# ICONA EROZYON RİSK BELİRLENME YÖNTEMİNDE ZAMANSAL OLARAK NDVI ETKİSİNİN İNCELENMESİ

*Fazlı Engin TOMBUŞ[1], Mahmut YÜKSEL[2], Mustafa COŞAR[3], İbrahim Murat OZULU[4]*

[1]Öğretim Görevlisi, Hitit Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Harita ve Kadastro Bölümü, 19169, Çorum, fengintombus@hitit.edu.tr
[2]Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 34469, Dışkapı, 06110,Ankara, yuksel@agri.ankara.edu.tr
[3]Öğretim Görevlisi, Hitit Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Programcılığı Bölümü, 19169, Çorum, mcosar@hitit.edu.tr
[4]Öğretim Görevlisi, Hitit Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Harita ve Kadastro Bölümü, 19169, Çorum, imuratozulu@hitit.edu.tr

## ÖZET

*Erozyon, bir varlığın değeri yerine getirilemeyecek şekilde yok olması olarak tanımlanmaktadır. Toprak biliminde erozyon, yeryüzündeki ana materyalin çeşitli etkenlerle aşınıp taşınması olayıdır. Erozyon çeşitleri önem sırasına göre, su, rüzgar, çığ ve buzul olarak sıralanırsa, su erozyonu, diğer erozyon çeşitleri içerisinde en yaygın ve en etkili olanıdır. Bu nedenle toprak erozyonu denildiğinde ilk akla gelen su erozyonudur. 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.*

*Ülkemizde, denizlere veya göllere taşınarak ulaşan yıllık ortalama toprak miktarının 500 milyon ton olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle verimli tarım arazilerimizin iyi korunması, topraklarımızın yapısını olumsuz yönde etkileyen erozyonun kontrol altına alınması gerekmektedir. Erozyon koruma önlemlerinin alınabilmesi için erozyon etkisi altındaki alanların öncelikli olarak belirlenmesi gerekir. Bitki yoğunluk değerlendirmelerinde yoğun biçimde kullanılan NDVI (Normalleştirilmiş fark bitki örtüsü indeksi), Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi sistemleri (CBS) teknikleri ile belirlenebilmektedir.*

*Bu çalışmada Çorum ilinde seçilen uygulama alanında, son zamanlarda kullanım alanı gittikçe artan Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama tekniklerinden yararlanılarak ICONA erozyon risk belirlenme yönteminde zamansal olarak NDVI etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.*

**Anahtar Sözcükler:** Erozyon, ICONA, NDVI, Uzaktan Algılama

## ABSTRACT

## RESEARCHING THE EFFECTS OF TEMPORAL NDVI IN ICONA EROSION RISK DETERMINING METHOD

*Erosion is defined as destruction of an asset without renewal. For Soil Science, erosion is an event of Earth main materials' wear and transportation with various factors. Erosion varieties in order of importance, water, wind, avalanches and glacier is ranked and the water erosion is the most common and the most effective. For this reason, water erosions comes to mind firstly when soil erosion is mentioned. The main reason for the erosion is the disappearance of vegetation cover that protects the soil. Land slope, soil type, annual rainfall, climatic factors, vegetation, soil and vegetation in various interventions are components that determine the severity of erosion.*

*In our country, reaching an annual average soil moved to the amount of the seas or lakes are thought to be 500 million tons. For this reason, productive agricultural land must be protected and erosion which affect adversely of soil structures, must be controlled. Erosion protection measures to be taken should be identified as priority areas under the influence of erosion. Used extensively in the evaluation of plant density NDVI (normalized difference vegetation index), Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) techniques can be determined.*

*In this study, the selected application in the province of Çorum, recently an increasing usage of Geographic Information Systems and Remote Sensing Techniques to evaluate the effect of using temporal NDVI method ICONA determining erosion risk.*

