci devam etmektedir. İlçenin % 26'sı (159 km²) ise orta derece erozyon riski taşımaktadır (Tablo 6, şekil 7). Kilis şehri ve yakın çevresi ile tarım alanlarının büyük kısmı orta derece erozyon riskinin bulunduğu alanlara yayılmıştır. Orta derece erozyon riski, çalışma sahasının 600-700 m yükselti değerleri arasındaki alanlarda yoğunluk kazanmakta ve beşeri faaliyetlerdeki artışa bağlı olarak, yaptığımız gözlemlere göre gün geçtikçe artmaktadır. tarım alanların yerleşmeye açılması ve bunun bir sonucu olarak tarım alanlarının da tarıma uygun olmayan marjinal topraklara doğru kayması erozyonun artmasında en önemli etken olarak gösterilebilir.

Tablo 6: Kilis merkez ilçesinde erozyon risk sınıfları ve alansal miktarı.

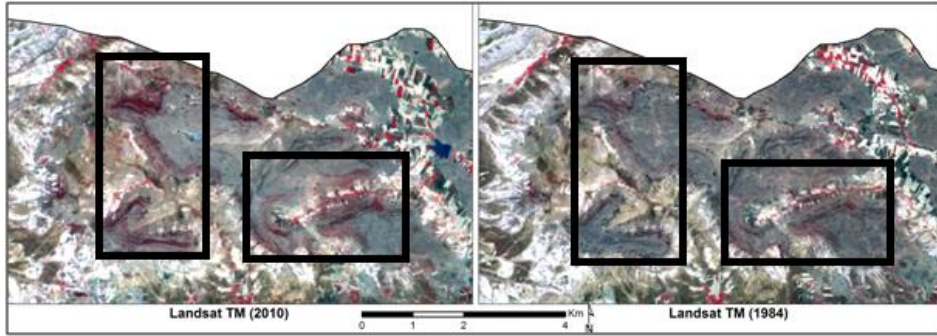
Potansiyel Erozyon Risk Sınıfları	Kapladığı Alan	
	%	km ²
En Az	20	122
Az	28	171
Orta	26	159
Yüksek	16	98
Çok Yüksek	10	61
Toplam	100	611

Çalışma sahasında erozyon riski orta derecenin altında olan sahalar ise toplam alanın % 48'ini (293 km²) kaplamaktadır (Tablo 6, Şekil 7). Genel olarak düşük eğimli ve nispeten daha yoğun bitki örtüsüne sahip olan bu alanların bir kısmı tarımsal amaçlı kullanılırken, diğer bir kısmı ise orman ve çalı formasyonları ile kaplıdır. Düşük erozyon riski taşıyan bu alanlar, çalışma sahasının ova kesiminde yoğunluk kazanmaktadır. Günümüzde, Kilis'te yaşanan kentsel gelişim büyük oranda bu alanlar üzerinde gelişmekte ve erozyon riski düşük olan bu sahaları işgal etmektedir.



