

AHP VE CBS İLE ESKİŞEHİR İLİ POTANSİYEL EROZYON ALANLARININ BELİRLLENMESİ

İsmail YILMAZ

ESOGÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26040 Eskişehir, Odunpazarı
(ismilcmyilmaz@gmail.com)

ÖZET

Üzerinde yaşadığımız dünyada toprak, vazgeçilmez sürdürülebilir kaynaklarımızdan biridir ve korunması gerekmektedir. Şayet bu başarılamazsa barajlar toprakla dolacak, tarım arazileri verimsizleşecek ve su kaynakları daha kalitesiz hale gelecek; sonuç olarak yaşıntımız bu durumdan olumsuz etkileneceklerdir. Erozyonun gerçekleşebileceği alanların tespiti sonucu alınacak tedbirler, ortaya çıkacak olumsuzlukları en aza indirecektir. Bu çalışmada Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) birlikte kullanılarak Eskişehir çevresinde potansiyel erozyon alanlarının tespiti ve haritalanması amaçlanmıştır. Erozyon riski taşıyan alanların belirlenmesi amacıyla eğim, bitki örtüsü, litoloji ve yağış gibi erozyon üzerinde etkili olan faktörler kullanılmıştır. Bu faktörler AHP kullanılarak birbirleri ile kıyaslanmış, her bir faktör için ağırlık değerleri belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan Tutarlılık Oranı (CR)=0.021'dir ve literatürde önerilen değerin (CR=0.1) altındadır. Bu durum ağırlık değerlerinin uyumlu olduğunu göstermektedir. Analizlerimize göre, erozyonu kontrol eden en önemli etken litolojidir. Bunu eğim, bitki örtüsü ve yağış izlemektedir. Faktör haritaların ağırlık değerlerine göre çıkıştırılması sonucunda erozyonun gerçekleşebileceği alanlar tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Eskişehir bölgesinin %37.38 'i (5205 km²) düşük erozyon riskine sahipken, orta derecede risk içeren alanlar %31.82'lik bir alan (4430 km²) kaplamaktadır. Yüksek derece erozyon riski içeren alanların oranı ise %30.8'dir (4288 km²). Bu sonucun, daha çok kısmen gevşek Miyo-Pliyosen karasal çökellerinin sarp yamaçlarına karşılık gelmektedir.

1. GİRİŞ

Türkiye coğrafi konumu, farklı iklim özellikleri, toprak yapısı, topoğrafya özellikleri sebebiyle erozyon ve sel felaketi için genel olarak uygun koşullara sahiptir. Özellikle ülke alanının %62,50'sini oluşturan sarp eğimli araziler şiddetli/çok şiddetli erozyona en yatkın alanları oluşturmaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı). Türkiye'de her yıl ortalama 182 milyon ton verimli toprak akarsularla göl ve denizlere taşınmaktadır (ELE, 2005). Yapılan çalışmalara göre, ülkemizde 66.576.042 hektar alan su erozyonuna, 330.000 hektar alan ise rüzgâr erozyonuna maruz kalma riskine sahiptir (Özden ve diğ., 2000). Erozyonun sebep olduğu olumsuzlukların en aza indirilebilmesi için erozyona duyarlı alanların belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Bu çalışmada, AHP ve CBS birlikte kullanılarak Eskişehir ili çevresinde potansiyel akarsu erozyon alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

Eskişehir çevresinde potansiyel akarsu erozyonu alanlarının belirlenmesi için öncelikle erozyon oluşumunda etkili olan faktörler literatür çalışması ile irdelenmiş ve her bir ana faktöre ilişkin nicel veriler çeşitli kaynaklardan derlenmiştir. İncelenen faktörler eğim, bitki örtüsü, litoloji ve yağıştır. Eğim haritasının elde edilmesinde SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) verisi kullanılmıştır. Bitki örtüsü yoğunluğunun belirlenmesinde Haziran 2019 tarihli Landsat-8 verileri kullanılmıştır. Bu veriler üzerinde NDVI (Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü) işlemi uygulanarak bitki örtüsünün yoğunluğu tespit edilmiştir. Çalışılan alanda kaya türlerinin dağılımı için MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)'nın 1/500.000 ölçekli Jeoloji haritalarından yararlanılmıştır. Alanın yağış verileri (2019-2020 aylık bazda) Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