**Keywords:** Erosion, ICONA, NDVI, Remote Sensing

# 1. GİRİŞ

Türkiye'nin her zaman gündeminde yer alan konuların başında gelen erozyon, diğer adıyla aşınım, yer kabuğunu oluşturan kayaçların, başta akarsular olmak üzere türlü dış etkenlerle yıpratılıp yerinden koparılarak eritilmesi veya bir yerden başka bir yere taşınması olayıdır. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde, verimli toprakların kaybedilmesi gibi ülkenin doğal kaynaklarına zarar veren doğal bir süreçtir. Bu nedenle verimli tarım arazilerimizin iyi korunması, topraklarımızın yapısını olumsuz yönde etkileyen erozyonun kontrol altına alınması gerekmektedir. Erozyon koruma önlemlerinin alınabilmesi için erozyon etkisi altındaki alanların öncelikli olarak belirlenmesi gerekir. Ülkemizde seçilmiş pilot bölgelerdeki uygulamalar dışında güncel erozyon haritaları bulunmamaktadır.

Bugüne kadar birçok ülke, erozyonla mücadele edebilmek için kendi coğrafik ve iklim özelliklerini göz önünde bulundurarak çeşitli yöntemler geliştirmiştir. Bu yöntemlerden en yaygın şekilde kullanılanlar arasında ICONA, USLE, CORINE vb. sayılabilmektedir. Geliştirilen Erozyon modellerinden bazıları erozyon risk sınıflandırmasını yaparken, bazıları güncel erozyon durumunu ortaya koymakta bazıları da olası toprak kayıplarını nicelik olarak belirlemektedir. Akdeniz'e kıyısı olan ülkeler için geliştirilmiş olan ICONA yöntemi ile erozyon risk sınıflandırması yapılabilmekte, erozyon risk değerlendirmesi niteliksel olarak ortaya konulmaktadır.

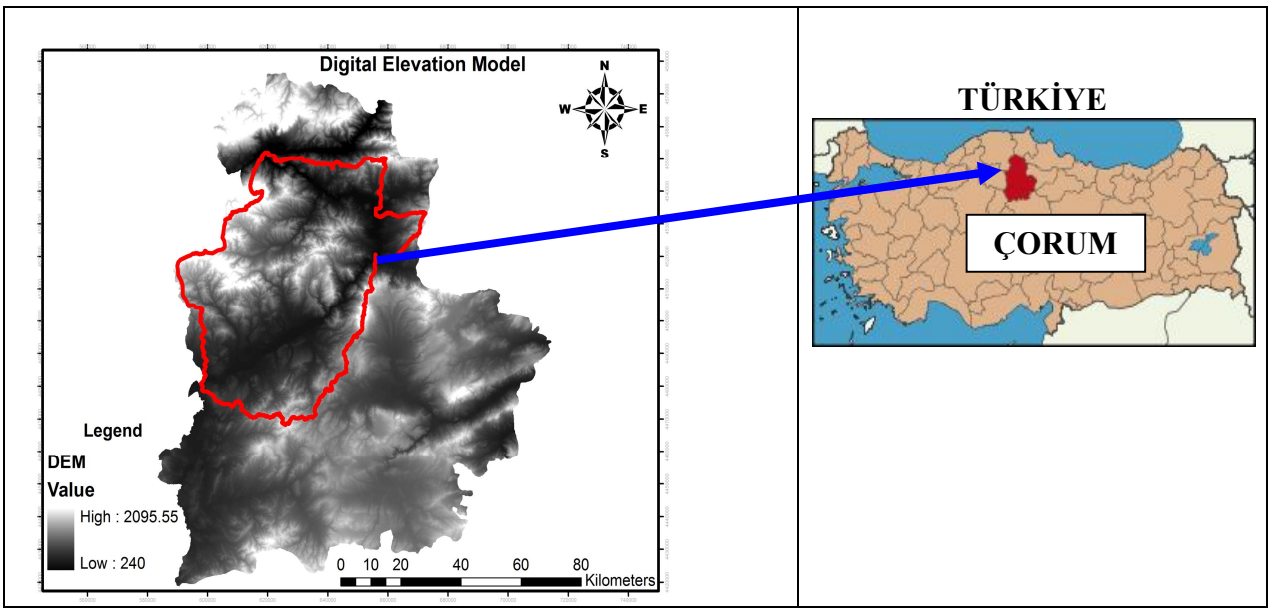
Bu çalışmada, ICONA erozyon değerlendirme yöntemi değişkenleri arasında yer alan bitki örtüsü yoğunluğu verisinin, zamansal olarak değişiminin erozyon durumuna etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla birbirine benzer dönemlere ait, 2000 tarihli Landsat7 ETM+, 2006 ve 2010 tarihli Landsat5 TM uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uygulamalarda çok çeşitli bitki indeksleri kullanılmasının yanında genellikle farklı zamanlı görüntüler için Normalize Edilmiş Bitki İndeksi (NDVI) tercih edilmektedir. Çalışmada 2000, 2006 ve 2010 yıllarına ait NDVI değerleri hesaplanmış ve sonuçlara etkisi incelenmiştir.