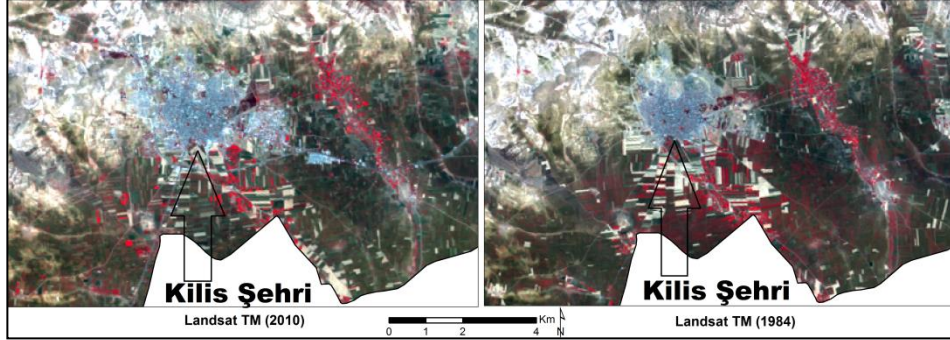
SONUÇ

Çalışma sahasının CBS teknikleri kullanılarak üretilen erozyon risk haritasına göre, çalışma alanında erozyon riskinin doğal olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir. Eğim, litoloji ve arazi örtüsünün kapalılık özellikleri, erozyon riskinin doğal olarak artışıdaki en önemli nedenlerdir. Bunun yanında özellikle hatalı arazi kullanımı nedeniyle erozyon riski sürekli artmaktadır. Tarım alanlarının sürekli yamaçlara doğru gelişmesi, yanlış sürüm teknikleri, aşırı otlatma doğal faktörlere eklenmekte ve çalışma sahasında erozyonu sürekli tetiklemektedir. Dolayısıyla zaten doğal olarak yüksek erozyon riski taşıyan çalışma sahasında, beşeri faaliyetlerle erozyon riski yükselmekte ve erozyona uğrayan alan miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Bu durum Kilis gibi, yarı kurak iklim şartlarının hakim olduğu yörede, ileride çözümü mümkün olmayan sonuçlara yol açacaktır. Her ne kadar çalışma sahasının bazı yerlerinde ormanlaştırma çalışmaları yapılmışsa da (Şekil 8), hala birçok yerde erozyon riski taşıyan mera alanları tarıma açılmakta ve ormanlaştırılmış sahalar otlatılmaktadır. Verimli tarım sahaları şehirleşmeye açılırken (Şekil 9), tarıma uygun olmayan verimsiz, taşlık ve eğimli araziler tarıma açılmaktadır. Dolayısıyla Kilis merkez ilçesinde, özellikle planlama çalışmalarında erozyon riskinin göz ardı edildiği ve erozyon önlemeye yönelik herhangi bir çalışmanın yapılmadığı tespit edilmiştir. Hâlbuki çalışma sahasının yarıdan fazlası (% 52'si) orta ve yüksek derecede erozyon riski altındadır (Tablo 6, şekil 7). Bu nedenle yapılacak olan planlama çalışmalarında mutlaka dikkate alınmalıdır.



Şekil 8. Kilis şehrinin hemen kuzeyinde, orman alanlarının 1984-2010 yılları arasındaki değişimi.

Sonuç olarak, yarıdan fazlası erozyon riski altında olan çalışma sahasında tarıma uygun, düşük erozyon riski taşıyan birinci sınıf tarım arazilerinin yerleşmeye açıldığı tespit edilmiştir. Buna karşılık özellikle orta ve yüksek erozyon riskine sahip olan sahalar ise tarıma açılmış ve zaten doğal olarak erozyona uğrayan bu alanlarda erozyon hızı artmış ve günümüzde uygulanan beşeri faaliyetlerle hızla artmaya devam etmektedir.



Şekil 9. Kilis şehrinin 1984-2010 yılları arasındaki gelişimi (şehir büyük oranda ovadaki tarım arazileri üzerinde gelişmiştir).

KAYNAKLAR

- Aydın, M. (2009). Gümüşhane-Tortul Barajı Yağış Havzasında Arazi Kullanımına Göre WEPP (Water Erosion Prediction Project) Modeli ile Toprak Kayıplarının Belirlenmesi ve Alınması Gereken Önlemler, **Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, 9 (1), s. 54-65.
- Bouaziz M., Leidig M. and Gloaguen, R. (2011). Optimal parameter selection for qualitative regional erosion risk monitoring: A remote sensing study of SE Ethiopia, **Geoscience Frontiers** 2 (2) (2011) 237-245.
- Cürebal, İ., Ekinci, D., (2006). Kızılkeçili Deresi Havzasında CBS Tabanlı RUSLE (3d) Yöntemi ile Erozyon Analizi, **Türk Coğrafya Derg.**, 47, s. 115-131, İstanbul.
- Çelik, M. A. (2012). Kilis Şehri ve Yakın Çevresinde Marnlı Çıplak Yüzeylerin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama ile Analizi, **Ekoloji Sempozyumu 2012**, Kilis.
- Çepel, N., (1997). **Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar**, Tema Vakfı Yayınları 14, İstanbul.
- Ekinci, D., (2006). CBS Tabanlı Uyarlanmış RUSLE yöntemi ile Kozlu Deresi Havzasında Erozyon Analizi, **Türk Coğrafya Dergisi**, 13, s. 109-113, İstanbul.
- Ekinci, D., Ekinci, B., (2006). Küçükçekmece Gölü ve Yakın Çevresinde (İstanbul) Zemin Örtüsü Değişiminin Coğrafya Üzerindeki Etkileri, **Türk Coğrafya Dergisi**, 47, s. 131-146, İstanbul.
- Ekinci, D., Sönmez, M. E. (2006). "İstanbul konürbasyonunun yeni habitat adacığında CBS tabanlı jeoekoloji planlama analizi". **Türk Coğrafya Dergisi**, 46: 146-167.
- Erol E. ve Çanga, M. R. (2004). Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniği Kullanarak Erozyon Tehlikesinin Değerlendirilmesi, **Tarım Bilimleri Dergisi**, 10 (2), s. 136-143.