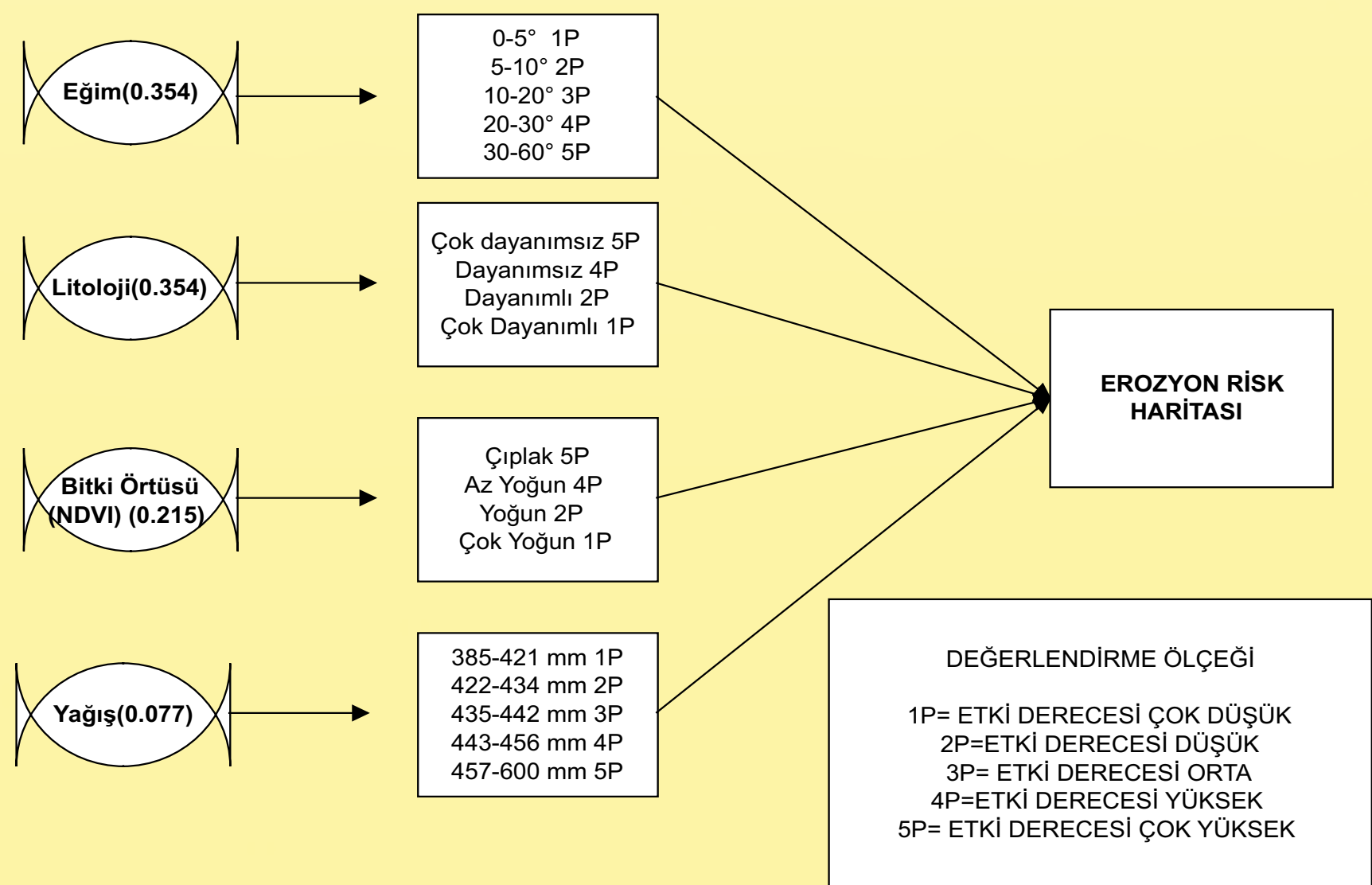
Erozyona etki eden faktörlerin birbirleri ile olan ilişkisinin ve etki derecesinin belirlenmesi için, faktörlerin çok çeşitli olması sebebiyle, son yıllarda bu tür çalışmalarda sıklıkla kullanılan bir istatistiksel model olan AHP ve sonuç haritası üretmek amacıyla da CBS kullanılmıştır. AHP, Saaty (1977) tarafından geliştirilen bir modeldir. Çok kriterli problemlerde çözüm olanağı sağlamaktadır (Kavas, 2009). AHP yöntemi çok sayıda kriterle bağlı olan bir problemin çözümünde faktörlerin ağırlık değerlerinin belirlenmesine olanak sağlar. Bu çalışmada, AHP ile faktörlerin ağırlık değerlerinin belirlenmesi için bir CBS yazılımı olan QGIS yazılımında çalıştırılabilen EasyAHP eklentisi kullanılmıştır. Faktörlerin puanlandırılmasında ikili karşılaştırma ölçeği (Saaty, 1977) (Tablo 1) tercih edilmiştir. Puanlama sürecinde ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş (Tablo 2); buna ek olarak uzman görüşü, literatür araştırmaları, kısmen arazi gözlemleri de göz önünde bulundurulmuştur. Ağırlık değerlendirilmesi sonucunda hesaplanan Tutarlılık Oranı (CR=0.021), Saaty (1980)'in önerdiği Uyum oranı testi değerin (CR=0.1) altında olduğundan bu çalışmada kullanılan karşılaştırma matrislerinin tutarlı olduğu anlaşılmaktadır. Son olarak, sonuç haritalarının üretilmesi için bir CBS yazılımı olan ArcGIS üzerinden faktörler kendi içinde sınıflandırılmış (Şekil 1) ve AHP ile belirlenen ağırlık değerlerine göre her faktör "Raster Calculator" ile çıkıştırılmıştır.