# 2. MATERYAL ve YÖNTEMLER

## 2.1. Çalışma Alanı

Çorum ili İç Anadolu bölgesinin kuzey kısmında yer almaktadır. İç Anadolu Bölgesi Karasal iklimi etkisi altındadır. Doğusunda Amasya, güneyinde Yozgat, batısında Çankırı, kuzeyde Sinop, kuzey batısında Kastamonu, kuzey doğusunda Samsun, güney batısında Kırıkkale illeri ile çevrilidir. 12,820 km$^2$ lik yüzölçümü ile kent, ülkenin toplam alanının yaklaşık % 1,6'sını oluşturmaktadır.

Çalışma alanı olarak, Çorum İli merkezinin kuzey batısında, yüksekliğin 356m. ile 2095 m. arasında değiştiği **Şekil 1**.'de gösterilen yaklaşık 4015 Ha.'lık alan seçilmiştir. Bu çalışmada "Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü" tarafından hazırlanan Çorum İli Arazi Varlığı ve Yeşilırmak Havzası toprak raporlarının içerdiği bilgiler ve sayısal haritalar kullanılmıştır. Raster ve vektör özellikteki sayısal bilgilerin değerlendirilmesinde ArcGIS yazılımından yararlanılmıştır.



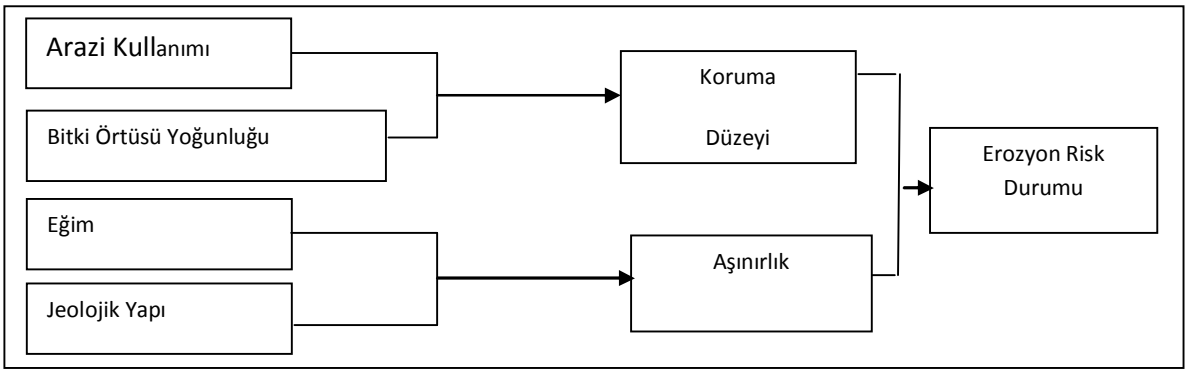
**Şekil 1.** Çalışma Alanı

## 2.2. ICONA Erozyon Risk Belirleme Yöntemi

ICONA (Institut National pour la Conservation de la Nature) yöntemi, İspanya Doğal Kaynakları Koruma Genel Müdürlüğü (DGONA) tarafından geliştirilmiş ve halen kullanılmakta olan erozyon risk belirleme yöntemidir. ICONA yöntemi geliştirildikten sonra, erozyon seviyesi değerlerinde ve üretilen haritalarda standardın yakalanması amacı ile UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı) standartları ile bütünleştirilmiştir (JORDAN vd, 2000).

