



**BURSA İLİNİN ARAZİ BOZULUMU VE ZAMANSAL
DEĞİŞİMİNİN CORINE EROZYON MODELİ
KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

Büşra ÖZCAN



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURSA İLİNİN ARAZİ BOZULUMU VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN CORINE
EROZYON MODELİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

Büşra ÖZCAN
0000-0003-0662-3199

Prof. Dr. Ertuğrul AKSOY
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

BURSA – 2021
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BURSA İLİNİN ARAZİ BOZULUMU VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN CORINE EROZYON MODELİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Büşra ÖZCAN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ertuğrul AKSOY

Arazilerin amaç dışı kullanımı, sanayileşme, hızlı artan nüfus, toprak erozyonu, kirlilik gibi birçok etmen ülkemizde ve dünyada doğal kaynaklarımızı tehdit eden unsurların başında yer almaktadır. Bu tehditlerin olumsuz etkilerinin önlenmesi veya azaltılması öncelikle doğal kaynaklarımızın nitelik ve niceliklerinin belirlenmesine, devamlı gözlenmesine bağlıdır. Son yıllarda uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri, bilgisayar, görüntüleme ve yazılım teknolojilerindeki gelişmelerin de katkısıyla doğal kaynaklara ait veri üretiminde ve doğal kaynakların gözlemlenmesinde doğru, hızlı, ekonomik ve yaygın olarak kullanılan araçlar haline gelmiştir. Bu çalışmada, Bursa ili arazilerindeki erozyon riskinin CORINE arazi örtüsü verileri (1990-2018) kullanılarak değerlendirilmesi, riskli alanların CBS ortamında belirlenmesi, haritalandırılması ve bu alanlar özelinde alınması gereken önlemlerin sunulması amaçlanmıştır. Ek olarak, 1990-2018 yılları arasında meydana gelen arazi kullanım/örtüsü değişimlerinin Bursa İlının doğal kaynakları ile erozyon riskinin yüksek olduğu alanlara olan olumsuz etkileri de belirlenmiş ve sonuçlar tartışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Bursa İli arazilerinin %78'i (837080.4 ha) toprak, topoğrafya ve iklim koşulları nedeniyle orta ve yüksek potansiyel erozyon riskine sahiptir. Diğer yandan, arazilerin %15,2'si (163320 ha) düşük potansiyel erozyon riskine sahiptir. 1990 ve 2018 yılları için oluşturulan gerçek erozyon risk haritalarında potansiyel erozyon risk sınıfları ve bitki örtüsü incelendiğinde, çalışılan zaman içinde düşük erozyon risk sınıfında %2,5 ve orta erozyon risk sınıfında %7,9'luk azalma olduğu, ormanların ve yarı doğal bitki örtüsü alanlarının bozulması nedeniyle yüksek erozyon risk sınıfında ise %10,4'lük bir artış gerçekleştiği tespit edilmiştir. İncelenen yıllar boyunca (1990-2018) yapay alanlarda 23.547 ha artış, tarım arazilerinde 9.027 ha, orman ve yarı doğal alanlarda 16.124 ha ciddi bir azalma olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arazi kullanım/örtüsü, CORINE, CBS, erozyon riski.

2021, xii + 50 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINING THE LAND DEGRADATION AND TEMPORAL CHANGES OF BURSA BY USING THE CORINE EROSION MODEL

Büşra ÖZCAN

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Ertuğrul AKSOY

Many factors such as misuse of lands, industrialization, rapidly population growth, soil erosion, pollution are among the factors that threaten our natural resources in our country and in the world. Preventing or reducing the negative effects of these threats primarily depends on determining and observing the quality and quantity of our natural resources. In recent years, remote sensing and geographic information systems have become accurate, fast, economical and widely used tools in data production and observation of natural resources with the contribution of developments in computer, imaging and software technologies. In this study, it is aimed to evaluate the erosion risk in Bursa province lands by using CORINE land cover data (1990-2018), to identify and map the risky areas in a GIS environment, and to present the precautions to be taken. In addition, the negative effects of land use/cover changes that occurred between 1990-2018 on the natural resources of Bursa Province and to areas with high erosion risk were also determined and the results were discussed. According to the results, 78% of Bursa Province lands (837080.4 ha) has medium and high potential erosion risk due to soil, topography and climatic conditions. On the other hand, 15.2% (163320 ha) of the lands has low potential erosion risk. When the potential erosion risk classes and vegetation cover are examined on the actual erosion risk maps created for 1990 and 2018, there was a decrease of 2.5% in the low erosion risk class and 7.9% in the medium erosion risk class, and an increase of 10.4% in the high erosion risk class due to degradation of forests and semi-natural vegetation areas. Through the studied years (1990-2018), it was determined that there was an increase of 23.547 ha in artificial areas, and a significant decrease of 9.027 ha in agricultural lands, and 16.124 ha in forest and semi-natural areas.

Key words: Land use/cover, CORINE, GIS, erosion risk.

2021, xii + 50 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin başlangıcından itibaren uzaktan algılama ve CBS konularına ilgi duymamı ve araştırma yapmamı sağlayan, yüksek lisans tezimin her aşamasında desteklerini gördüğüm değerli danışmanım Prof.Dr. Ertuğrul AKSOY ile değerli hocam Doç.Dr. Gökhan ÖZSOY'a, yüksek lisans tez konumun temel verisi olan CORINE arazi örtüsü verilerinin üretilmesine katkı koyan şartsız ve koşulsuz paylaşımı açan Avrupa birliği çevre ajansına, tarım ve orman bakanlığı mühendislerine, lisans eğitimimden bugüne çalışmalarımın her aşamasında beni destekleyen, sabır gösteren, hayatımı kolaylaştıran sevgili aileme en içten duygularımla teşekkürlerimi sunarım.

Büşra ÖZCAN
24/09/2021

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. CORINE Projesi, CBS ve Arazi Yönetimi.....	4
2.1.1. CORINE projesi.....	5
2.1.2. Coğrafi bilgi sistemleri ve arazi kullanımı.....	9
2.2. CORINE Sisteminin Türkiye’de Kullanımı.....	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.2. Yöntem.....	23
4. BULGULAR.....	25
4.1. Bursa İlinde Arazi Örtü ve Kullanımındaki Değişimin Analizi.....	25
4.2. Bursa İli Sayısal Toprak Haritası ve Veri Tabanı.....	27
4.2.1. Bursa ili büyük toprak grubu (BTG) haritası ve yorumlama analizleri...	27
4.2.2. Bursa ili arazilerinin topoğrafik özellikleri.....	30
4.3. Bursa İlinde Zamana Bağlı Arazi Örtü Değişiminin (Bozulum) CORINE Erozyon Modeli ile Analizi.....	31
4.4. CORINE Genel Arazi Örtüsündeki Çok Yıllık Değişimin Arazi Yetenek Sınıfları Bağlamında Analizi.....	41
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	44
KAYNAKLAR.....	47
ÖZGEÇMİŞ.....	52

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
AA	Avrupa evre Ajansı
AKK	Arazi Kullanım Kabiliyet (Yetenek) Sınıfı
ArcGIS	CBS Yazılımı Paketi, ESRI Şirketi, ABD
BGI	Bagnouls-Gaussen kuraklık indeksi
BTG	Büyük Toprak Grubu
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi (İngilizce GIS: Geographic Information Systems)
CLC	CORINE Arazi Örtüsü
CORINE	evresel Bilgilerin Koordinasyonu Projesi
DEM	Sayısal Yükseklik Modeli
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
EUROSTAT	Avrupa Birliği İstatistik Ofisi
FI	Fournier İndeksi yağış verisi
GMES	evre ve Güvenlik için Küresel İzleme Programı (Global Monitoring for the Environment and Security)
GSH	Gayri Safi Hasıla
HTG	Hidrolik Toprak Grupları (Hydraulic Soil Group; HSG)
IPPC	Hükümetler Arası İklim Değışikliği Paneli
KHGM	Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara
LCC	Arazi Örtüsü Değışim
NLCP2000	Ulusal Arazi Örtüsü Projesi 2000
SEGE	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi
TIN	Ügenlenmiş Düzensiz Ağ
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UA	Uzaktan Algılama (İngilizce RS: Remote Sensing)
Y	Yerleşim Alanları

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. CORINE 2014'e göre projenin dahil olduğu ülkeler (Stoimenov ve ark., 2014).....	8
Şekil 2.2. Türkiye'nin CORINE arazi örtüsü haritası.....	16
Şekil 3.1. Bursa ili ve yakın çevresi coğrafik konumu	19
Şekil 3.2. Bursa ili büyük toprak grupları haritası (1995).....	21
Şekil 3.3. Bursa ili sayısal yükseklik modeli.....	21
Şekil 3.4. Bursa ili CORINE LC verisi (1990-2018).....	22
Şekil 3.5. Bursa ili ve yakın çevresi meteoroloji istasyonları.....	22
Şekil 3.6. CORINE erozyon modeli işlem akış diyagramı (Anonim, 1992).....	24
Şekil 4.1. Bursa ili arazi yetenek sınıfları haritası.....	29
Şekil 4.2. Bursa ili arazilerinin CORINE erozyon modeline göre eğim sınıfları.....	31
Şekil 4.3. Bursa ili arazilerinin aşınabilirlik indeks haritası.....	34
Şekil 4.4. Aşındırıcı kuvvetin hesaplanmasında kullanılan meteoroloji istasyonlarının konumu, FI ve BGI yüzey haritaları.....	36
Şekil 4.5. Bursa ili arazilerinin aşındırıcı kuvvet indeks sınıfları haritası.....	37
Şekil 4.6. Bursa ili arazilerinin potansiyel erozyon riski haritası.....	38
Şekil 4.7. Bursa ili arazilerinin gerçek erozyon riski haritaları (1990-2018).....	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. IPCC üyesi ülkelerde arazi örtüsü izlenme ve değerlendirme sınıfları.....	8
Çizelge 2.2. CORINE arazi örtüsü sınıfları.....	14
Çizelge 2.3. Türkiye ek sınıflandırması.....	15
Çizelge 2.4. Türkiye’de CORINE verililerinin kullanıldığı makalelerin alan, konu ve yöntem durumlarına göre dağılışı.....	17
Çizelge 4.1. Bursa ilinin 1990-2018 yılları CORINE LC verileri.....	26
Çizelge 4.2. Bursa ili 1990-2018 yılları CORINE genel LC sınıfları dağılımı.....	27
Çizelge 4.3. Bursa ili büyük toprak gruplarının (BTG) alansal ve oransal dağılımı.....	28
Çizelge 4.4. Bursa ili arazi yetenek sınıfları (AKK) alansal ve oransal dağılımı.....	29
Çizelge 4.5. Büyük toprak grupları ve toprak özelliklerinin kombinasyonuna göre hidrolojik toprak grupları, hidrolik toprak grupları ve tekstür sınıfları.....	33
Çizelge 4.6. Meteoroloji istasyonlara ait FI ve BGI değerleri ve CORINE sınıfları.....	35
Çizelge 4.7. Bursa ili arazilerinin potansiyel erozyon riski sınıflarının alansal ve oransal dağılımı.....	38
Çizelge 4.8. Potansiyel erozyon risk ve arazi örtüsü birleştirme matrisi.....	39
Çizelge 4.9. Bursa ili arazilerinde gerçek erozyon riskinin alansal ve oransal dağılımı (1990-2018).....	41
Çizelge 4.10. CORINE genel arazi örtüsündeki çok yıllık değişimlerin arazi yetenek sınıfları bağlamında analizi.....	43

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun sürekli ve hızlı artışı sonucu nüfusun beslenmesinde önemli bir yeri olan tarım arazilerinin amacı dışında, hatalı ve bilinçsiz kullanımları ciddi problemleri de beraberinde getirmektedir. Sanayileşme, orman ve mera alanlarının açılması, kentleşme gibi etmenler amaç dışı kullanıma örnek verilebilecek başlıca değişimler arasında yer almaktadır. Bu değişimler sadece son yıllarda değil insanlığın ilk çağından beri devam etmekte olup endüstri devrimi ile doğal kaynaklar üzerindeki baskı giderek artmıştır. Doğal kaynakları tehdit eden en önemli unsurlar arasında; iklim değişikliği, sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve şehirleşme, kırsaldan kente göç, orman yangınları gibi etmenler bulunmaktadır. Küresel iklim değişikliğinde doğal etmenler önemli paya sahip olmakla birlikte son yıllarda özellikle insan kaynaklı faaliyetler ve küresel ısınmanın iklim değişikliği üzerine çok daha fazla pay sahibi olduğu kabul edilmektedir.

Kentlerdeki plansız büyüme ve nüfus artışı sonucu amacı dışında kullanılan arazilerin artmasına neden olmaktadır. Eldeki bulgular, dünya genelinde tüm arazilerin % 25'inin yüksek oranda bozulmaya uğradığını, % 36'sının hafif ve orta derece bozulmaya uğradığını, % 10'unun istikrarlı durumda ilerlediğini, % 10'unun da iyi yönde geliştiğini göstermektedir. Küresel bitki örtüsü verimliliğinin devamlı olarak bozulduğu belirtmekle birlikte, "arazilerin genel sağlığı ve verimliliği azalırken arazi kaynaklarına olan talep artmaktadır" ifadesi günümüzde karşılaşılan sorunun en önemli nedenini teşkil etmektedir (Bai ve ark., 2008; Keesstra ve ark., 2016; Montanarella ve ark., 2016).

Yeryüzünü tanımlamak için kullanılan en önemli öğelerden bir tanesi arazi örtüsüdür. Arazi örtüsü ve arazi kullanımı terimleri genellikle birlikte kullanılmakta olup yer yer de karıştırılarak birbirinin yerine kullanılabilir. Meyer ve Turner (1992), arazi örtüsünü; yeryüzünün biyolojik ve fiziksel örtüsü (tarım, orman ve sulak alan, vb.) olarak tanımlarken, arazi kullanımı ise bölgenin işlevsel kullanımına veya sosyo-ekonomik amacına göre (sanayi, ticaret, dinlenme, vb.) karakterize edilmesi olarak tanımlamıştır. Küresel değişimi, doğal sistemler üzerindeki hem insan hem de insan etkileşimlerinin rolünü daha iyi anlamada önemli bir faktör olan arazi kullanımı ve

arazi örtüsü değişikliği aracılığıyla sağlanmaktadır. Hem bu tanımlama, hem de arazinin mal ve çevresel hizmetlerin sağlanmasındaki rolü nedeniyle arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliğine verilen önem hızla artmaktadır. Küresel iklim değişimi, uzaktan algılama ve gözlemleri içeren bütünleştirici analizler (Lawrence ve Chase, 2010; Kvalevåg ve ark., 2009), ile istatistiksel tartışmalar, hava durumu ve/veya iklimsel, biyofiziksel ve hidrolojik süreçlere dayalı arazi kullanımı/arazi örtüsü değişikliğinin bölgesel etkilerini değerlendiren gözlemler konusunda çalışmalar da son yıllarda yoğunlaşmıştır (Sertel ve ark., 2009; Costa ve Pires, 2009; Mishra ve ark., 2010; Takahashi ve ark., 2010; Xiou ve ark., 2009). Arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişimi hakkında bilgi sahibi olmak, doğal kaynakların yönetimi, çevresel değişimler ve sonuçlarının izlenmesi açısından da gereklidir.