Tablo 1: AHP yönteminde kullanılan ikili karşılaştırma tercih ölçeği (Saaty, 1980).

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaramutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler

Tablo 2: İkili karşılaştırma matrisleri

FAKTÖRLER	Yağış	Eğim	Litoloji	NDVI	Ağırlıklar
Yağış	1	0.25	0.25	0.25	0.077
Eğim	4	1	1	2	0.354
Litoloji	4	1	1	2	0.354
NDVI	4	0.5	0.5	1	0.215
$\lambda=4.058$					
CI=0.019					
CR=0.021					



Şekil 1. Akış şeması

3. BULGULAR

3.1. Eğimin Erozyon Üzerindeki Etkisi

Erozyonun şiddeti, yüzeyel akış miktarına ve hızına bağlıdır. Yamaç eğiminin artmasıyla beraber, yüzeyel akış miktarı artarak şiddetli erozyona sebep verecektir. (Morgan, 2005). Eskişehir ilinin eğim haritasını oluşturmak için SRTM verisinden Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) elde edilmiştir. SYM kullanılarak ArcGIS yazılımında eğim haritası oluşturulmuştur. Eğim değerleri derece cinsinden eğim gruplarına ayrılmış ve grupların erozyon üzerindeki etki derecesine göre 1-5 arası puanlandırılmıştır (Şekil 1). 20-30° ve 30-60° değere sahip olan eğim grupları erozyon açısından tehlikeli olarak değerlendirilmiştir. Eskişehir çevresinde alanın büyük bir kısmında eğim değerleri düşük çıkmıştır. Eğimin kısmen yüksek olduğu alanlar, Sarıcakaya Vadisi ile Seyitgazi ve Sivrihisar dolayları ile sınırlıdır. Eğimin düşük olduğu alanlarda da bitki örtüsünün azlığı/yokluğu ve özellikle yumuşak litolojik sebebiyle şiddetli erozyon yaşanabilmektedir.