ICONA yönteminde bir havza veya bölge için, arazi kullanımı, bitki örtüsü yoğunluğu, topografik (eğim) durum ve bölgenin jeolojik özellikleri değerlendirilerek, bölgenin erozyon risk durumu belirlenebilmektedir. Bölge özellikleri ile ilgili bu dört ana değişken kullanılarak; arazi kullanımı ve bitki örtüsü yoğunluğu bilgilerinden toprak koruma düzeyi, topografik yapı (eğim) ve jeolojik özelliklerinden de aşınırlık bilgilerini gösteren haritalar üretilebilmektedir. Yöntemin son bölümünde ise, elde edilen bu iki harita birlikte değerlendirilerek, **Şekil 2.**'deki akış şemasında gösterilen erozyon durumu elde edilmektedir.

ICONA yönteminde değişkenler arasındaki ilişkiler ve değerlendirmeler, karar matrisleri yardımıyla yapılmaktadır



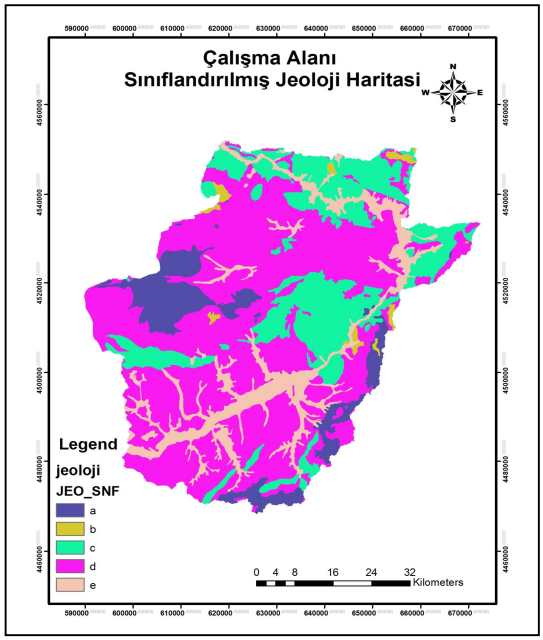

**Şekil 2.** ICONA Yöntemi Akış Şeması

### 2.2.1. Jeolojik Yapı (Litopedoloji)

Toprağı meydana getiren ana taş veya ana malzemelerin farklı jeolojik oluşum özelliklerine sahip oldukları bilinmektedir. Buna bağlı olarak da aşınma ve taşınmaya karşı farklı direnç veya eğilim göstermektedirler [6]. ICONA yönteminde kullanılan jeolojik durumla ilgili bilgilerde, bünye durumu vb. bilgilere değinilmeden sadece çalışma bölgesinin jeolojik yapısının sınıflandırılması yoluna gidilmektedir. Bu sınıflandırma aşağıda **Çizelge 1.**'de verilmiştir. Çalışma bölgesinin ICONA yöntemine göre jeolojik sınıflandırması yapılmış ve **Şekil 3.**'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.** Jeolojik Yapı Sınıflandırması

| Kod | Jeolojik Sınıflandırma |
|---|---|
| a | Çok sert kayalar |
| b | İyi kaynaşmış, kalker kayalar |
| c | Kompakt silisli kayalar |
| d | Gevşek yapıda, az dayanıklı kayalar ve yumuşak formasyonlar |
| e | Killer, siltler, kumlar ve dördüncü zamana ait yığılmalar (depositler) |