Dünyada artık birçok ülke arazi örtüsü/kullanımı haritalarını uluslararası standartlarda ve belirli zaman aralıklarında hazırlamaktadır. Güvenilirlik, kullanılabilirlik, güncelleme ve bütünleşme açısından sürdürülebilirliği destekleyici nitelikler ile bu haritalar meydana getirilirken beklentilere cevap verecek arazi örtüsü/kullanımı sınıflarının kullanılması, geometrik doğruluk, ölçek ve zaman kriterlerinin göz önünde bulundurulması önemlidir (Mermut ve ark., 1989; Congalton ve ark., 2014).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Uzaktan Algılama (UA) ve uydu teknolojilerinin entegre kullanımı birçok farklı disiplinde geniş uygulama alanları ve günümüzde birçok ulusal ve uluslararası arazi izleme ve değerlendirme faaliyetlerinde kullanılmaktadır (Romijn ve ark., 2015; Martino ve Fritz, 2008). Yeryüzünü uzaydan gözlemlene yoluyla; çevresel ve doğal kaynakların yönetimi, deniz ve kıyı kirliliği çalışmaları, hava durumu tahminleri, küresel ve bölgesel arazi örtü/kullanımı değişimlerinin belirlenmesi ve iklim modellemesi gibi birçok uygulama gerçekleştirilebilmektedir (Ostir ve ark., 2002; Schweiger ve ark., 2005; Örmeci ve Ekercin, 2007).

Arazi yetenek sınıflamasına göre; mutlak tarım alanı olarak kullanılması gereken araziler, günümüzde tarım dışı amaçlarla her geçen gün daha fazla kullanılmaktadır. Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde kullanılmak üzere, kurumsal bir yapı kazanacak biçimde önce 10 yılda, son olarak 6 yılda bir güncellenen arazi örtüsü belirleme ve

sınıflandırma projesi olan CORINE (Coordination of Information on The Environment) sistemi Avrupa Birliği'nce 1985 yılında başlatılmıştır. Bu projeye göre, Avrupa Birliği üyesi ülkeler ile Türkiye'nin de içinde bulunduğu 39 ülkenin arazi örtüsü nitelikleri, uydu görüntüleri ve diğer yardımcı veri kaynaklarından yararlanarak belirlenmektedir. Bu yönteminin kullanılmasındaki amaç, AB'ye üye ülkelerde arazi kullanımı ile ilgili olarak yapılan çalışmalara ait standart bir veri tabanı oluşturmaktır. İlgili bilgiler, bilgisayar teknolojileri yardımıyla işlenerek, sınıflandırılmakta, depolanarak harita ve grafik gibi çeşitli yollarla kullanıma sunulmaktadır. Sistemin amacı; veriler sonucunda hızlı karar alarak, çevreye duyarlı ve sürdürülebilir arazi planlaması oluşturmaktır.

Son yıllarda arazilerin amaç dışı kullanımı, sanayileşme, hızlı nüfus artışı, toprak erozyonu, kirlilik gibi birçok etmen ülkemizde ve dünya da doğal kaynaklarımızı, topraklarımızı tehdit eden unsurların başında yer almaktadır. Söz konusu tehditlerin olumsuz etkilerinin önlenmesi veya azaltılması öncelikle doğal kaynaklarımızın, topraklarımızın nitelik ve niceliklerinin belirlenmesine, gözlenmesine bağlıdır. Son yıllarda uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri, bilgisayar, görüntüleme araçları ve yazılım teknolojilerindeki gelişmelerin de katkısıyla bu alanda doğru, hızlı, ekonomik ve yaygın olarak kullanılan araçlar haline gelmiştir.

Bu çalışmada, CORINE arazi örtüsü verileri (1990-2018) ile erozyon modeli coğrafi bilgi sistemleri ortamında kullanılarak Bursa ili arazilerinde erozyon riskinin değerlendirilmesi, riskli alanların saptanması ve haritalanması ile bu alanlarda alınması gereken önlemlerin sunulması amaçlanmıştır. Ayrıca, 1990-2018 yılları arasında geçen 28 yıllık süreçte meydana gelen arazi örtüsü değişimlerinin ve bozulmaların Bursa İlinin doğal kaynakları ile gerçek erozyon riski üzerine olan olumsuz etkilerin belirlenmesi ve tartışılması tezin bir diğer amacını oluşturmaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. CORINE Projesi, CBS ve Arazi Yönetimi

İnsanlar yaşamlarını sürdürebilmek için ihtiyacı olan temel besin kaynaklarını doğrudan ya da dolaylı olarak tarım arazilerinden karşılamaktadır. Her geçen gün artan insan nüfusu ise tarım arazilerinin sürdürülebilir olarak kullanımını zorunlu kılmaktadır. Toprakların tarımsal önemlerine göre sınıflandırılması ve buna göre yönetilmesi sürdürülebilir arazi kullanımı için çok önemlidir. Sürdürülebilir arazi yönetimi insan faaliyetlerini temel alır ve bu faaliyetlerin devamının sürekliliğini ifade eder. Ekonomik faaliyetler, yoğun tarımdan doğal alanların korunmasına kadar değişen faaliyetleri kapsamaktadır.

Doğal kaynakların etkin bir şekilde yönetilebilmesi için üç temel unsurun bulunması zorunludur. Doğal varlıklara ait bilgi (veri), onların nasıl kullanılacağına dair açık ve güçlü politikalar (yasalar, koruma kararları, idari yaptırımlar, vb.) ve araziye bağımlı olarak (yerel halk dahil) kullanan veya çıkarı olan herkes (Skidmore ve ark., 1997). Sürdürülebilirliğin herhangi bir tanımında anahtar unsur değişimdir. Fresco ve Kroonenberg (1992), sürdürülebilirliği girdi ve çıktı arasındaki dinamik denge olarak tanımlamaktadır. Sürdürülebilirliğin, daha genel tanımı ise topluma görünür bir faydası olsun veya olmasın biyosferin tüm bileşenlerinin kalıcılığını içerdiği ve özellikle doğal ekosistemlerin korunmasıyla ilgili olduğu şeklindedir. Ayrıca, sürdürülebilir arazi yönetimi, sosyo-ekonomik bir önyargıyla, insanların refah seviyesini (özellikle en alt seviyedeki yoksul halk) artırırken, çevresel zararın en aza indirilmesini vurgular (Barbier, 1987).

Toprak veri tabanları kullanılarak, sürdürülebilir arazi kullanım planlarının hazırlanması, doğru sulama proje alanlarının seçimi, yöre koşullarına uygun ekonomik önem arz eden bitki deseni ve tarım sistemlerinin saptanması, uygun arazi yönetim biçimlerinin belirlenmesi zorunlu görülmektedir (Dinç ve ark., 2001).

Uydulardan elde edilen sayısal görüntüler ve CBS, geçmiş ve güncel arazi örtü/kullanım türlerinin saptanmasında, doğal varlıkların izlenmesinde, değişimlerin zamansal olarak belirlenmesinde ve yönetilmesinde yeni fırsatlar ve araştırma olanakları sunmaktadır. Bu nedenle UA ve CBS, konuma dayalı veriler üreten ve kullanan çalışma konularında olduğu gibi özellikle doğal kaynakların yönetiminde, plansız (kaçak) gelişen alanların saptanmasında, şehir gelişme yönünün saptanmasında ve sürdürülebilir bir planlamanın yapılmasında karar vericiler için yaygın olarak kullanılan, hızlı, güvenilir, ekonomik bir sistem halini almıştır.

2.1.1. CORINE projesi

CORINE (Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu Projesi) Avrupa Birliği GMES (Global Monitoring for the Environment and Security) Çevre ve Güvenlik için Küresel İzleme Programı kapsamındaki arazi yönetimi projelerinden biridir. Temel dayanak noktası bilinçli kullanım olarak belirlenmiştir. AÇA'nın konuyla ilgili açtığı başlıklar incelendiğinde, yeryüzündeki hava, su, toprak, canlı ortamlarının sürdürülebilir ve refah içinde nasıl yönetileceği temel problem olarak görülür ("European Environment Agency", 2018). Avrupa Birliği, üye ülkelerin birçok açıdan birbiri ile bütünleşmesini hedeflerken, ülkeler arasında ekonomik, toplumsal ve idari konuların karmaşaya yer vermeden yürütülmesi için standartlar geliştirmiştir.

Proje, Avrupa Birliği Komisyonu tarafından 1985 yılında başlatılmış olup 1990 yılına kadar komisyon tarafından yürütülmüştür. Bu süre zarfında bir çevre bilgi sistemi oluşturularak, sistemin terminolojisi ve metodolojisi geliştirilerek sistem Avrupa Birliği düzeyinde kabul edilmiştir. 1991 yılında yapılan Dobris Konferansında bu programın Avrupa Birliği Yardım Programı çerçevesinde Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinde uygulanması Avrupa Çevre Bakanları tarafından istenmiş ve bu yardım desteği ile 13 ülkede CORINE veri tabanı tamamlanmıştır. Avrupa Çevre Ajansına üye ülkelerdeki CORINE veri seti 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarını kapsamaktadır. Buradaki temel düşünce ise ortak değerlendirme ölçütleri bağlamında tüm Avrupa kara parçasına ait standart bir veri tabanı oluşturulmasıdır. İlgili bilgiler, bilgisayar teknolojileri yardımıyla işlenerek sınıflandırılmakta, daha sonra depolanarak harita ve grafik gibi

çeşitli yollarla kullanıma sunulmaktadır. Avrupa Konseyi tarafından Avrupa Çevre Ajansı ve Avrupa Çevre Bilgi ve Gözlem Ağı'nın kurulmasını takiben CORINE veri tabanlarının oluşturulması ve bunların güncellenmesinin sorumluluğu Avrupa Çevre Ajansına verilmiştir. Günümüzde bu hizmet Avrupa Çevre Ajansı tarafından yürütülmektedir.

Avrupa'nın batı sınırının coğrafik olarak kesinliğine karşın, doğu sınırdaki fiziki ve beşeri unsurların kıta-ülke sınırlarıyla uyuşmayan boyutlarının olması, doğuya doğru genişleme ihtiyacı doğurmuştur. Özellikle arazi örtüsünde süreklilik arz eden alanların sınırlandırılabilmesi için doğuya doğru genişleme başlamış ve Avrupa sınırları dışında kalan Türkiye'nin Anadolu yarımadası gibi alanları da kapsar hale gelmiştir ("European Environment Agency", 2018). Böylelikle ülkemizdeki CORINE çalışmaları Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) tarafından 2001 yılında başlanmış olup, 2000 yılı Landsat uydu görüntüleri (30m çözünürlükte) kullanılarak yapılan ilk çalışma 2008 yılında tamamlanmıştır. CORINE 2000 Projesi'nin bitiminde, 2008 yılı Kasım ayı içerisinde CORINE 2006 Projesi başlatılmıştır. Söz konusu Proje kapsamında ise, 2000 ile 2006 yılları arasındaki arazi örtüsündeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla 2006 yılına ait Spot ve IRS (20m çözünürlükte) uydu görüntüleri kullanılarak 5 ha'dan büyük arazi örtüsü değişimleri belirlenmiştir. CORINE 2006 Projesi, 2009 yılı sonunda tamamlanmış ve 2010 yılı ocak ayında Avrupa Çevre Ajansı tarafından da onaylanmıştır. Projede haritalama metodolojisi olarak; Avrupa Çevre Ajansı tarafından sağlanan uydu görüntüleri üzerinden uygun projeksiyon sisteminde bilgisayar destekli görsel yorumlama metodu kullanılmıştır. CORINE projesi kapsamında uydu görüntüleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla Çevre Bilgi Düzeni kapsamında konuma bağlı arazi bilgilerini içeren arazi örtüsü/kullanımı haritaları oluşturulmuştur ("Tarım ve Orman Bakanlığı", 2021a; Özürlü ve Ataoğlu, 2018). Sistemin amacı; veriler sonucunda hızlı karar alarak, çevreye duyarlı ve sürdürülebilir arazi planlaması oluşturmaktır. Bu amaç için, Avrupa Birliği'nin gerçekleştirdiği CORINE Arazi Örtüsü (CORINE Land Cover) ve EUROSTAT Uzaktan Algılama Programı tarafından yürütülen Arazi Kullanımı İstatistikleri için Sınıflandırma (Classification for Land Used Statistics) çalışmaları esas alınarak Türkiye'ye uygun bir metodoloji geliştirilmiş ve uygulama için çalışmalar başlamıştır (Büttner ve ark., 2002).

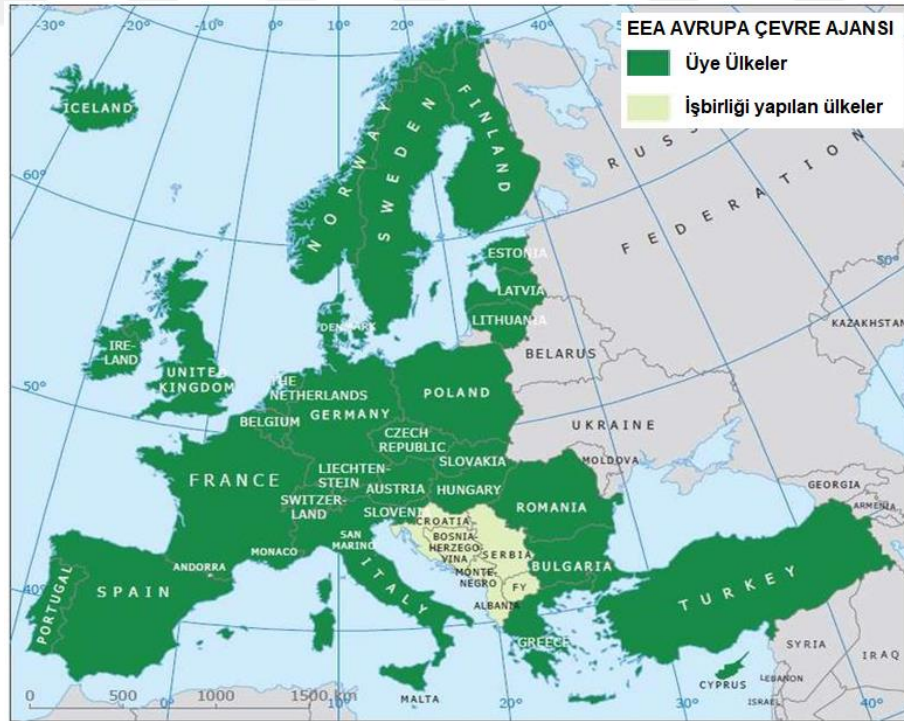
CORINE projesi arazi örtü sınıflandırması Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen üç hiyerarşik seviyeden oluşmaktadır. CORINE, birinci hiyerarşik seviyede 5 ana sınıf 1/1 000 000 ölçeğinde, ikinci seviyede 15 sınıf 1/500 000 ölçeğinde ve üçüncü seviyede arazi örtüsü ve kullanımları olarak 44 sınıf 1/100 000 ölçeğindedir. Üçüncü hiyerarşik seviyeden türetilen ilave ulusal sınıflar kullanılabilir. CLC ve LCC (CORINE Arazi Örtüsü ve Arazi Örtüsü Değişimi) olmak üzere iki farklı veri üretilmektedir. En küçük haritalama birimi, CLC için 25 ha ve LCC için 5 ha'dır. En küçük harita genişliği ise 100 metredir. CORINE arazi örtüsü bazı ülkeler tarafından daha yüksek çözünürlükte üretilmesine rağmen; sonuç ürün 25 ha çözünürlüğüne getirilerek 1/100 000 ölçekte sunulmaktadır.