3.2. Litolojinin Erozyon Üzerindeki Etkisi

Çalışma alanına ait 1/500.000 ölçekli MTA'nın Jeoloji haritaları sayısallaştırılmış ve CBS ortamına aktarılmıştır. Litolojiler dayanımlarına göre kendi içerisinde sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmaya göre; '1' değeri çok dayanımsız litolojileri, '2' değeri dayanımsız litolojileri, '3' değeri dayanımlı litolojileri, '4' değeri ise çok dayanımlı litolojileri temsil etmektedir. Alanın jeoloji haritasından da anlaşılacağı üzere, çok dayanımsız litolojiler (1), Eskişehir Grabeni içindeki modern sedimanlarla Mahmudiye havzasındaki Pliyo-Kuvaterner sedimanlarını içerir. Bunların yanında daha geniş yayılıma sahip Pliyosen kıvrıntılı ile özellikle Eskişehir'in batısında yayılım gösteren Miyosen yaşlı piroklastik kayalar da çok dayanımsız kategoridedirler. Dayanımsız litolojiler (2) grubuna alandaki Miyo-Pliyosen yaşlı karbonat kayaları ile iyi tıkızlaşmış kıvrıntılı kayalar girmektedir. Bunların yanında Eosen yaşlı kırıntılı kayalarda bu gruptandır. Dayanımlı litolojiler (3) grubunda Yaşları Jura'dan Kretase'ye değişen altère volkanik ve karbonat kayalar bulunur. En dayanımlı kategori (4) Paleozoyik mermer ve gnaysları ile Miyosen bazaltlarından oluşur (F. Ocakoğlu, 2020, sözlü görüşme). Erozyon üzerindeki etki derecesine göre litolojiler 1-5'e kadar puanlandırılmıştır (Şekil 1). 4 ve 5 puana sahip olan "Dayanımsız", "Çok Dayanımsız" olarak değerlendirilen litolojiler erozyon açısından tehlikeli olarak değerlendirilmiştir.

3.3. Bitki Örtüsünün Erozyon Üzerindeki Etkisi

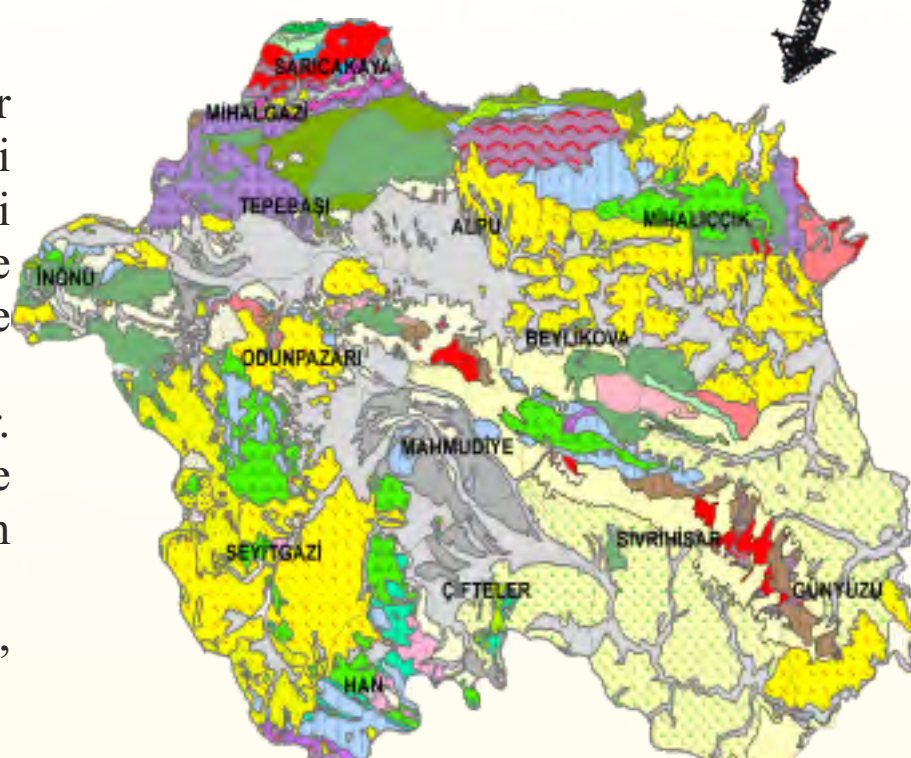
Bitki örtüsünün yoğunluğu erozyonu kontrol eden önemli faktörlerden bir tanesidir. Erozyonla mücadelenin araçlarından biri bitki örtüsünün korunması ve ağaçlandırma çalışmalarıdır. Bitki örtüsünün yoğun olması, toprak üzerine düşen yağmur tanelerinin süzülme hızını arttıracaktır. Sonuçta, yüzey sularının akış hızı düşecek ve toprağın taşınması engellenecektir (Sunkar ve Avcı, 2015). Eskişehir çevresinde bitki örtüsünün yoğunluğunu belirlemek amacıyla 2019 Haziran tarihli Landsat-8 uydü görüntüsü üzerinde NDVI işlemi uygulanmıştır. Landsat-8, 11 spektral bantta veri toplamaktadır. NDVI analizi için (NIR-RED)/(NIR+RED) işlemi yapılmaktadır. Elde edilen NDVI indeksinde değerler -1 ve 1 arasında değişmektedir. 1 değerine yaklaştıkça bitki örtüsünün yoğunluğu artmakta, -1 değerine yaklaştıkça bitki örtüsü yoğunluğu azalmaktadır. NDVI değerlerine göre; Çıplak (bitki örtüsünün olmadığı) alanlar, "Az yoğun", "Yoğun", "Çok yoğun" olmak üzere 4 sınıfa ayrılmış ve bitki örtüsü yoğunluk haritası üretilmiştir. Çıplak alanlar ve bitki örtüsünün az yoğun olduğu alanlar erozyon açısından tehlikeli olarak değerlendirilmiş ve erozyon üzerindeki etki derecesine göre puanlandırılmıştır (Şekil 1).