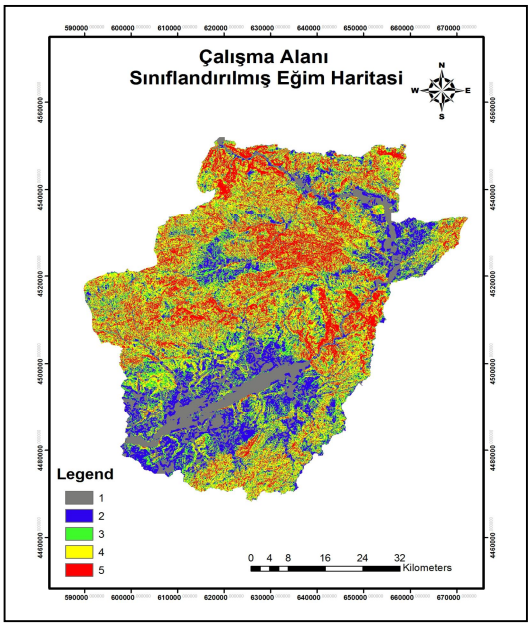

**Şekil 3.** Jeoloji Haritası

### 2.2.2. Topografya (Eğim)

ICONA yönteminde kullanılan topografya (eğim) bilgileri, aşınabilirlik derecesinin belirlenmesinde, jeolojik durumla ilgili bilgilerle birlikte değerlendirilmektedir. ICONA yöntemindeki eğim sınıfları ve özellikleri aşağıda **Çizelge 2.**'de verilmiştir. Çalışma bölgesinin ICONA yöntemine göre eğim sınıflandırması yapılmış ve **Şekil 4.**'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.** Eğim Sınıflandırması

| Kod | Eğim Sınıflandırması |
|---|---|
| 1 | Düz-Çok az eğim(%0-%3) |
| 2 | Orta eğim(%3-%12) |
| 3 | Dik eğim(%12-%20) |
| 4 | Çok dik eğim (%20-%35) |
| 5 | Sarp ( > %35) |



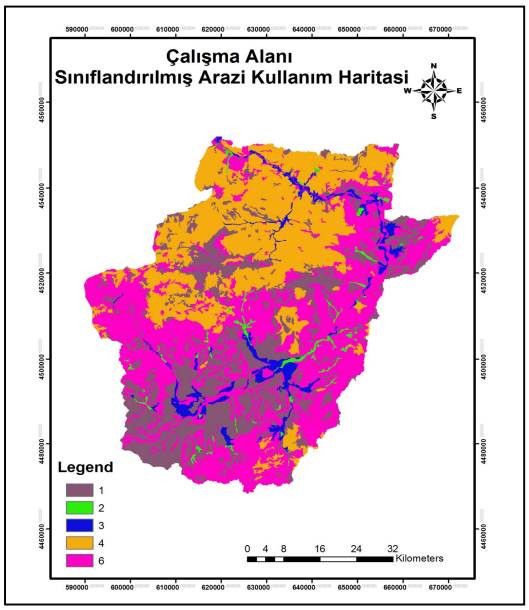

**Şekil 4.** Eğim Haritası

### 2.2.3. Arazi Kullanımı

Arazi kullanım değişkenine ait bilgiler ICONA yönteminde, toprak koruma düzeyinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. ICONA yöntemine göre arazi kullanım sınıfları altı gruba ayrılmış ve **Çizelge 3.**'de verilmiştir. Bunlar aşağıda sıralanmıştır. Çalışma bölgesinin ICONA yöntemine göre arazi kullanım ı sınıflandırması yapılmış ve Şekil **5.**'de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.** Arazi Kullanım Sınıflandırması

| Kod | Arazi Kullanım Sınıflandırması |
|---|---|
| 1 | Kuru Tarım Alanları |
| 2 | Meyvalık Alanlar |
| 3 | Sulu Tarım Alanları |
| 4 | Orman Alanları |
| 5 | Makilik Alanlar |
| 6 | Mera, Seyrek Çalılık ve Diğer Alanlar |