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPPC) Arazi Örtüsü Kullanım Sınıfları: 1988 yılında Birleşmiş Milletlere bağlı olarak faaliyet gösteren iki uzman kuruluş, Dünya Meteoroloji Örgütü ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından kurulmuştur. İklim değişikliği konusunda mevcut bilimsel, teknik ve sosyo-ekonomik bilgi ve çalışmaların değerlendirilmesi, bilimsel çıktılar ışığında iklim değişikliğiyle mücadele ve iklim değişikliğine uyum konularında karar vericilere yol göstermek amacıyla kurulmuştur. IPCC, Birleşmiş Milletler ve Dünya Meteoroloji Örgütü'ne üye ülkelerden oluşan, Türkiye'nin de içinde olduğu "IPCC üyesi ülkeler" tarafından belirlenmiş bağımsız süreçlere göre çalışmalarını sürdürmektedir. IPCC tarafından arazi örtüsünün izlenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla altı sınıf belirlenmiştir (Çizelge 2.1). Bu sınıflar; orman, tarım, mera, yerleşim alanları, sulak alanlar ve diğer alanlardan oluşmaktadır.

Avrupa'da ilk Ulusal Arazi Örtüsü Programı Envanteri 1998 tamamlandıktan sonra gerek paydaş olan ülkeler gerekse Avrupa Birliği düzeyinde veri tabanlarının güncellenmesi için yeni çalışmalar başlatılmıştır (Şekil 2.1). Güncelleştirmenin amacı, NLCP2000 veri tabanının üretilmesi ve 1990'lı yıllarla 2000 yılı arasında arazi örtüsünde meydana gelen değişikliklerin tespit edilmek istenmesidir (Büttner ve ark., 2002).

Çizelge 2.1. IPCC üyesi ülkelerde arazi örtüsü izlenme ve değerlendirme sınıfları.

Arazi örtüsü Sınıfları	Açıklama
Orman Alanı	IPCC tarafından yapılan tanımlamada, 0,5-1 ha asgari alanda, minimum 2-5 metre boylanma potansiyeline sahip ağaçlarla arazi kaplama oranı %10-30'dan fazla olan alanlar orman alanı olarak tanımlanmaktadır.
Tarım Alanı	Ekilen, dinlendirilen ya da vejetasyon büyümesinin olduğu alanları yani tarım arazilerini içermektedir.
Mera Alanı	Tarım arazisi olarak kabul edilmeyen mera ve mera arazileri içerir. Ayrıca odunsu bitki örtüsü ve ot gibi diğer otçul olmayan bitki örtüsüyle orman alanı kategorisinde kullanılan eşik değerlerin altına düşen çalılık alanlar ve yabani topraklardan rekreasyon alanlarına kadar tüm otlak alanları da içerir
Yerleşim Alanı	İnsan ve insanın içerisinde bulunduğu tüm altyapıyı içerir.
Sulak Alan	Yılın tamamı ya da bir kısmı için suyla kaplanmış alanları veya doymuş (turbalık, vb.) alanlardan, tarım, orman ve mera kullanımları haricindeki alanları kapsamaktadır.
Diğer Alan	Çıplak toprak, kayalık alanlar, buzullar ve diğer sınıfların içerisine düşmeyen tüm alanları içerir



Şekil 2.1. CORINE 2014'e göre projenin dahil olduğu ülkeler (Stoimenov ve ark., 2014).

CORINE 2000 projesinin tamamlanmasından sonra 10 yıllık veri tabanı yenileme ve değişiklik tespiti çalışmalarının yeterli olmadığı görüldüğünden, yapılacak yeni arazi izleme çalışmalarının zaman aralığının 6 yıla indirilmesine karar verilmiştir. Bu düşünce ile 2006 ve 2012 veri çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarla ilgili Caetano ve ar.'nın (2009) 2006 güncellemesini takip etmek üzere 2009 yılında hazırladığı raporda, daha önce belirlenen hataların düzeltildiği, verilerin zaman içinde gerçeğe daha yakın hale geldiği işaret edilmiştir. Çalışmada verilere dair genel doğruluk seviyesi %95 iken, kesinlik %90 bulunmuştur. Bu, bir önceki veri setine göre %1,8 oranında bir düzeltme anlamına gelmektedir (Caetano ve ark., 2009).

2.1.2. Coğrafi bilgi sistemleri ve arazi kullanımı

Bir CBS genel olarak coğrafik konuma sahip verilerin elde edilmesi, kaydedilmesi, yeniden düzenlenmesi, dönüştürülmesi ve analizi işlemleri kapsayan veri yönetimi ve işlenmesinde kullanılan bilgisayar destekli araçlar seti olarak tanımlanmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); konuma ait veriler ile verilerle ilişkili öznelik bilgilerinin toplandığı, depolandığı, dönüştürüldüğü, yönetildiği, analiz edildiği, sorgulandığı ve görselleştirildiği bir sistemdir. Son yıllarda CBS'nin en önemli bileşenleri donanım, yazılım, veri, insan ve yöntemler olarak kabul edilmektedir.

Yeryüzünü modellemek üzere kullanılan bu sistemde belirli veri grupları (rn; yollar, binalar, parseller) farklı katmanlarda tutulur. Bu katmanlarda tutulan her grafik gösterim gerçek dünyada o objenin konum, koordinat ve şekil özelliklerini taşır ve veri tabanında da temsil ettiği nesneye ait bilgiler ile ilişkili olarak saklanır. Bir CBS farklı çalışmalar için sadece gerekli katman ve veri tablolarının kullanılmasına uygundur. Aynı zamanda hızlı sonuçlara ve daha gerçekçi yaklaşımlara ulaşılmasını sağlayan bir teknolojidir. CBS bir çeşit modelleme olarak düşünülebilir. Konumsal (geometrik) veri ve veri tabanında tutulan bilgi ilişkilidir. Bu sayede hem grafik hem de yazılı bilginin sorgulanması sağlanır. Sonuçlar konum, metin, grafik veya istatistik bilgi gibi farklı formatlarda alınabilir. CBS'nin en temel kazançları organizasyon ve kaynakların yönetilmesinde sağlanan hız, hassasiyet ve başarıdır. CBS genellikle devletle ilişkili, şehir blęe planlama, altyapı planlaması, kaynak yönetimi, evre, mühendislik,

pazarlama, ulaşım gibi uygulamalar ve daha çok belediyeçilik ile ilgili çalışmalarda kullanılır.

Coğrafi bilgi sistemlerinde coğrafik varlıklar iki tür veri ile tanımlanmakta ve coğrafi bilgi sistemlerine yüklenmektedir. Coğrafik (konumsal, mekânsal, grafik olan veriler) veriler; herhangi bir varlığın coğrafik konumu ile ilgili verilerdir (yollar, nehirler, göller, orman, tarım arazileri ve toprak çeşitleri gibi varlıklara ait noktasal, çizgisel ve alansal veriler coğrafik verilere birer örnektir); Coğrafik olmayan (konumsal, mekânsal grafik olmayan veriler) olmayan veriler; coğrafik varlığın kaydedilmiş tanımlayıcı bilgileri ile ilgili verilerdir (Örn; yolun ismi, asfalt olup olmadığı, gölün tuzluluk durumu, derinliği ve orman türlerinin yoğunluğu, kereste kapasitesi, yaşı, toprakların derinliği, tekstürü, verimlilik durumu gibi tanımlayıcı veriler).

Coğrafi veri toplama yöntemi ve teknolojisi her şeyden önce verilerin kaynağına daha doğrusu türüne bağlıdır. Coğrafi veri kaynakları genel olarak; i- Arazi veya yersel ölçümler; ii- Basılı veya sayısal haritalar ve tablosal öznitelik verileri (çizgisel, tematik ve diğer haritalar ile ilişkili öznitelik verileri), iii- Sayısal veya basılı hava fotoğrafları ve diğer görüntüler, iv- Sayısal uydu görüntüleri (uydu ve hava platformlarından alınan sayısal veriler) şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Coğrafi bilgi sistemlerine veriler; klavye, basılı haritalardan elle sayısallaştırıcı kullanılarak sayısallaştırma, taranmış sayısal harita, hava fotoğrafları ve görüntülerden otomatik-yarı otomatik yöntemlerle ekrandan sayısallaştırma, sayısal uydu görüntüleri ve diğer sayısal verilerin, internet veya diğer sayısal depolama araçlarından biri veya birkaçı kullanılarak girilmektedir (Aranoff, 1989).

Coğrafi bilgi sistemlerindeki veri modeli kavramı, coğrafik nesneler veya yüzeylere ait bilgilerin matematiksel bir altyapıda tanımlanmış hali olarak kabul edilmektedir. Buna göre vektörel bir veri modeli coğrafi yapıları noktalar, doğrular ve çokgenler olarak, raster veri modeli ise coğrafyayı her biri içinde nümerik değerler saklanan hücresel matrisler olarak ve TIN veri modeli ise coğrafyayı ardışık, kesişmez üçgen yüzeyler ile temsil etmektedir (Soller ve ark., 1999).

Aksoy, ullu ve Ergün (1997) tarafından yapılan bir çalışmada Bursa şehri ve Uluabat Gölü'ne ait Landsat 5 TM uydu görüntüleri ve CBS teknikleri kullanılarak Bursa şehri yerleşim alanının 1984-1993 yılları arasında %10 oranında arttığı ve bu artışın ne yazık ki I., II., III. ve IV. sınıf tarım arazileri üzerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca Uluabat Gölü'nün bu süreç içerisinde tarım arazisi drenaj sularının ve yan derelerden gelen sedimentlerin etkisi ile %10 küçüldüğü belirtilmiştir.

elik ve ark. (2004) tarafından yüksek lisans tezi olarak iki aşamalı gerçekleştirilen çalışmada, Urla (İzmir) kentsel alanının QuickBird uydu görüntüleri kullanılarak, arazi örtüsü belirlenmiş, daha sonraki aşamada girdi olarak 1996 tarihli hava fotoğrafları (Balçova-İzmir), yazılım olarak ise Erdas Imagine 8,6 ve ArcView 3,2 kullanılarak görüntülerin ortorektifikasyonu yapılmış, böylece kısa süre ve az maliyetle alanın sayısal yükseklik modeli (DEM) ve topoğrafik haritası elde edilmiştir.

Arazi rts/kullanımlarının belirlenmesine yönelik alışmalar Türkiye'de ilk olarak Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmıştır. 1987 yılında tamamlanan bu çalışmaya göre arazi örtüsü/kullanımına ayrılmış olan sınıflamalar detaylı olmayıp, ana başlıklar halinde verilmiştir. Bu kullanımlar kuru tarım, sulu tarım, bağ-bahçe, fıstık-zeytin-çay-keştane vb., ayır, otlak, orman, çalı funda, yerleşim, sazlık-bataklık, ırmak yatakları, kıyı kumulları, çıplak kayalıklar ve su yüzeyleri olmak üzere 14 kullanım türüne ayrılmıştır (Anonim, 1987)

Geçmiş yıllarda çözünürlüğü yüksek olan uydular ile yapılan arazi kullanım belirleme çalışmalarında CORINE metodu sıklıkla kullanılmıştır. Ancak bu çalışmalar alan olarak genellikle büyük çapta olmayıp, kampus arazisi, belediye sınırları vb. gibi sınırlandırılmış alanlarda uygulanmıştır (Kılıç ve ark., 2007).

Söz konusu çalışmalar ulusal bir veri tabanında yer almadığından veya bütüncül bir yaklaşımla retilmediklerinden, Türkiye'deki arazi kullanımı bir bütünlük içerisinde değerlendirilememektedir. Türkiye arazi örtüsü/kullanımı çalışmalarında oldukça zayıf kalmış ülkeler içerisinde yer almaktadır. nemi her geçen gün daha iyi anlaşılan toprak

ve arazi kullanımı kavramlarına yönelik güncel çalışmalar da mevcuttur. Kapatılan Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılan ancak ölçeği ve güncelliği mevcut çalışmalara ve politikaların oluşturulması için yeterli olmayan toprak haritalarındaki arazi kullanım türlerinin güncellenmesi ve daha ayrıntılı bir şekilde hazırlanması gerekliliği göz önüne alınmış ve bu bağlamda Türkiye İstatistik Kurumu tarafından “Uzaktan Algılama ile Tarım Alanlarının Tespiti Amacıyla Türkiye Arazi Örtüsünün Belirlemesi” adlı proje başlatılmış ve tamamlanma aşamasına gelmiştir. Bu proje TÜİK tarafından başlatılmış olup Tarım ve Çevre İstatistikleri Daire Başkanlığı, Tarım İstatistikleri Grubu tarafından ilgili diğer kurum ve kuruluşlarla birlikte yürütülmektedir. Çalışmada, Türkiye’ye ait topoğrafik haritalar ile 2000 ve 2001 yıllarına ait 30m x 30m çözünürlükteki Landsat uydu görüntüleri kullanılmış ve arazi kullanımları CORINE esas alınarak sınıflandırılmıştır (Anonim, 2021a).

2.2. CORINE Sisteminin Türkiye’de Kullanımı

Türkiye’deki çalışmalar, ilk olarak 2001 yılında Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından başlatılmış, 2005-2008 yılları arasında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yürütülmüş, 2008 yılından itibaren ise Tarım ve Orman Bakanlığı’nın sorumluluğuna verilmiştir. 2018 yılı itibarıyla, ilgili bakanlığın Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü bünyesinde harita, orman, ziraat mühendisi ve inşaat teknikeri gibi farklı meslek gruplarından oluşan bir ekip oluşturulmuştur. Buna ek olarak zaman zaman, şehir plancısı, coğrafyacı, orman, ziraat, jeoloji, maden ve harita mühendisleri gibi uzmanlardan destek alındığı belirtilmiştir. Bu proje ile birlikte, Türkiye için, CORINE veri setinin de bulunduğu bir web sayfası oluşturularak buradan bilgiler yayımlanmaya başlanmıştır. 2006 projesinin tamamlanmasının ardından, AÇA veri setinde olan, ancak Türkiye’de yapılmayan 1990 çalışması, geriye dönük olarak gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2021b).

Böylelikle Avrupa’dan sonra başlayan süreç bugün aynı düzeye ulaştırılmıştır. Türkiye’de 2001 yılından itibaren yürütülen çalışmalar sonunda, CORINE 1990, 2000, 2006, 2012 yılları arazi örtüsü haritaları ile 1990-2000, 2000-2006, 2006-2012 yılları arası değişim veri tabanları oluşturularak, Avrupa Çevre Ajansı’na teslim edilmiştir.

Veriler, Avrupa arazi örtüsü haritalarıyla birleştirilmiş olup tüm Avrupa haritası içindeki yerini almıştır. Söz konusu arazi örtüsü kullanımı ile değişim, veri setleri ve arazi örtüsü istatistikleri ilgili web adresinden yayınlanmaktadır (Anonim, 2021b).