3.4. Yağışın Erozyon Üzerindeki Etkisi

Yağış yoğunluğu erozyon açısından önemli bir faktördür. Yağış yoğunluğunun bir bölgede çok olması toprağa düşen yağmur tanelerinin süzülme hızını düşürecektir. Bitki örtüsünün yoğun olmadığı ve yağışın yoğun olduğu bölgelerde erozyon şiddetinin artması beklenmektedir. Eskişehir çevresi yıllık ortalama yağış haritasını oluşturmak için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden ilçe bazında 1 yıllık ortalama yağış verileri temin edilmiştir. ArcGIS üzerinden "Radial Basis Function" aracı kullanılarak yağış haritası oluşturulmuştur. Eskişehir ili yıllık ortalama yağış haritasına göre; İnönü, Sarıcakaya, Mihalga, Mihalçık ilçelerinde yıllık ortalama 457-600 mm arasında yağış almaktadır. Yıllık ortalama yağış verileri gruplara ayrılarak erozyon üzerindeki etki derecesine göre puanlandırılmıştır (Şekil 1). 443-456 mm ve 457-600 mm yağış alan alanlar erozyon açısından tehlikeli değerlendirilmiştir.



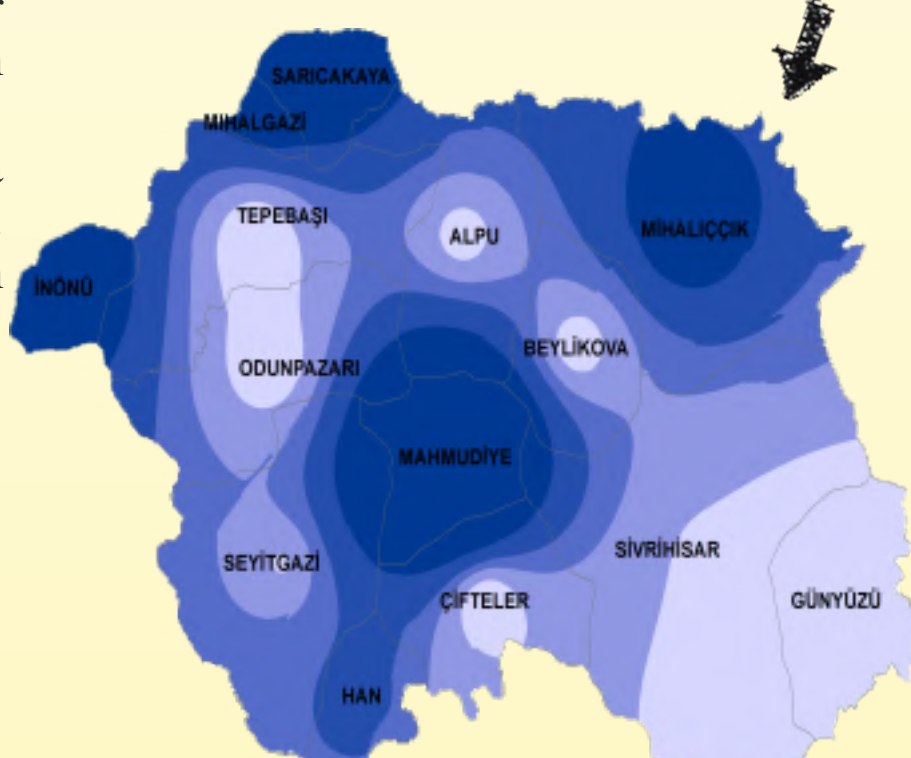
Şekil 2. Eskişehir ili Eğim Haritası (SRTM verilerinden üretilmiştir.)