**Şekil 5.** Arazi Kullanım Haritası

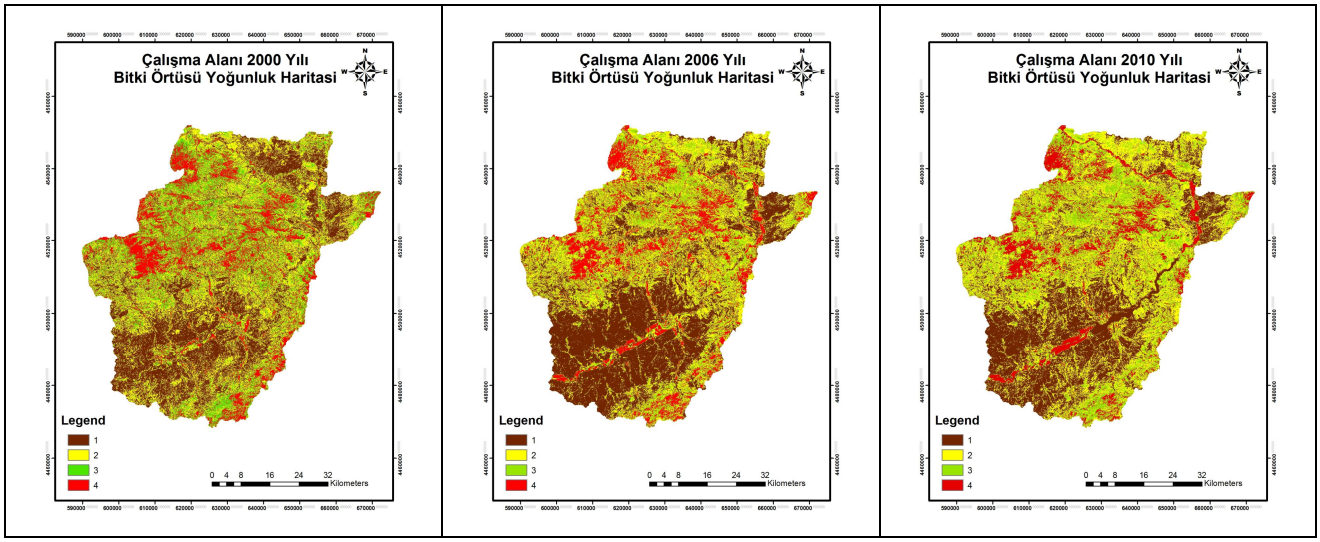
### 2.2.4. Bitki Örtüsü Yoğunluğu

ICONA yönteminde, bitki örtüsü yoğunluğu değişkeninin oluşturulması, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) normalleştirilmiş bitki farklılık indeksi yardımı ile yapılmaktadır. Bitki örtüsünün spektral davranışı, yakın kızılötesi ve kırmızı bantlarla ilişki içindedir. Kırmızı banttaki yansıyan ışık (R) bitkideki klorofil tarafından yutulurken, yakın kızılötesi ışık (NIR) mezofil tarafından güçlü bir şekilde yansıtılır. Böylece oran (NIR/R) sağlıklı bitkiler için yüksek olurken, sağlıklı ve sağlıksız bitki örtüsü ayrımı kolaylıkla yapılır. Bu nedenle özellikle ormancılık, ziraat ve jeoloji araştırma uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (ÇETİN vd., 2003).

Bitki örtüsü yoğunluğu ICONA yönteminde, aşağıdaki **Çizelge 4**.'deki şekilde dört gruba ayrılmıştır. 2000 tarihli Landsat7 ETM+, 2006 ve 2010 tarihli Landsat5 TM uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulmuş bitki örtüsü yoğunluk (NDVI) haritaları **Şekil 6.**'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.** Bitki Örtüsü Yoğunluğu Sınıflandırması

| Kod | Kod Tanımı | Değer |
|---|---|---|
| 1 | Az Yoğun | %0 - %25 |
| 2 | Orta Yoğun | %25 - %50 |
| 3 | Yoğun | %50 - %75 |
| 4 | Çok Yoğun | %75 - %100 |




**Şekil 6.** 2000, 2006 ve 2010 Yıllarına Ait Yeniden Sınıflandırılmış Bitki Örtüsü Yoğunluk (NDVI) Haritaları

### 2.2.5. Toprak Koruma Düzeyi

Toprağın erozyona karşı korunma düzeyine, bitki örtüsü yoğunluğu ve arazi kullanımı durumu etkili olması nedeni ile koruma düzeyi aşağıda **Çizelge 5**.'de verilen karar matrisi ile belirlenebilmektedir.