Türkiye’de ilk CORINE çalışması CLC2000’i üretmek üzere 2001 yılında başlamış ve 2005 yılında tamamlanmıştır. CORINE 2006 Projesi, 2010 yılı başında tamamlanarak Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) tarafından yayımlanmaya başlamıştır. CORINE 2006 projesinin tamamlanmasını takiben AÇA veri setinde olan ancak Türkiye’de yapılmayan CORINE 1990 çalışması gerçekleştirilmiştir. CORINE 1990 çalışması aynı metotlarla çalışılarak 2011 yılında tamamlanmış ve veri setine dahil edilmiştir. CORINE 2012 projesine İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) işbirliği ile 2014 yılında başlanmış ve 2015 yılı sonunda tamamlanmıştır. AÇA standartlarında 2006 ve 2012 yılları arası arazi örtüsü değişikliklerinin tespiti yapılmış ve 2012 yılı arazi kullanım haritaları ile 2006-2012 yılları arası arazi örtüsü değişim haritaları oluşturularak veri setine dahil edilmiştir. CORINE 2012 çalışmasının akabinde İstanbul Teknik Üniversitesi-Uydu Haberleşme, Uzaktan Algılama Uygulama ve Araştırma Merkezi (İTÜ-UHUZAM) tarafından tüm kamu kurum ve kuruluşları ile ilgili paydaşların katılım sağladığı bir çalıştay organize edilmiştir. Bu çalıştayın sonucunda İTÜ-UHUZAM tarafından “Geometrik Kriterler ve Dördüncü Seviye Arazi Örtüsü/Kullanım Sınıfları Ön Değerlendirme Raporu” Orman ve Su İşleri Bakanlığına sunulmuş, raporda Ulusal Arazi Örtüsü Veritabanı’nın oluşturulması için 1:25.000 çalışma ölçeği, 25 m lineer obje genişliği ve 1,56 ha en küçük haritalama biriminin uygun olacağı karara varılmıştır. Bu bağlamda, 2,5 m ve/veya daha yüksek mekansal çözünürlüklü ve çok-spektrumlu (görünür ve kızılötesi) uydu görüntülerinden tanımlanabilecek CORINE 4. Seviye Arazi Örtüsü/Kullanım Sınıfları olarak 71 adet alt sınıf belirlenmiştir (Sertel ve ark., 2017) (Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.3).

Çizelge 1.2. CORINE arazi örtüsü sınıfları.

CORINE ARAZİ ÖRTÜSÜ SINIFLARI				
1. Yapay Bölgeler	2. Tarımsal Alanlar	3. Orman ve Yarı Doğal Alanlar	4. Islak Alanlar	
1.1. Şehir Yapısı	2.1. Ekilebilir Alanlar	3.1. Orman	4.1. Karasal Bataklık	
1.1.1. Sürekli Şehir Yapısı	2.1.1. Sulanamayan Ekilen. Alan	3.1.1. Geniş Yapraklı Ormanlar	4.1.1. Bataklıklar	
1.1.2. Kesikli Şehir Yapısı	2.1.2. Sürekli Sulanan Alanlar	3.1.2. İğne Yapraklı Ormanlar	4.1.2. Turbalıklar	
1.2. End. Tic. Ve Ulaşım Birimleri	2.1.3. Pirinç Tarlaları	3.1.3. Karışık Ormanlar	4.2. Denize Yakın Islak Alanlar	
1.2.1. Endüstriyel veya Ticari Alanlar	2.2. Sürekli Ürünler	3.2. Maki ve Otsu Bitkiler	4.2.1. Tuz Bataklığı	
1.2.2. Karayolları, Demiryolları ve ilg. Alan	2.2.1. Üzüm Bağları	3.2.1. Doğal Çayırhıklar	4.2.2. Tuzlular	
1.2.3. Limanlar	2.2.2. Meyve Bahçeleri	3.2.2. Fundalıklar	4.2.3. Gel-git ile Oluşan Düzlükler	
1.2.4. Havaalanları	2.2.3. Zeytinlikler	3.2.3. Sklerofil Bitki Örtüsü	5. Su Yapıları	
1.3. Maden, Boşaltım İnşaat Sahaları	2.3. Meralar	3.2.4. Bitki Değişim Alanları	5.1. Karsal Sular	
1.3.1. Maden Çıkarım Sahaları	2.3.1. Meralar	3.3. Bitki Örtüsü az ya da Olmayan Alanlar	5.1.1. Su Yolları	
1.3.2. Boşaltım Sahaları	2.4. Karışık Tarım Alanları	3.3.1. Sahil, Kumsal Kumluk	5.1.2. Su Kütleleri	
1.3.3. İnşaat Sahaları	2.4.1. Karışık Tarım Alanları	3.3.2. Çıplak Kayalıklar	5.2. Deniz Suları	
1.4. Yapay Tarımsal Olmayan Yeşil Alan	2.4.2. Doğal Bitki Örtüsü ve Tarım Alan	3.3.3. Seyrek Bitki Alanları	5.2.1. Kıyı Lagünleri	
1.4.1. Yeşil Şehir Alanları		3.3.4. Yanmış Alanlar	5.2.2. Nehir Ağzları	
1.4.2. Spor ve Eğlence Alan			5.2.3. Nehir ve Okyanus	

Çizelge 2.3. Türkiye ek sınıflandırması.

Ülkemize Ait Ek Sınıflar	
Kod	Sınıf Adı
1121	Kesikli Şehir Yapısı
1122	Kesikli Kırsal Yapı
2111	Sulanamayan Ekilebilir Alan
2112	Sulanamayan Sera
2121	Sulanan Alan
2122	Sürekli Sulanan Ekilebilir Alan, Sera
2221	Sulanamayan Meyve Bahçesi
2222	Sürekli Sulanan Meyve Bahçesi
2421	Sulanamayan Karışık Tarım
2422	Sürekli Sulanan Karışık Tarım
3321	Çıplak Tarım
3322	Çok Yukarılarda Çıplak Kaya

CORINE 2018 projesine, 2018 yılında Tarım ve Orman Bakanlığında oluşturulan uzman bir ekip tarafından başlanmış ve 2019 yılında tamamlanmıştır. 2012 ve 2018 yılları arası arazi örtüsü değişikliklerinin tespiti de yapılmıştır. 2018 yılı arazi kullanım haritaları ile 2012-2018 yılları arası arazi örtüsü değişim haritaları oluşturulmuş ve bu veriler bir web sayfası oluşturularak sonuç bilgiler yayımlanmaya başlanmış ve AÇA tarafından onaylanarak veri setine dahil edilmiştir (Şekil 2.2). Böylelikle Avrupa'dan sonra başlayan süreç bugün aynı düzeye ulaştırılmıştır. Türkiye'de 2001 yılından itibaren yürütülen çalışmalar sonunda, CORINE 1990, 2000, 2006, 2012 yılları arazi örtüsü haritaları ile 1990-2000, 2000-2006, 2006-2012 yılları arası değişim veri tabanları oluşturularak, Avrupa Çevre Ajansı'na teslim edilmiştir. Veriler, Avrupa arazi örtüsü haritalarıyla birleştirilmiş olup tüm Avrupa haritası içindeki yerini almıştır. Söz konusu arazi örtüsü kullanımı ile değişim, veri setleri ve arazi örtüsü istatistikleri ilgili web adresinden yayınlanmaktadır (Anonim, 2021b).



Şekil 2.2. Türkiye'nin CORINE arazi örtüsü haritası.

Ülke genelinde yapılan arazi örtüsü/kullanımı tespitine yönelik bir başka çalışma da FAO çerçevesinde yürütülen, Kurak Alanların Değerlendirilmesi projesi kapsamında Türkiye ve Ortadoğu'yu kapsayan alanda, 2015 yılında, Türk uzmanlardan oluşan bir ekip tarafından Collect Earth metodolojisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında 15056 deneme alanı görsel ve grafiksel değerlendirmeye tabi tutulmuş ve sonuçlar çalışma alanının tümüne enterpole edilmiştir. Toplanan verilerden 3950 adet deneme noktası Türkiye kurak ve yarı kurak alanlarına denk gelmiştir. Bu deneme noktalarından arazi sınıflarına göre alansal dağılımlar, vejetasyon kaplama oranları, arazi bozunumu yeşillenme tespiti, eğilimi ve alansal büyüklüklerine ilişkin sonuçlar üretilmiştir (Ateşoğlu ve ark., 2016).

CORINE projesi verileri;

- Çevre ve güvenlik için küresel izleme programı kapsamında çevrenin izlenmesine yönelik arazi değişimlerinin belirlenmesinde
- Tarım alanları, orman alanları, sulanan alanlar gibi temel arazi kullanım envanterlerinin konumsal verilerle ortaya çıkarılmasında
- Ürün tahminlerinin yapılmasında
- Tarımsal kuraklık eylem planında
- Orman alanları tahribatının izlenmesinde
- Arazi kullanım değişikliklerinden kaynaklanan karbon emisyonlarının hesaplanmasında

- Erozyon kontrol, orman yangınları ve çölleşme ile mücadele çalışmalarında
- Natura 2000 projesinde
- Sulak alan değişimlerinin izlenmesinde
- Su ve atık yönetimi planlarının hazırlanmasında
- Havza eylem planlarının hazırlanmasında
- Çevre düzeni planlarının hazırlanmasında
- Kent atlası oluşturulmasında
- INSPIRE13 direktifinin uyumlaştırılması sürecinde ve daha birçok alanda önemli bir veri kaynağı olarak kullanılacaktır.

Özür ve Ataol (2018)'e göre Türkiye'de CORINE verilerinin kullanımı konusundaki araştırmalar tarandığında 32 adet makaleye ulaşılmıştır. Bu araştırmalar içerikleri makale sayıları yönüyle değerlendirilerek gruplandırılmıştır (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.2. Türkiye'de CORINE verilerinin kullanıldığı makalelerin alan, konu ve yöntem durumlarına göre dağılışı.

Alan	Ziraat Mühendisliği	17	Konu	Arazi kullanım değişimi	18	Yöntem	Corine vd.	19
	Orman Mühendisliği	7		Erozyon risk alanları	9		Corine	6
	Coğrafya	6		Arazi örtüsünün belirlenmesi	5		Sadece atıf	4
	Diğer	2					Doğruluk analizi	3

Araştırmacıların sunduğu çalışma, ülkemizde CORINE verilerinin en çok kullanıldığı alanın Ziraat Mühendisliği, çalışma konusunun ise arazi kullanım değişimleri olduğunu göstermektedir.

Son yıllarda ülkemizde birçok farklı bilim dalı ve disiplinlerde CORINE projesi verileri ve erozyon modeli kullanılarak özellikle arazi kullanım değişimi, potansiyel ve gerçek erozyon riskinin belirlenmesi, arazi örtü türlerinin belirlenmesi konularında çalışan araştırmacı ve yapılan araştırma sayısı artmıştır.

Potansiyel ve gerçek erozyon riskinin belirlenmesinde CORINE verileri ve CORINE erozyon modelinin kullanıldığı araştırmalar değerlendirildiğinde; erozyon tehlikesinin belirlenmesinde CBS kullanımı (Erol ve anga, 2004), Beypazarı yarı-kurak arazilerinde (Bayramin ve ark., 2006), Gölbaşı Gölü, evresel koruma alanı ve yakın çevresinde (Dengiz ve Akgöl, 2005), Erzurum İli Kuzgun Baraj Gölü Havzasında (Dindaroğlu ve Canpolat, 2014), Dürmek Havzasının Mansap Bölümünde (Everest ve Özcan, 2017), Menderes Havzasında, (Kanar ve Dengiz, 2015), Ankara-Bağlum Köşrelik Göleti evresinde, (Yalçın ve Baran, 2016), Balıkesir ova koruma alanında (Doğrama, 2020) yapılan araştırmalar ölkemizde CORINE projesinin hedeflerine ulaşma yönünde çalışıldığını göstermektedir.

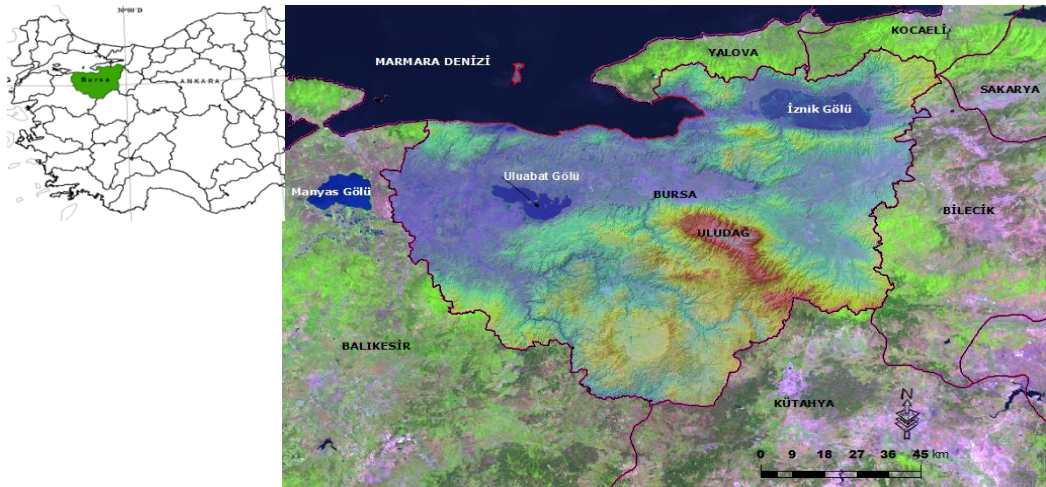


3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Ülkemiz Marmara Bölgesinin Güneyinde yer alan Bursa ili tarih, turizm, sanat, ticaret ve sanayi kenti olduğu kadar, Türkiye coğrafyası üzerindeki konumu ve ekolojik yapısının getirdiği önemli avantajların yanında yeniliklere ve teknolojik gelişmelere açık, aydın çiftçileri sayesinde bitkisel ve hayvansal üretimde de önemli potansiyele sahip bir tarım kentidir. Bursa, barındırdığı nüfusu (3 101 833) ile ülkemizin dördüncü, sosyo-ekonomik gelişmişlik endeksine (SEGE) göre altıncı gelişmişlik düzeyine sahip olan ve son yıllarda ise sanayi kenti kimliği ile öne çıkan önemli illerinden birisidir (Anonim, 2019).

Bursa ilinin %37'si (343 872,70 ha) tarım arazisi, %44,5'i (484 067,10 ha) orman ve fundalık, %2,2'si (24 345,2 ha) çayır mera ve %21,7 (236 353 ha) diğer arazilerden oluşan 1 088 638 ha yüzölçümüne sahiptir. 2014 yılı itibari ile Bursa ilinin yarattığı tarımsal üretim geliri (GSH) 11 507 256 000 TL'dir (Anonim, 2020). Bursa, 590 000 m - 750 000 m doğu boylamları ve 4 380 000 m - 4 505 000 m kuzey enlemleri (40°09'00" K - 29°01'15" D) arasında uzanmakta, kuzeyinde Marmara Denizi, Yalova ve Kocaeli, doğusunda Bilecik ve Sakarya, güneyinde Kütahya ve batısında Balıkesir illeri ile çevrilidir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Bursa ili ve yakın çevresi coğrafik konumu.

Denizden yüksekliği 155 metre olan Bursa Şehir merkezi, genelde ılıman bir iklime sahiptir. Ancak, iklim bölgelere göre de deđiŐiklik göstermektedir. Kuzeyde Marmara Denizi'nin yumuŐak ve ılık iklimine karşılık güneyde Uludağ'ın sert iklimi ile karŐılaŐılmaktadır. İlin en sıcak ayları temmuz-eylül, en soğuk ayları ise Őubat-mart'tır. 52 yıllık gözlem süresi itibarı ile yıllık ortalama yağış miktarı 706 mm'dir. İlde ortalama nispi nem %69 civarındadır.