Şekil 3. Eskişehir ili Jeoloji haritası (Veriler MTA'dan alınarak oluşturulmuştur.)



Şekil 4. Eskişehir ili Bitki Örtüsü Yoğunluğu Haritası (Landsat-8'den üretilmiştir.)



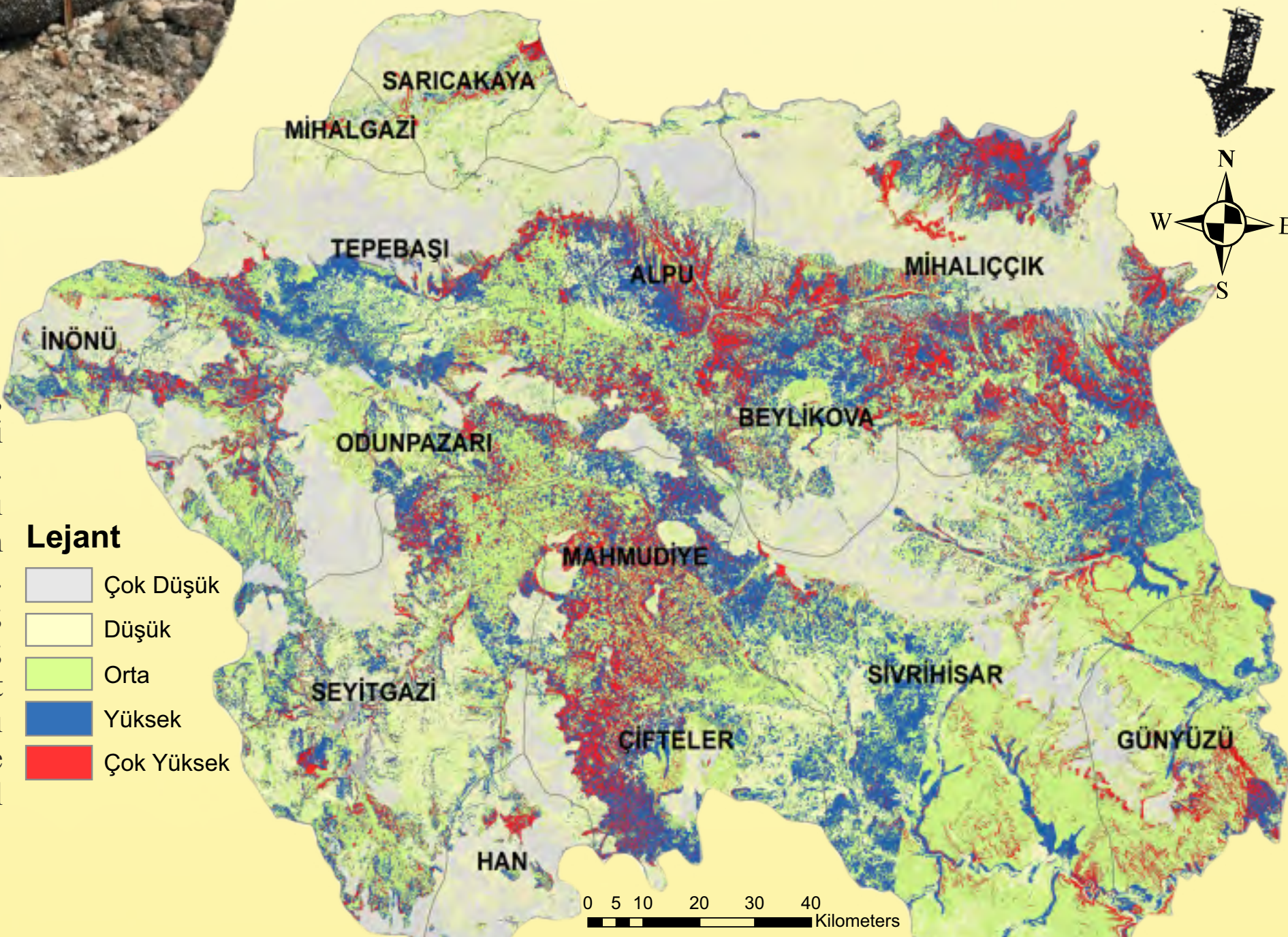
Şekil 5. Eskişehir ili yıllık alansal toplam yağış haritası (Veriler MGM'den alınmıştır.)