- Karabulut, M. ve Küçükönder, M. (2008). Kahramanmaraş ve Ovası Çevresinde CBS Kullanarak Erozyon alanlarının Tespiti, **KSÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi**,11 (2), s. 14-22.
- Karaburun, A., Demirci, A. ve Karakuyu, M. (2009). Erozyon Tahmininde CBS Tabanlı Rusle Metodunun Kullanılması: Büyükçekmece Örneği, 3. **DEÜ CBS Sempozyumu CBS ve Bilgi Teknolojileri 10-11 Aralık**, İstanbul.
- Kesici, Ö. (1994). **Kilis Yöresinin Coğrafyası**, Kilis: Kilis Kültür Derneği Genel Yayın No: 12. Arş. Dizisi-1.
- Michelle L Bell, Benjamin F Hobbs, Hugh Ellis (2003). The use of multi-criteria decision-making methods in the integrated assessment of climate change: implications for IA practitioners **Socio-Economic Planning Sciences**, Volume 37, Issue 4, Pages 289-316.
- Okatan, A., Yüksek, A. ve Reis, M. (2000). Kahramanmaraş-Ayvalı Barajı Kızıldere Havzasında Toprakların Erozyon Eğilim Değerlerinin Hidrofiziksel Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi, **KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi**, Cilt 3, Sayı 1, s. 28-42.
- Okatan, A., Aydın, M. ve Urhan O. Ş. (2007). Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Havza Amenajmanında Kullanımı ve Önemi, **TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim- 02 Kasım**, Trabzon.
- Othman A. N., Naim W. M., Noraini S. (2012). GIS Based Multi-Criteria Decision Making for Landslide Hazard Zonation, **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Volume 35, Pages 595-602.
- Prasannakumar, V., Vijith, H., Abinod S. and Geetha, N., (2012). Estimation of soil erosion risk within a small mountainous sub-watershed in Kerala, India, using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and geo-information technology, *Geoscience Frontiers*, Volume 3, Issue 2, March 2012, Pages 209-21.
- Phua and Minowa (2005). A GIS-based multi-criteria decision making approach to forest conservation planning at a landscape scale: a case study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia, **Landscape and Urban Planning**, Volume 71, Issues 2-4, Pages 207-222.
- Selçukbiricik, A., (1985). Sarayköy Civarında Erozyon ve Önlemleri (Konya), *İstanbul Üniversitesi Edebiyat. Fakültesi Coğrafya Dergisi*, I, s. 173-181, İstanbul.
- Sönmez, E., (2010). **Mekânsal Potansiyel ve Kalkınmayı Geciktiren Sorunlara Coğrafi Bir Yaklaşım: Göksu Çayı Havzası (Adıyaman)**, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Stocking, M.A., Murnaghan, N., 2001. **A Handbook for the Field Assessment of Land Degradation**. Earthscan Publication, London, UK, p. 169.

- Tağıl, Ş. (2009). Çakırdere ve Yahu Dere Havzalarında (Balıkesir) Toprak Kaybının Mekânsal Dağılışı ve Etkileyen Faktörler, **Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 12, Sayı 22, s. 23-39.
- Tombuş, F. E. ve Ozulu, İ. M. (2007). Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Erozyon Risk Belirlenmesine Yeni Bir Yaklaşım, Çorum İli Örneği, **TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim- 02 Kasım**, Trabzon.
- Yalçınlar, İ., (1977). Türkiye Erozyonunda Disimetrik Sistemler, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, 22, s. 21-29, İstanbul.
- Yılmaz, E., (2006). Çamlıdere Barajı Havzasında Erozyon Problemi ve Risk Analizi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Zengin, M., Özer, S. ve Özgül, M. (2009). Çoruh Havzası (İspir-Pazaryolu) Erozyon Durumunun CBS ile Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (1), 9-19.
- Zeybek H. İ., (2002). Turhal Ovası Ve Yakın Çevresinde Toprak Erozyonu, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 08: 99-130, Erzurum.
- Zhang, Y.J., Li, A.J. and Fung, T. (2012). Using GIS and Multi-criteria Decision Analysis for Conflict Resolution in Land Use Planning Original Research Article, *Procedia Environmental Sciences*, Volume 13, Pages 2264-2273.
- Wu, X. and Wang, X., (2011), Spatial Influence of Geographical Factors on Soil Erosion in Fuyang County, China, *Procedia Environmental Sciences* 10 (2011) 2128 – 2133.