İlin yüzey Őekilleri, birbirlerinden eŐiklerle ayrılmıŐ çöküntü alanlarıyla, dağlar halindedir.   k nt  alanlarını İznik ve Uluabat g lleriyle Yenişehir, Bursa ve İnegöl ovaları oluŐurmaktadır.

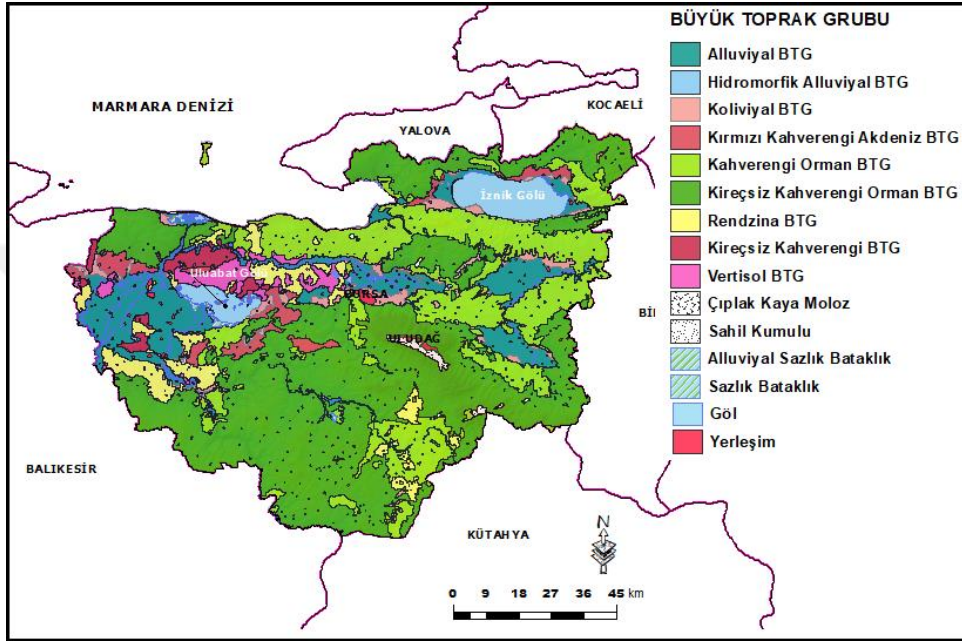
Toplam 1 081 954 hektar y z l m ne sahip olan Bursa ilinin 465 086 hektarı yani toplam arazi varlığının %42,2'si tarım arazilerinden oluşmaktadır. Söz konusu arazilerin ise 292 947 hektarı (%62'si) I, II, II, IV. sınıf araziler iken sorunsuz her türlü tarımsal üretim yapmaya uygun I. sınıf araziler ise ancak 71 482 hektardır (Anonim, 1995).

Bu  alıŐmada Bursa ili arazilerinin potansiyel ve gerçek erozyon riski haritalarının oluşturulması aşamasında veri elde etmek ve analiz aŐamalarında temel veri olarak kullanılan yazılım, sayısal veriler ve haritalar aŐađıda sunulduğu gibidir;

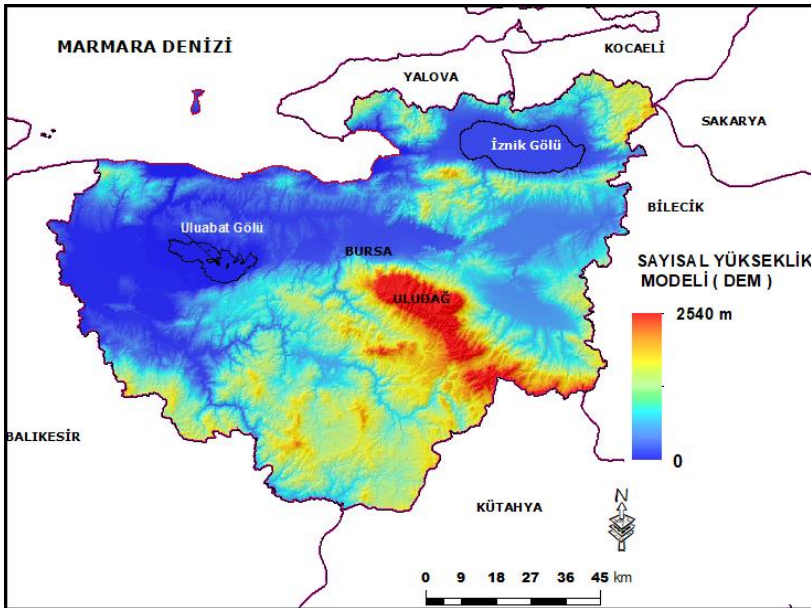
- ✓ ArcGIS coğrafi bilgi sistemi yazılımı (Anonim, 2010),
- ✓ Bursa ili toprak varlığı raporu ve sayısal toprak haritası ( l ek: 1/100 000),
- ✓ Sayısal eş yükselti eğrileri verisi ( l ek: 1/25 000) ve sayısal yükselik modeli (DEM) ( l ek: 1/100 000)
- ✓ 1990-2018 yılları CORINE arazi kullanım/örtü haritaları (Anonim, 2021c;  l ek: 1/100 000)
- ✓ Bursa ili, ilçeleri ve yakın  evre illerine ait meteorolojik istasyon verileri (yağış ve sıcaklık)

Araştırmanın amacı doğrultusunda veri tabanlarının oluşturulması ve gerekli analizlerin yapılması aŐamalarında Bursa iline ait üretilmiş tüm yardımcı sayısal ve basılı haritalardan da yararlanılmıştır. AraŐtırmada coğrafi bilgi sistemleri veri tabanına girilen temel altlık veri olarak kullanılan sayısal verilerden Bursa ili toprak haritası ve öznitelik

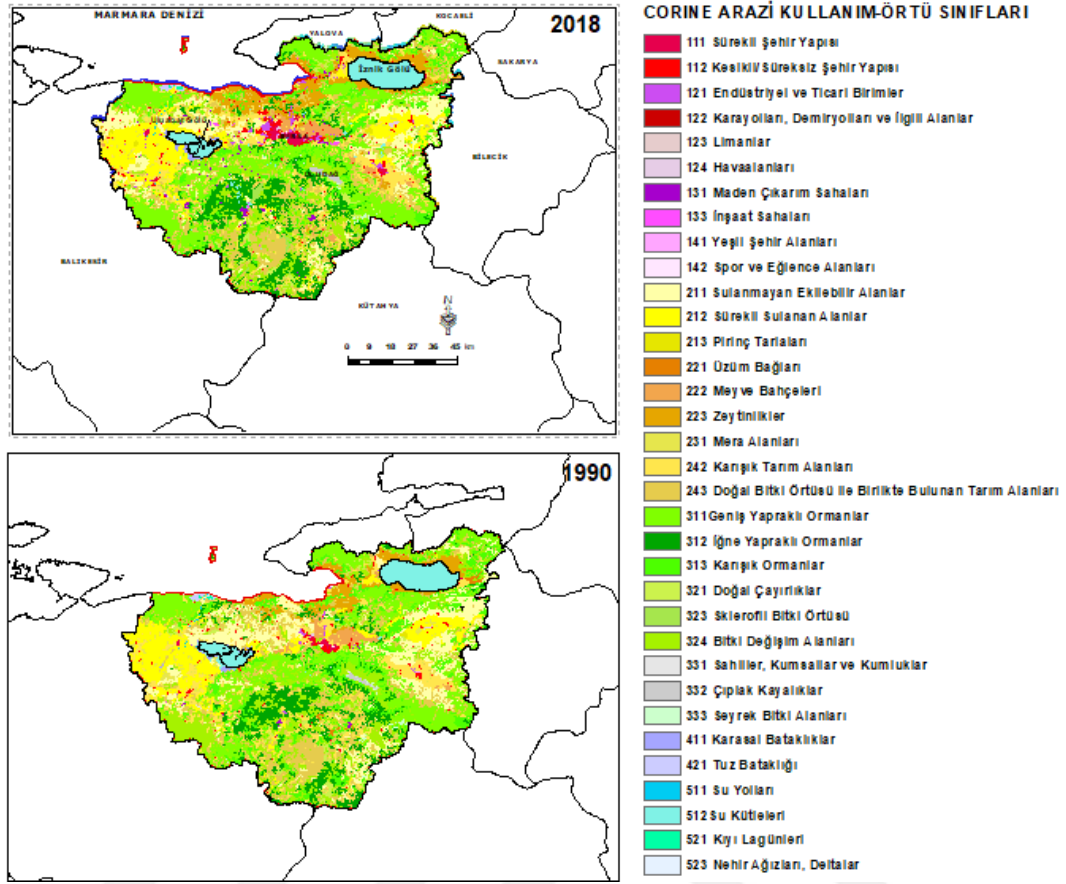
verileri Şekil 3.2’de, sayısal eş yükselti eğrileri ve yükseklik modeli verileri Şekil 3.3’de, 1990-2018 yılları CORINE arazi kullanım/örtü haritaları Şekil 3.4’de, meteoroloji istasyon verileri Şekil 3.5’de sunulmuştur. Söz konusu verilerin CBS ortamına alınması, öznitelik verilerinin oluşturulması, analizi, sonuç haritalarının ve istatistiksel sonuçların üretilmesinde ArcGIS (Anonim, 2010) yazılımı kullanılmıştır.



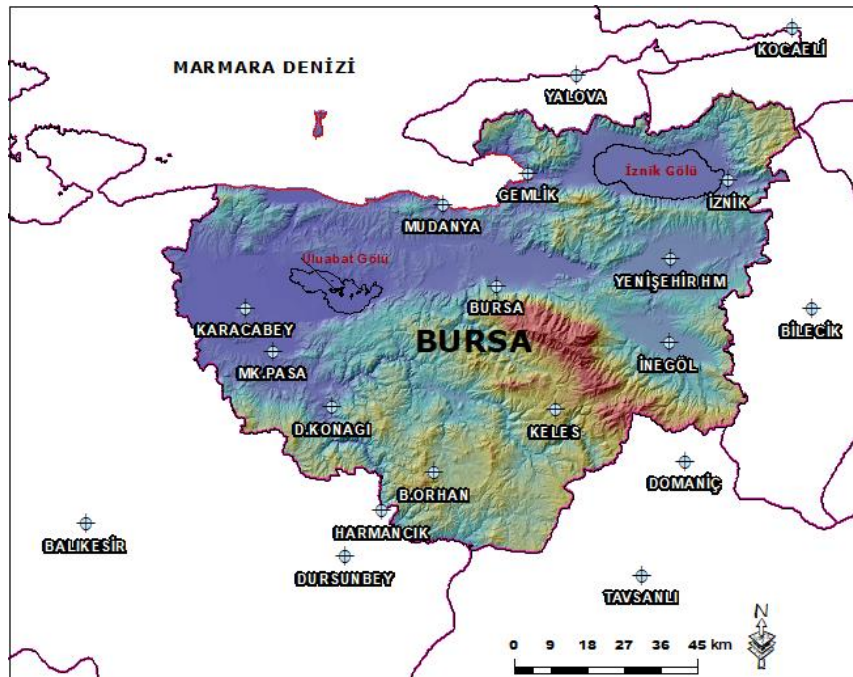
Şekil 3.2. Bursa ili büyük toprak grupları haritası (1995).



Şekil 3.3. Bursa ili sayısal yükseklik modeli.



Şekil 3.4. Bursa ili CORINE LC verisi (1990-2018).



Şekil 3.5. Bursa ili ve yakın çevresi meteoroloji istasyonları.

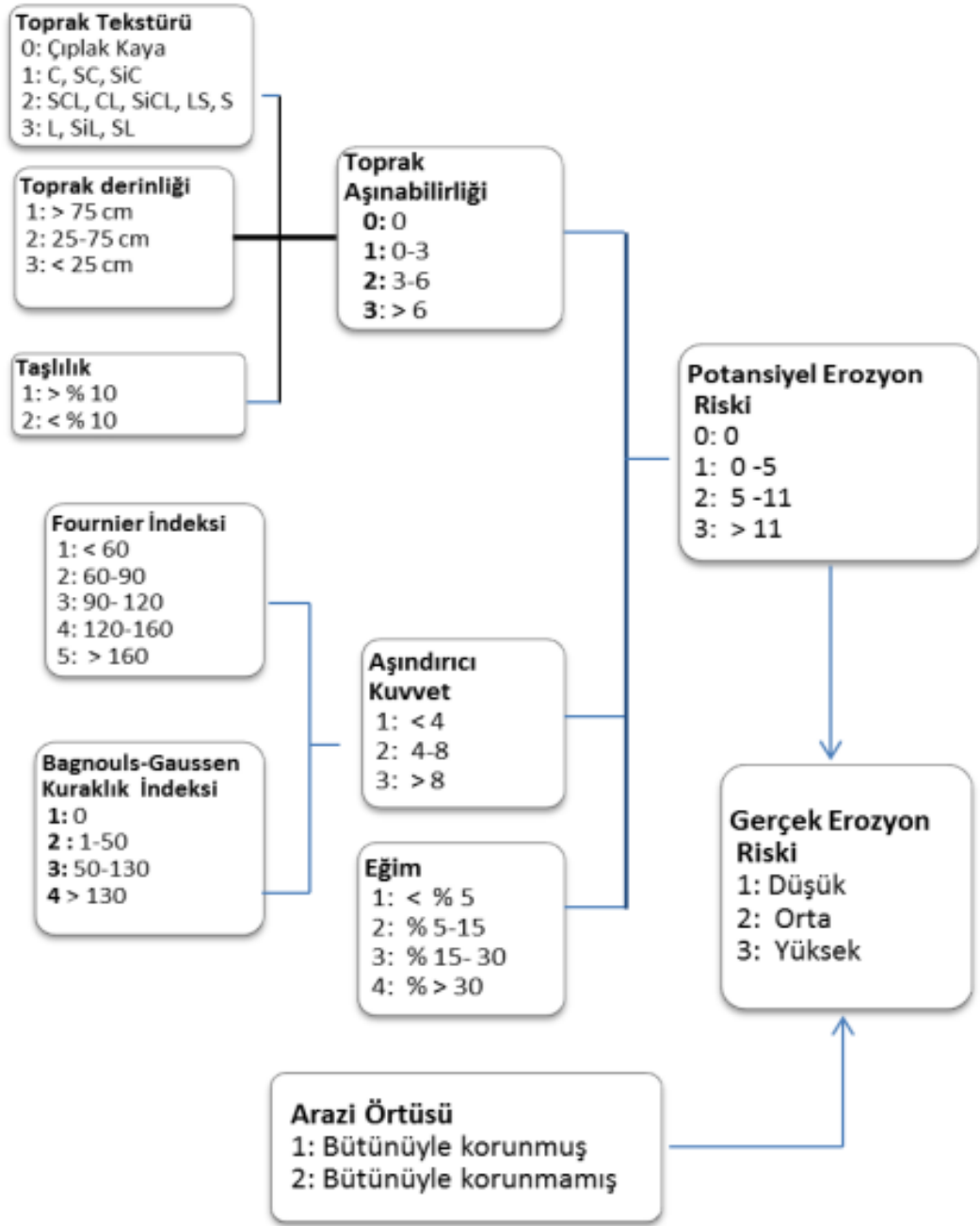
3.2. Yöntem

CORINE erozyon modeli, toprakların aşınabilirlik faktörünün hesaplanacağı sayısal toprak haritası, aşındırma faktörünün elde edilmesinde kullanılan çok yıllık aylık ortalama sıcaklık ve yağış verilerine ait meteoroloji istasyonu verileri, eğim faktörü için sayısal yükseklik modeli, bitki örtüsü verilerinin sayısal ortamda sağlanabildiği durumlarda gerçek ve potansiyel toprak erozyon riskinin belirlenmesinde uygulanması kolay, veri gereksinimi açısından avantajlı bir yöntemdir.