4. SONUÇLAR

Çoklu faktörleri dikkate alarak yapılan erozyon değerlendirmesine göre, Eskişehir ilinin erozyona en hassas alanları düşük eğime sahip, ancak bitki örtüsü zayıf ve dayanımsız litolojilerden oluşan graben tabanı ile yamaçlarıdır. Bu kuşak İnönü'den doğuda Mihalçık'a kadar Porsuk nehrinin iki yakası boyunca uzanır. Buna ek olarak erozyon potansiyeli yüksek ikinci bir zon Odunpazarı'ndan Sivrihisar doğusuna kadar uzanan düşük kotlu alanlardır. Hazırladığımız risk haritasına göre, 1307 km² alanda çok yüksek erozyon riski; 2979 km² alanda yüksek erozyon riski; 4430 km² alanda orta derecede risk; 3429 km² alanda düşük risk, 1775 km² alanda ise çok düşük erozyon riski tespit edilmiştir. Yüksek risk alanındaki köylerde çiftçilerin erozyona karşı bilinçlenmesi için devletin bazı eğitim faaliyetleri yürütmesi ve devlet eliyle bazı erozyon önleme işlemlerinin yapılması (örneğin, ağaçlandırma, sel kapanları inşası vs.) yararlı olacaktır.

5. KAYNAKÇA

- Akinci, H., Özalp, A. Y., & Kılıçer, S. T. (2015). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve AHP Yöntemi Kullanılarak Planlı Alanlarda Heyelan Duyarlılığının Değerlendirilmesi : Artvin Örneği Landslide Susceptibility Assessment in Planned Areas Using Geographical Information Systems and AHP Method : The Case of Artvin. Journal of Natural Hazards and Environment, 90(466), 40–53.
- Avcı, V. (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Gökdere Havzası ve Çevresinin (Bingöl) Erozyon Duyarlılık Analizi. The Journal of Academic Social Sciences, 26(26), 170–170. https://doi.org/10.16992/asos.1116
- Avcı, V., Sunkar, M., & Toprak, A. (2017). Malatya Kuzeydoğusunda Balı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahanın Erozyon Duyarlılık Analizi. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2017(27), 769–799. https://doi.org/10.14520/adyusbd.329256
- Ekinci, D., Akköprü, E., & Döker, M. (2010). Erozyon Duyarlılık Haritalarının Oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojilerinin Kullanımı. III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 11–13.
- Erol, E., & Çanga, M. R. (2004). Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniği Kullanılarak Erozyon Tehlikesinin Değerlendirilmesi, 10(2), 136–143.
- Kavas E., (2009). Analitik Hiyerarşik Süreç Yöntemiyle İzmir İlinde Heyelan Duyarlılığının Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı İncelenmesi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi (CBS2009).
- Özden M., Dursun H. ve Sevinç A.N., (2000). The Land Resources of Turkey and Activities of General Directorate of Rural Services, General Directorate Services, Planning Coordination Department, Ankara/Turkey
- R.P.C.Morgan. (2005). Soil Erosion & Conservation.
- Sönmez, M. E., Çelik, M. A., & Seven, M. (2013). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Kilis Merkez İlçesinin Erozyon Risk Alanlarının Belirlenmesi, (January 2016).
- Sunkar, M., & Avcı, V. (2015). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) ile Hasret Dağı ve Çevresinin (Elazığ) Erozyon Duyarlılık Analizi. Coğrafi Bilimler Dergisi, 13(1), 17–40. https://doi.org/10.1501/cogbil_00000000161
- Toptaş, T. E., & Bank, E. (2013). Erozyon Risk Haritalarının Cbs Teknolojileri Kullanılarak Modellenmesi ve Analiz Edilmesi. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi.
- Yüksel, A., & Avcı, V. (2015). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile Yamaç Havzası'nın (Bingöl) Erozyon. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University, 32(2015–2), 116–116. https://doi.org/10.13002/jafag879
- https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/32/Erozyon-Kontrolu



Şekil 6. Eskişehir ili erozyon risk haritası