**Çizelge 5.** Toprak Koruma Düzeyi Karar Matrisi

| | Toprak Koruma Düzeyleri | | | |
|---|---|---|---|---|
| Arazi Kullanımı | Bitki Örtüsü Yoğunlukları | | | |
| | 1 (%0 - %25) | 2 (%25 - %50) | 3 (%50 - %75) | 4 (%75 - %100) |
| 1 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 2 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| 3 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| 4 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 5 | 5 | 4 | 3 | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |

### 2.2.6. Aşınabilirlik

Aşınabilirlik değişkeni, eğim değişkeni ile jeolojik yapı değişkenleri bilgilerinin birlikte analiz edilmesiyle bulunabilmekte ve iki değişken arasındaki çözümleme **Çizelge 6**.'da verilen karar matrisi yardımıyla yapılmaktadır.

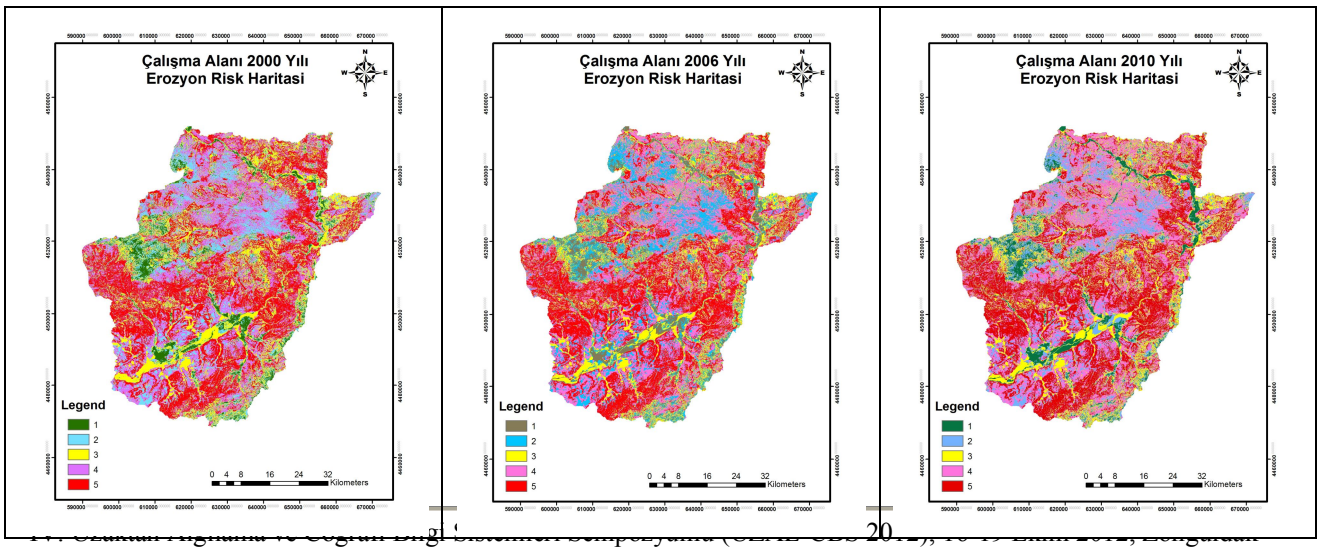
**Çizelge 6.** Aşınırlık Karar Matrisi

| | **Aşınırlık Durumu** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Jeolojik Sınıflandırma** | | | | |
| **Eğim Sınıflandırması** | **a** | **b** | **c** | **d** | **e** |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |

ICONA yönteminin sonuç bölümünde, toprak koruma düzeyi değişkeni ile aşınırlık değişkeni bilgileri, aşağıdaki **Çizelge 7.**'de erozyon durum karar matrisi yardımıyla birlikte değerlendirilip erozyon durumu elde edilmektedir. 2000 tarihli Landsat7 ETM+, 2006 ve 2010 tarihli Landsat5 TM uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulmuş erozyon risk haritaları **Şekil 7.**'de gösterilmiştir.