Potansiyel toprak erozyon riskinin belirlenmesinde, toprakların aşınabilirliği (erodibilite), aşındırma kuvveti (erozivite), eğim (topoğrafya) faktörlerinin bilinmesi yeterli olup gerçek erozyon riski için ise arazilerin bitki örtüsünce korunup korunmadığının elde edileceği arazi örtü/kullanım türleri verisine gereksinim duyulmaktadır. CORINE erozyon modeli CORINE projesi kapsamında üretilen 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 CORINE arazi örtü/kullanım verileri kullanılarak kıyaslamalı bir biçimde hem arazilerdeki bozulmalar arazi örtü/kullanım türlerindeki olumsuz değişimler bağlamında, hem de gerçek erozyon riskinin boyutları ve alınacak önlemler bağlamında hızlı ekonomik ve doğru bilgilerin üretilmesine olanak sağlamaktadır.

CORINE erozyon modeli, söz konusu avantajları nedeniyle yukarıda açıklanan amaçlarla ülkemizin farklı bölgelerinde küçük ölçekli havzalarda başarılı biçimde uygulanmıştır (Erol ve Çanga, 2004; Dengiz ve Akgül, 2005; Bayramin ve ark., 2006; Dindaroğlu ve Canpolat, 2013; Kanar ve Dengiz, 2015; Aksoy ve ark., 2016, 2019).

CORINE erozyon modelinin işlem akış diyagramı Şekil 3.6'da verilmiştir. Coğrafi bilgi sistemi ortamında veri tabanına yüklenen CORINE erozyon modelinin gereksindiği faktörlere ait veriler ile üretilen Bursa ili potansiyel ve gerçek erozyon haritası sonuçları analiz edilerek Bursa ilinde çok yıllık arazi örtü/kullanım değişimi ve arazi bozulmasına ilişkin veriler üretilmiş, arazilerin sürdürülebilir yönetimine ilişkin öneriler getirilmiştir.



Şekil 3.6. CORINE erozyon modeli işlem akış diyagramı (Anonim, 1992).

4. BULGULAR

4.1. Bursa İlinde Arazi Örtü ve Kullanımındaki Değişimin Analizi

Avrupa Birliği'nin dünya gözlem programı çerçevesinde Copernicus internet ağı üzerinden arazi izleme servisinde Avrupa Birliği çevre örgütü üye ülkelerin tamamını kapsayacak şekilde paylaşılan CORINE arazi örtü haritaları 1990 ve 2018 yılları için raster (ölçek 1/100 000) ve vektör formatlarında indirilerek bilgisayar ortamına yüklenmiştir (Anonim, 2021c).

İndirilen veriler Bursa ili köyleri temel alınarak üretilmiş Bursa il sınırları kapsamına göre kesilerek, araştırma alanının 1990-2018 yıllarına ait arazi örtü/kullanım haritaları ve öznitelik verileri oluşturulmuştur (Şekil 3.4). Güncel arazi örtü/kullanım haritaları ve öznitelik verilerinden coğrafi bilgi sistemlerinin konumsal analiz araçları yardımıyla Bursa ili arazi örtü/kullanım türlerinin 1990 ve 2018 yılı alansal ve oransal dağılım verileri elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

Ayrıca Bursa ili CORINE arazi örtü haritaları 1. Seviye Genel Arazi Örtü sınıflarına göre de analiz edilerek 1. Yapay Bölgeler, 2. Tarımsal Alanlar, 3. Orman ve Yarı Doğal Alanlar, 4. Sulak Alanlar, 5. Su Kütleleri için alansal ve oransal dağılımları belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Çizelge 4.1 ve 4.2 değerlendirildiğinde 1990-2018 yılları arasında geçen 28 yıllık süreçte orman ve yarı doğal alanların yaklaşık 16 bin hektar; tarımsal alanların ise 9 bin hektar azaldığı görülmektedir. Söz konusu olumsuz değişim sürekli ve süreksiz şehir yapısı ile endüstri ve ticari alanlar lehine gerçekleşmiş olup sürekli şehir yapısı 5 319 hektar, süreksiz şehir yapısı 4 444 hektar ve endüstri ve ticari alanlar ise 6 322 hektar artmıştır. Başka bir anlatımla 25 151 hektar orman ve yarı doğal ve tarımsal alanların 23 547 hektarı geri kazanılamayacak bir biçimde bozulmuş ve yapay bölgelere (şehir yerleşimi, sanayi ve ticaret alanlarına) dönüşmüştür (Çizelge 4.1 ve 4.2).

Çizelge 4.1. Bursa ilinin 1990-2018 yılları CORINE LC verileri.

CORINE LC KODU / SINIFI		1990		2018	
KOD	SINIF	Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)
111	Sürekli Şehir Yapısı	2 410	0,22	7.729	0,72
112	Kesikli/Süreksiz Şehir Yapısı	10 899	1,02	15.343	1,43
121	Endüstriyel ve Ticari Birimler	1 380	0,13	7.702	0,72
122	Karayolları, Demiryolları ve İlgili Alanlar	-	-	1.520	0,14
123	Limanlar	-	-	45	0,00
124	Havaalanları	403	0,04	717	0,07
131	Maden Çıkarım Sahaları	1 021	0,10	5 348	0,50
133	İnşaat Sahaları	65	0,01	913	0,09
141	Yeşil Şehir Alanları	151	0,01	401	0,04
142	Spor ve Eğlence Alanları	629	0,06	787	0,07
211	Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	125 678	11,72	95 137	8,87
212	Sürekli Sulanan Alanlar	91 967	8,57	85 046	7,93
213	Pirinç Tarlaları	610	0,06	1 350	0,13
221	Üzüm Bağları	2 629	0,25	146	0,01
222	Meyve Bahçeleri	14 031	1,31	19 602	1,83
223	Zeytinlikler	36 512	3,40	57 684	5,38
231	Mera Alanları	12 872	1,20	8 099	0,76
242	Karışık Tarım Alanları	84 060	7,84	86 307	8,05
243	Doğal Bitki Örtüsü ile Birlikte Bulunan Tarım Alanları	120 289	11,21	126 250	11,77
311	Geniş Yapraklı Ormanlar	151 688	14,14	177 523	16,55
312	İğne Yapraklı Ormanlar	90 992	8,48	99 571	9,28
313	Karışık Ormanlar	91 125	8,49	74 141	6,91
321	Doğal Çayırliklar	15 125	1,41	18 502	1,72
323	Sklerofil Bitki Örtüsü	854	0,08	5 539	0,52
324	Bitki Değişim Alanları	161 633	15,07	120 795	11,26
331	Sahiller, Kumsallar ve Kumluklar	1 014	0,09	857	0,08
332	Çıplak Kayalıklar	1 711	0,16	2 062	0,19
333	Seyrek Bitki Alanları	2 168	0,20	1 389	0,13
334	Yanmış Alanlar	193	0,02	-	-
411	Karasal Bataklıklar	2 751	0,26	4 268	0,40
421	Tuz Bataklığı	1 321	0,12	1 419	0,13
511	Su Yolları	641	0,06	658	0,06
512	Su Kütleleri	44 278	4,13	44 365	4,14
521	Kıyı Lagünleri	525	0,05	495	0,05
523	Denizler	1 075	0,10	990	0,09
TOPLAM		1 072 700	100,00	1 072 700	100,00

Çizelge 4.2. Bursa ili 1990-2018 yılları CORINE genel LC sınıfları dağılımı.

CORINE Genel Arazi Örtü Sınıfları	1990-Alan (ha)	2018-Alan (ha)	1990 (%)	2018 (%)
1.Yapay Bölgeler	16 958	40 505	1,6	3,8
2.Tarımsal Alanlar	488 648	479 621	45,6	44,7
3.Orman ve Yarı Doğal Alanlar	516 503	500 379	48,1	46,6
4. Sulak Alanlar	4 072	5 687	0,4	0,5
5. Su Kütleleri	46 519	52 195	4,3	4,9

4.2. Bursa İli Sayısal Toprak Haritası ve Veri Tabanı

Bursa İli Büyük Toprak Grupları Haritası ve Arazi Kullanım Kabiliyet (AKK) Sınıfları Haritası (Arazi Yetenek Sınıfları-AYS) B.U.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim dalında var olan verilerden yararlanılarak üretilmiştir. Veriler, Aksoy ve ark.'nın (2007) bir araştırma projesinde kullanılmak üzere Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Bilgi Merkezinden sağlamış oldukları 1/25 000 ölçekli sayısal Bursa ili arazi varlığı envanter raporları (Anonim, 1995) ve sayısal toprak haritasından oluşmaktadır. Söz konusu veriler ArcGIS yazılımı ortamında yeniden düzenlenmiş ve gerekli topolojik düzeltmeler yapılarak sayısal Bursa büyük toprak grupları haritası oluşturulmuştur.

4.2.1. Bursa ili büyük toprak grubu (BTG) haritası ve yorumlama analizleri

ArcGIS yazılımı aracılığıyla veri tabanına aktarılan ve bu çalışmanın materyal bölümünde sunulan Bursa İli Büyük Toprak Grupları haritası (Şekil 3.2) ve öznitelik verileri CORINE erozyon modelinde aşınabilirlik faktörünün hesaplanmasında gereksinilen toprak karakteristiklerine ait (tekstür, derinlik, taşlılık) sınıfları yeniden düzenlenerek erozyon modeline ait kod sütunları oluşturulmuştur. Bursa ili büyük toprak grubu haritası CBS ortamında analiz edilerek BTG'nin alansal ve oransal dağılım verileri elde edilmiştir (Çizelge 4.3).

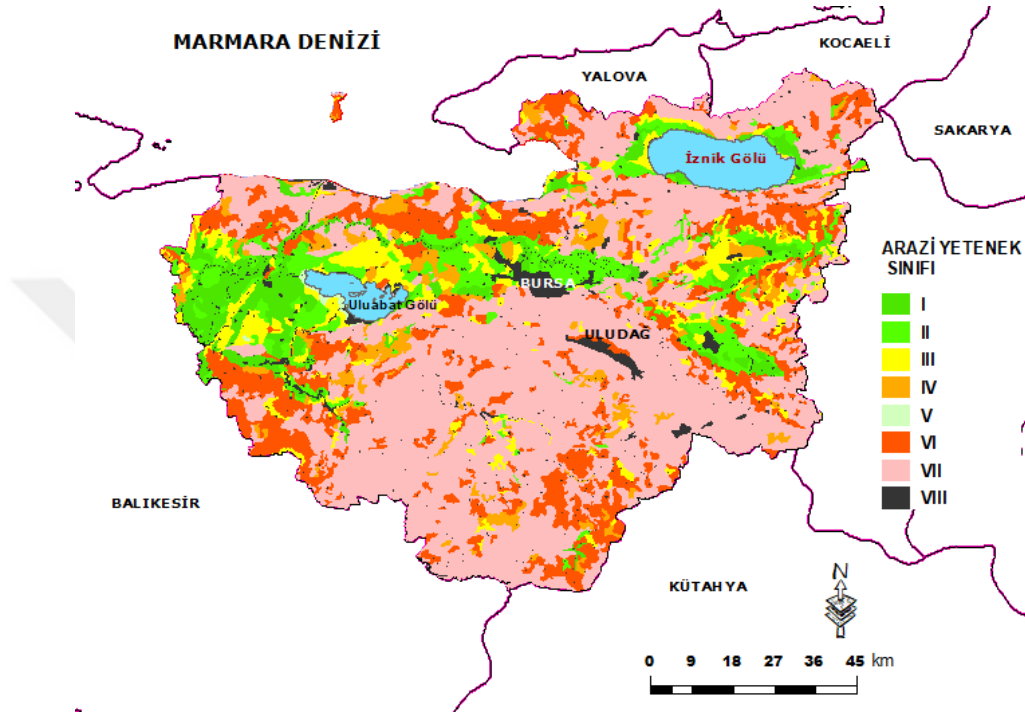
Çizelge 4.3. Bursa ili büyük toprak gruplarının (BTG) alansal ve oransal dağılımı.

BTG KODU/ADI	Alan (ha)	Oran (%)
E: Kahverengi Akdeniz BTG	32 069,1	3,0
M: Kahverengi Orman BTG	231 015,1	21,5
N: Kireçsiz kahverengi Orman BTG	494 931,9	46,1
R: Rendzina BTG	51 382,0	4,8
U: Kireçsiz Kahverengi BTG	16 177,0	1,5
V: Vertisol BTG	22 904,9	2,1
Y: Yüksek Dağ Çayır Toprakları	1 308,1	0,1
K: Koluviyal BTG	32 136,0	3,0
A: Aluviyal BTG	118 603,7	11,1
H: Hidromorfik Aluviyal BTG	777,7	0,1
Sulak Alanlar (Aluviyal sahil bataklık, Sazlık-bataklık)	4 155,4	0,4
Yerleşim-Sanayi	12 798,2	1,2
Çıplak kaya moloz	5 347,8	0,5
Diğer araziler Su yüzeyleri	48.224,0	4,5
Sahil kumulu	922,7	0,1
TOPLAM	1 072 753,4	100

Bursa ilinin yarısına yakın bir bölümünü 494 931,9 ha (%46,1) Kireçsiz Kahverengi Orman büyük toprak grubu oluşturmaktadır. Kahverengi orman büyük toprak grubuna ait araziler ise en yaygın ikinci büyük toprak grubudur (Çizelge 4.3). Alüviyaller Bursa ili arazilerinin %11,1'ni (118 603,7 ha), Rendzinalar ise %4,8'ni (51 382,0 ha) oluşturmaktadır.

Bursa ili BTG haritası öznitelik tablosunun arazi yetenek sınıfları sütunu temel alınarak yeniden sınıflandırılmış ve Bursa ili arazi yetenek sınıfları haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.1 ve Çizelge 4.4). Arazi Yetenek Sınıflandırması (Arazi Kullanım Kabiliyeti Sınıfları) tarım arazilerinin toprak işlemeli tarımsal üretime uygun olup olmadığını tanımlayan fiziksel bir sınıflandırmadır. Söz konusu sınıflandırmada araziler sahip oldukları kısıtlayıcı faktörlerin sayı ve çeşidine göre toprak işlemeli tarımsal üretime çok uygun I. sınıf topraklardan doğal toprağı olmayan çok dik veya çok sığ VIII. sınıf arazilere kadar değişen sınıflarda sınıflandırılmaktadır. Toprak işlemeli tarıma uygun topraklar I. ve IV. arazi yetenek sınıfında olup toprak derinliği, eğim, drenaj gibi özelliklerine bağlı olarak işlemeli tarımsal üretimde çeşitli toprak koruma önlemlerine gereksinim duyan arazilerdir. V. sınıf araziler düzeltilebilir, drenaj, tuzluluk, taşlılık ve

kayalılık, taşkın alma gibi olumsuz özellikleri ıslah projeleri ile düzeltilerek toprak işlemeli tarıma uygun arazilere dönüştürülebilen arazilerdir. Sahip oldukları ciddi kısıtlar nedeniyle toprak işlemeli tarıma uygun olmayan doğal hayata terk edilmesi gereken çayır, mera, fundalık veya orman örtüsü altında bulundurulması zorunlu araziler ise VI. ve VII sınıfta yer alırlar.



Şekil 4.1. Bursa ili arazi yetenek sınıfları haritası.

Çizelge 4.4. Bursa ili arazi yetenek sınıfları (AKK) alansal ve oransal dağılımı.

ARAZİ YETENEK SINIFLARI		
(AKK)	Alan (da)	Oran (%)
I	68 828,3	6,4
II	83 791,3	7,8
III	74 815,8	7,0
V	55 610,2	5,2
IV	1 734,3	0,2
VI	190 535,1	17,8
VII	521 833,2	48,6
VIII	75 605,2	7,0
TOPLAM	1 072 753,4	100,0

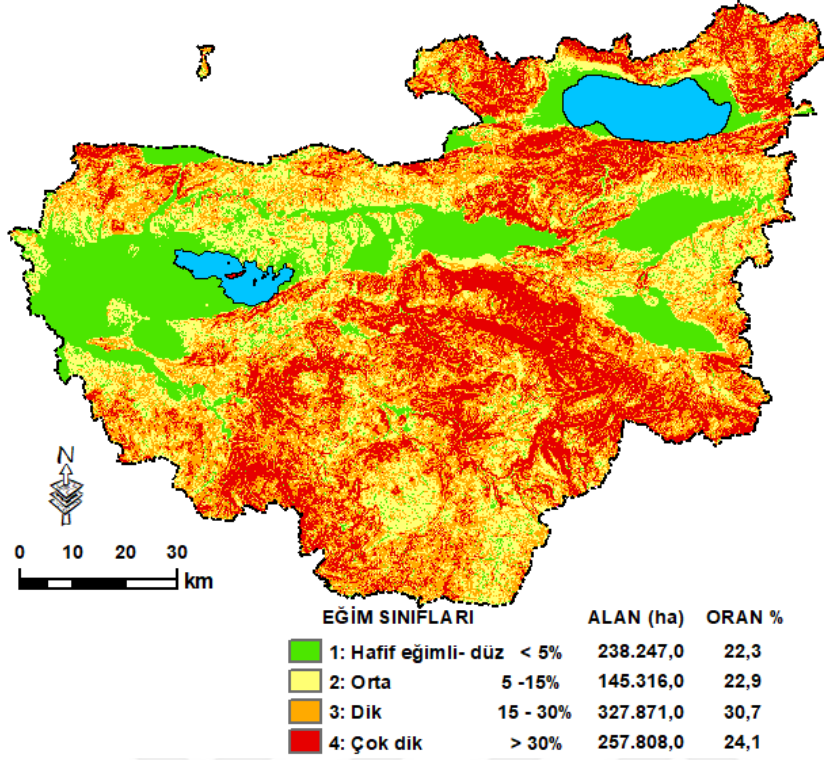
Arazi Yetenek Sınıfları haritasının (Şekil 4.1) alansal ve oransal dağılımlarına (Çizelge 4.4) göre Bursa ilinde toprak işlemeli tarıma uygun arazilerinin (I., II., III. ve IV. sınıf) 283 045,6 ha alanla Bursa ili arazilerinin %26,4'nü oluşturmaktadır. Bursa ili arazi varlığının yarısına yakınının (%48,6'sı) dik-çok dik ve sığ VII. sınıf arazilerden oluşması bu durumun aksine tarımsal niteliği yüksek I. ve II. arazilerin Bursa ili arazi varlığının sadece %14,2'sini (152 619,6 ha) oluşturması söz konusu arazilerin sürdürülebilir kullanılmalarının ve korunmalarının önemini ortaya koymaktadır.

4.2.2. Bursa ili arazilerinin topoğrafik özellikleri

Bursa ili arazilerinin eğim, deniz seviyesine olan yükseklikleri gibi topoğrafik özelliklerine ilişkin verilerin elde edilmesi için, Aksoy ve ark. (2007) tarafından yürütülen bir araştırma projesinde kullanılmak üzere Harita Genel Komutanlığından sağlanmış olan 1/25 000 ölçekli sayısal eş yükselti eğrileri haritaları kullanılmıştır. Söz konusu sayısal haritalar öncelikle ArcGIS yazılımı ortamında birleştirilerek Bursa iline ait 10 m aralıklı topoğrafik eğri haritaları oluşturulmuş, enterpolasyon tekniği ile de Bursa ili 100mx100m sayısal yükseklik modeli haritaları üretilmiştir. Sonuç olarak yöntem bölümünde sunulmuş olan (Şekil 3.2) Bursa ili sayısal yükseklik modeli verisi ArcGIS yazılımının 3D yüzey oluşturma aracı yardımıyla Bursa ili eğim, gölge, vb. haritalarının üretilmesinde temel veri olarak kullanılmıştır.

Sayısal yükseklik modeli verisine göre Bursa ilinde yükseklikler deniz seviyesinde 0 m ile Bursa ilinin en yüksek zirvesi olan Uludağ'da 2540 m arasında değiştiği görülmektedir. Sayısal yükseklik modeli verilerinden elde edilen hücresel eğim haritalarından ArcGIS yazılımı konumsal analiz modülündeki yeniden sınıflandırma yöntemiyle istenen sınıf aralıklarında eğim haritaları üretilmiştir.

CORINE erozyon modelinde erozyon riskinin tahmin edilmesinde ve haritalanmasında eğim sınıfları 1: <%5, 2: %5-15, 3: %15-30 ve 4: >%30 olmak üzere dört sınıf altında dikkate alındığından eğim haritası CORINE erozyon modeli sınıflarına uygun olarak üretilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Bursa ili arazilerinin CORINE erozyon modeline göre eğim sınıfları.

Bursa ili arazilerinin CORINE erozyon modeline göre oluşturulan eğim haritası değerlendirildiğinde hafif eğimli düz düze yakın eğimli %5 ve daha düşük olan araziler araştırma alanının 238 247,00 hektarla %22,3'ünü oluşturmaktadır. % 5-15 orta eğimli araziler Bursa ili arazilerinin %22,9'nu (145 316,90 ha) oluştururken, dik ve çok dik eğimli araziler Bursa ili arazi varlığının %54,8'dir (Şekil 4.4). Başka bir anlatımla, Bursa ili arazilerinin yarısından fazlası eğim açısından erozyon riski yüksek arazilerden oluşmaktadır.

4.3. Bursa İlinde Zamana Bağlı Arazi Örtü Değişiminin (Bozulum) CORINE Erozyon Modeli ile Analizi

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de erozyon toprak ve su kaynaklarını, doğal yaşamı tehdit eden en önemli ve mücadele edilen çevresel sorunlardan birisidir. Bu nedenle, son yıllarda toprak erozyonunun hızlı, ekonomik ve doğru yöntemlerle belirlenerek ülke veya bölge koşullarına uygun koruma önlemlerinin hayata geçirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu bağlamda Bursa ili arazilerinin geçmiş ve güncel verileri

analiz edilerek arazi örtüsündeki olumsuz değişimin ortaya konması, bu değişimin neden olduğu arazi bozulmasının potansiyel ve gerçek erozyon riski açısından Bursa ili arazilerinde yarattığı sorunlar, sorunların ciddiyeti ile önlem alınması gereken öncelikli alanların haritalanması, konumsal dağılımlarının belirlenmesi amacıyla CORINE erozyon modeli ArcGIS yazılımı ortamında çalıştırılmış ve sonuçlar tartışılmıştır.

CORINE erozyon modelinin ArcGIS yazılımı ortamında uygulanmasında gereksinim duyulan veri setleri yöntem bölümünde sunulan metodolojik akış diyagramı uyarınca coğrafi bilgi sistemleri ortamında ilişkilendirilmiştir. ArcGIS yazılımının 3D, konumsal analiz ve harita hesaplama araçları kullanılarak yapılan analizler sonucunda Bursa ili arazilerinin 1990-2018 yıllarına ait potansiyel ve gerçek erozyon haritaları üretilmiştir.

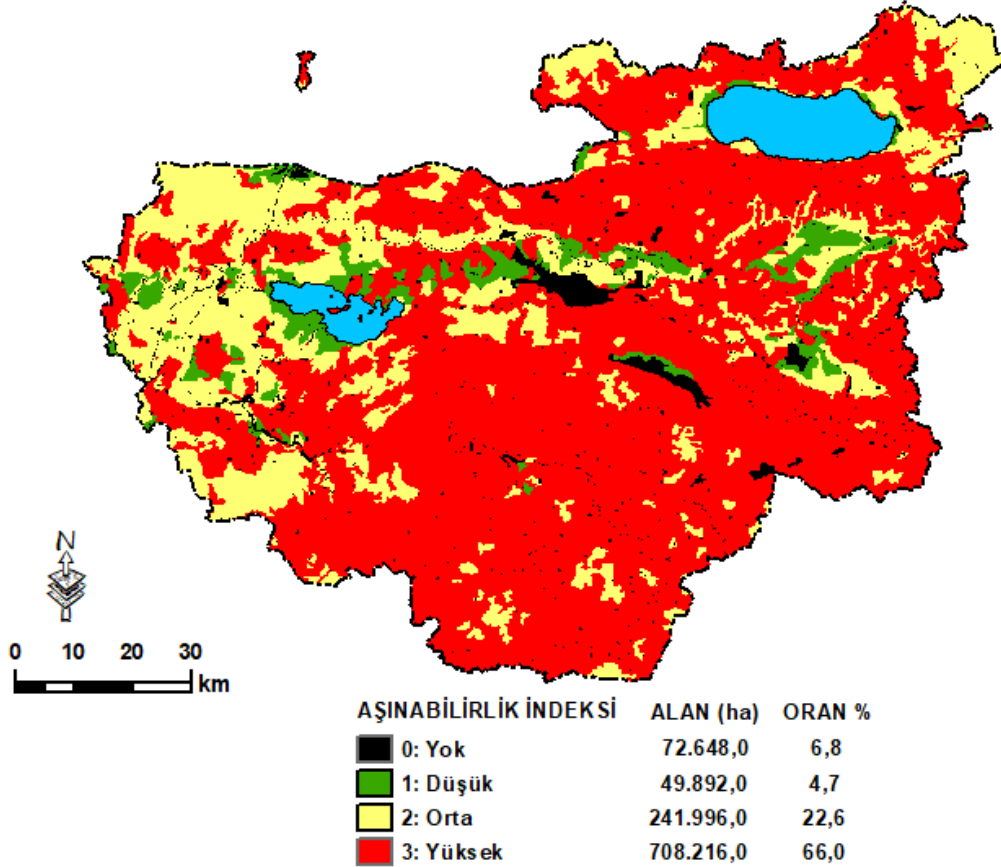
Toprak aşınabilirlik indeksi: [(Tekstür Sınıfı)x(Derinlik Sınıfı)x(Taşlılık Sınıfı)], Aşındırıcı kuvvet indeksi: [(Bagnouls-Gaussen Kuraklık indeksi)x(Fournier Yağış indeksi)], Potansiyel toprak erozyon riski: [(Toprak Aşınabilirlik İndeksi)x(Aşındırıcı Kuvvet İndeksi)x(Eğim İndeksi)], Gerçek toprak erozyon riski: [(Potansiyel toprak erozyon riski)x(Arazi Örtüsü verisi 1990-2018)] katmanları CORINE erozyon modelinde verilen ölçütleri ve sayısal kodları kullanılarak ArcGIS yazılımı ortamında ilişkilendirilmiş ve sonuçta Bursa ilinin 1990-2018 yıllarına ait erozyon risk haritaları üretilmiştir. Böylece, 1990 yılından 2018 yılına kadar geçen 28 yılda meydana gelmiş arazi örtüsündeki değişimlerin gerçek erozyon riski üzerindeki etkileri elde edilmiş ve sonuçları tartışılmıştır.

Toprak aşınabilirlik indeksi: Büyük toprak grupları haritası öznitelik tablosunun düzenlenmesinde (tekstür, derinlik ve taşlılık sınıfları için), Bursa ilinde yürütülen geçmiş araştırmalar, lisansüstü tezler, Aksoy ve ark. (2007) tarafından arazide yürütülmüş çalışmalar ve yapılmış toprak analizlerinden elde edilen bilgiler, Çizelge 4.5’de verilen hidrolik toprak grupları ve BTG ilişkisi (Özer, 1990) ile hidrolik toprak sınıfları ve tekstür sınıfları (Anonim, 2007) ilişkisinden yararlanılmıştır. Bu şekilde Bursa ili BTG haritası öznitelik tablosu yeniden düzenlenerek toprak derinliği, toprak tekstürü ve taşlılık sütunu parametreleri ve kodları elde edilmiştir.

Çizelge 4.5. Büyük toprak grupları ve toprak özelliklerinin kombinasyonuna göre hidrolojik toprak grupları, hidrolik toprak grupları ve toprak tekstürü sınıfları.

HTG	HSG Tekstür Sınıfı (Anonim, 2007)	BTG	Arazi Tipi	Toprak Özellikleri Kombinasyonu
A Minimum İnfiltrasyon Derecesi: 7,5-10 mm/sa	A S-LS-SL	L		1-11, 13-15, 17-19, 21, 22
		A		3, 6, 9, 10
		E, T		1-16
		O		m, p, r ya da bunlarla birlikte h, s, a, k, v (bir veya daha fazla)
			KK, SK, IY	
B Minimum İnfiltrasyon Derecesi: 3-7,5mm/sa	B SiL-L	P, G		1, 2, 5, 6, 9, 10
		C, D, M, N		1-10
		E, T		17-24
		B, F, R, Y		1-8
		U		1, 2, 3
		L		12, 16, 20, 24
		X		1-4
		K		4-6, 13-15, 22-24
		A		3, 6, 9, 10 ile h, s, a, k, v (bir veya daha fazla)
C Minimum İnfiltrasyon Derecesi: 0,8-3 mm/sa	C SCL	P, G		3, 4, 7, 8, 11-22
		C, D, M, N		11-18
		B, F		9-23
		U		4-21
		R		9-21
		L, E, T		25
		Y		9-25
		X		5-20
		K		1-3, 10-12, 19-32
		Ç		3, 6, 9
D Minimum İnfiltrasyon Derecesi: 0-0,8 mm/sa	D CL-SiCL-SC-SiC C	A		2, 5, 8 ile h, s, a, k, v (bir veya daha fazla)
		P, G		23, 24, 25
		C, D, M, N		19-25
		B, F		24, 25
		R, U		22-25
		V		1-25
		Z		1-4
		A		1, 4, 7 ya da h, s, a, k, v, y (bir veya daha fazla)
		H		H veya h, s, a, k, v (bir veya daha fazla)
		S		S veya h, s, a, k, v (bir veya daha fazla)
		X		21-25
		Ç		1, 2, 4, 5, 7, 8
			SB, ÇK	

Söz konusu parametreleri temsil eden CORINE kodlarının birbiriyle çarpılması sonucu elde edilen değere karşılık gelen CORINE sınıflarına göre BTG haritası yeniden sınıflandırılarak toprak aşınabilirlik endeksi ve kodları katmanı elde edilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Bursa ili arazilerinin aşınabilirlik indeks haritası.