**Çizelge 7.** Erozyon Risk Durumu Karar Matrisi

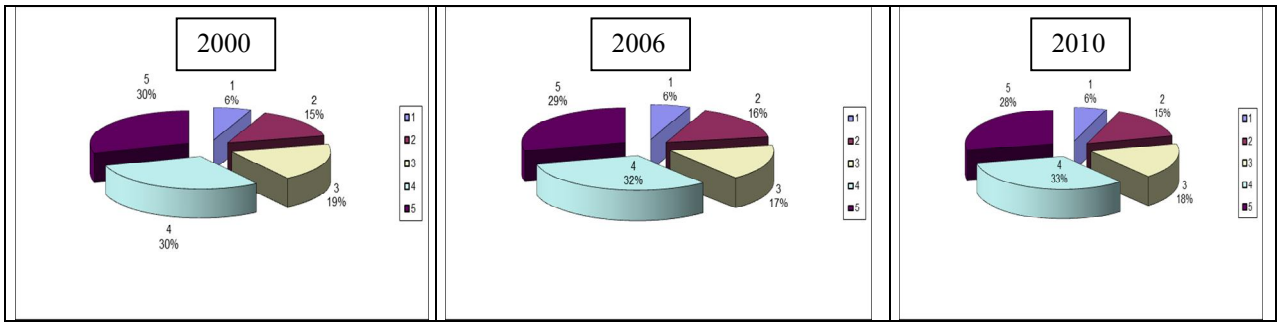
| | | **Erozyon Durumu** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Toprak Koruma Düzeyi** | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **Aşınırlık** | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| | 4 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 |
| | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 |



**Şekil 7.** 2000, 2006 ve 2010 Yıllarına Ait Yeniden Sınıflandırılmış Erozyon Risk Haritaları

## 3. SONUÇ

Çalışma sonrası farklı yıllara ait uydu görüntülere ait NDVI değerleri kullanılarak elde edilmiş erozyon risk dağılımları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.




**Şekil 7.** 2000, 2006 ve 2010 Yıllarına Ait Alansal Erozyon Risk Dağılımları

Erozyon değerlendirme çalışmalarında kullanılan toprak haritalarının ayrıntılı şekilde tamamlanması ve sürekli güncellenmesinin, erozyon araştırmalarının sonuçlarının doğruluğunu artıracağı düşünülmektedir. Ülkemizde toprak konusunda çalışan devlet kurumlarının oluşturacakları toprak bilgi bankası ile erozyonla mücadelede daha etkin çözümler üretilebilecektir.

Erozyon değerine etkili bitki örtüsü yapısının belirlenmesinde kullanılan uydu görüntülerinin, yüksek çözünürlükte seçilmesinin de değerlendirme sonuçlarını olumlu yönde etkileyeceği bir gerçektir. Bu çalışma ile büyük alanlara ait arazi bilgilerinin elde edilmesinde Uzaktan Algılama yönteminin, elde edilen bilgilerin analizinde ise, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin etkin kullanımının önemi görülmüştür.

## KAYNAKLAR

**JORDAN, A., MARTINEZ-ZAVALA, L. ve BELLINFANTE, N.,** *Assessment of the erosion risk in humid Mediterranean Areas* Workshop on Technologies for and Management of Erosion and Desertification Control in the Mediterranean Region, Priority Actions Programme, UNEP, Malta, 1-13 (2000).

**BAYRAMİN, I., DENGİZ, O., BASKAN, O. ve PARLAK, M.,** *Soil erosion risk assessment with ICONA model ; Case study : Beypazarı Area,* Turkish Journal of Agriculture and Forest, 27, 105-116 (2003).

**ÇETİN, M., BAZ, İ., KAVZOĞLU, T. ve GEYMEN, A.,** *Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri ile Açık Maden Ocaklarındaki Yeryüzü Değişiminin İncelenmesi*, 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara (2003)