Toprak aşınabilirlik indeks haritası ve indeks sınıfları haritasına göre Bursa ili arazilerinin %66,0'sı (708 216, 0 ha) yüksek, %22,6'sı (241 996,0 ha) orta aşınabilirlik riskine sahip arazilerden oluşmaktadır. Toprak aşınabilirlik riski düşük araziler araştırma alanının 49 892,0 hektarla sadece %4,7'sini oluşturmaktadır. Bu durum, Bursa ili topraklarının %80'den fazlasının aşınmaya hassas toprak derinliği (orta derin ve sıg) ve toprak tekstürü (orta, orta ince ve kaba) sınıflarında yer aldığını göstermektedir.

Aşındırıcı kuvvet indeksi: Çalışma alanına ve yakın çevresine ait meteoroloji istasyonlarının çok yıllık aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri ile yöntemde verilen

BGI: Bagnouls-Gaussen kuraklık indeksi (Eşitlik 4.1) ve FI: Fournier yağış indeksi değerleri (Eşitlik 4.2) kullanılarak yapılan işlemle Bursa İlini tanımlayan kuraklık ve yağış indeks sınıfları belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

$$BGI = \sum_{i=1}^{12} (2t_i - P_i)k_i \quad (\text{Eşitlik 4.1})$$

Eşitlik 4.1’de, t_i : i ayı için ortalama sıcaklık değerini, P_i , i aya ait toplam yağışı K_i : $2t_i - P_i > 0$ olduğu ayları ifade etmektedir.

$$FI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P} \quad (\text{Eşitlik 4.2})$$

Eşitlik 4.2’de, P_i : i aya ait toplam yağışı, P : yıllık toplam yağışı ifade etmektedir.

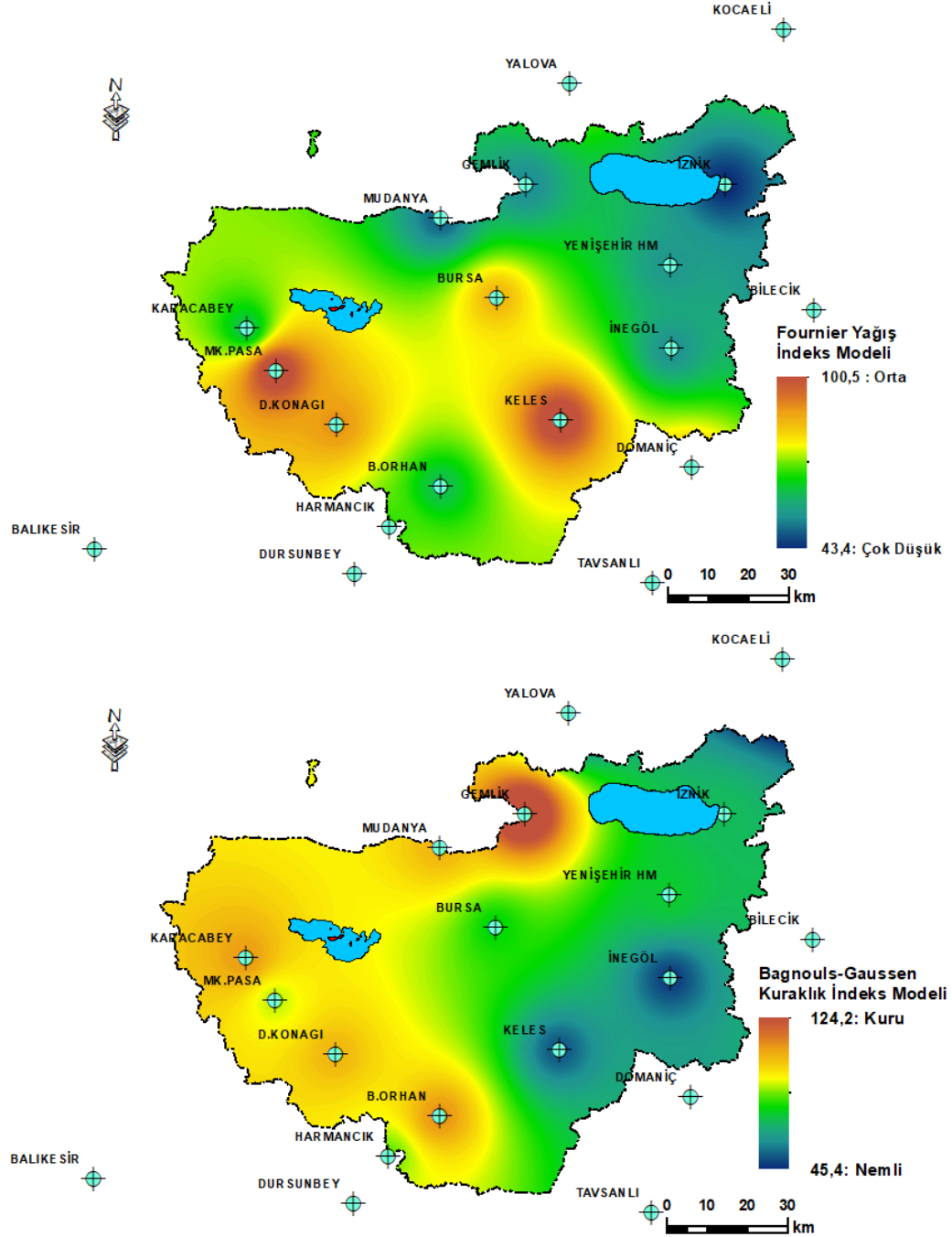
Çizelge 4.6. Meteoroloji istasyonlara ait FI ve BGI değerleri ve CORINE sınıfları.

İSTASYON ADI	FI	BGI	Aşındırıcı güç CORINE Sınıfları			
			FI Sınıf kodu*	BGI-Sınıf kodu**	FI*BGI	Aşındırıcı güç sınıf kodu
BURSA	83,0	70,9	2	3	6	2:Orta
BALIKESİR	84,4	130,2	2	4	8	3:Yüksek
MK. PASA	100,6	81,5	3	3	9	3:Yüksek
D.KONAGI	86,8	93,9	2	3	6	2:Orta
DOMANIÇ	83,1	58,4	2	3	6	2:Orta
B.ORHAN	60,1	99,1	2	3	6	2:Orta
HARMANCIK	66,7	76,7	2	3	6	2:Orta
KELES	100,3	50,1	3	3	6	2:Orta
DURSUNBEY	79,3	90,3	2	3	6	2:Orta
TAVSANLI	63,0	57,5	2	3	6	2:Orta
KOCAELİ	73,6	6,8	2	2	4	2:Orta
YALOVA	73,8	39,8	2	2	4	2:Orta
BİLECİK	42,3	70,8	1	3	3	1:Düşük
İNEGÖL	53,1	47,3	1	2	2	1:Düşük
GEMLİK	51,9	124,2	1	3	3	1:Düşük
İZNİK	43,5	65,3	1	3	3	1:Düşük
YENİŞEHİR HM	53,9	68,6	1	3	3	1:Düşük
MUDANYA	48,3	93,6	1	3	3	1:Düşük
KARACABEY	60,5	98,0	2	3	6	2:Orta

*FI Sınıf kodu: 2-Düşük; 3-Orta; 4-Yüksek; 5-Çok yüksek

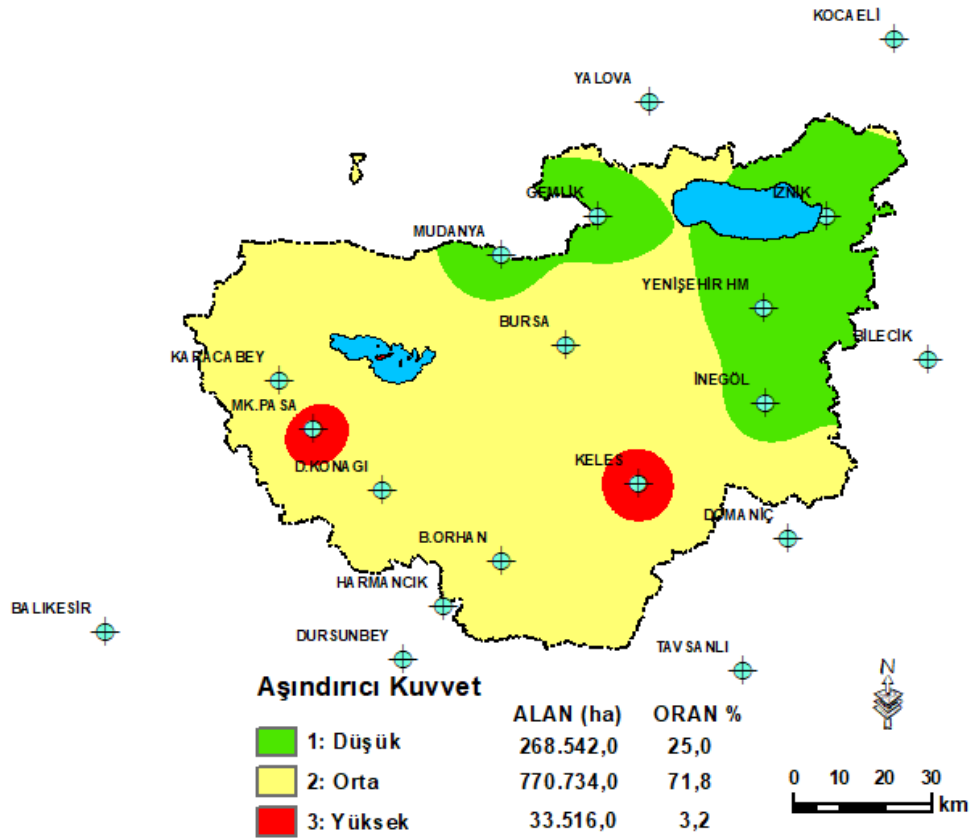
**BGI Sınıf Kodu:2-Nemli; 3-Kuru; 4-Çok kuru

Meteoroloji istasyonlarının coğrafik konumlarına dayanarak hesaplanan FI ve BGI indeks değerlerine ait nokta verisi ve öznitelik tabloları üretilmiştir. Nokta verilerinin öznitelik tablosundaki FI ve BGI sütun değerleri ArcGIS 3D modülü ortamında nokta verilerinden terssinir ağırlıklı mesafe interpolasyon tekniği ile yüzey haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Aşındırıcı kuvvetin hesaplanmasında kullanılan meteoroloji istasyonlarının konumu, FI ve BGI yüzey haritaları.

Şekil 4.4’de verilen FI ve BGI yüzey haritaları Çizelge 4.6’da açıklanan CORINE aşındırıcı kuvvet sınıf kodları kullanılarak ArcGIS yazılımının konumsal analiz ve harita hesaplama araçları yardımıyla yeniden sınıflandırılmıştır. Yeniden sınıflandırma sonunda Bursa ilinde iklimin aşındırıcı kuvvet indeksi haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.5). Aşındırıcı kuvvet indeksi haritasına göre Bursa ili toprakları sahip oldukları yağış ve sıcaklık özellikleri nedeniyle düşükten yükseğe değişen aşındırıcı kuvvetin etkisi altında bulunmaktadır.

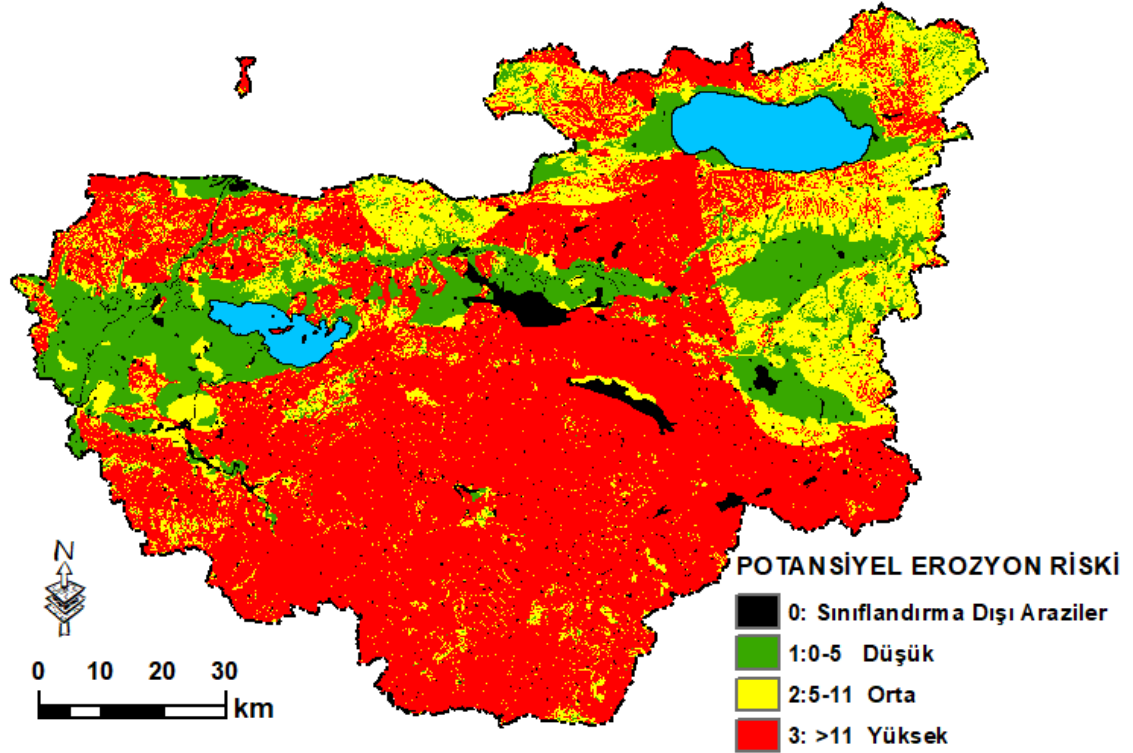


Şekil 4.5. Bursa ili arazilerinin aşındırıcı kuvvet indeksi sınıfları haritası.

Bursa ili arazilerinde aşındırıcı kuvvet indeksi sınıfı orta olan araziler %71,8 (770 734,0 ha), aşındırıcı kuvvet indeksi sınıfı düşük olan araziler %25 (268 542 ha), aşındırıcı kuvvet indeksi sınıfı yüksek olan araziler ise çok küçük yayılım oranı (%3,2) ve alanına (33 516,0 ha) sahiptir (Şekil 4.5).

Potansiyel toprak erozyon riski: CORINE erozyon modeline göre bu aşamaya kadar üretilen ve Şekil 4.4, Şekil 4.5. ve Şekil 4.7’de verilen haritaların CORINE sınıf kodlarına ait değerleri ArcGIS yazılımının konumsal analiz ve harita hesaplama araçları

yardımıyla çarpılarak birleştirilmiş elde edilen yeni değerler yeniden sınıflandırılarak potansiyel toprak erozyon riski indeks sınıfları haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.7).



Şekil 4.6. Bursa ili arazilerinin potansiyel erozyon riski haritası.

Söz konusu haritanın erozyon risk sınıflarının analiz edilmesiyle Bursa ilinde potansiyel olarak riskli arazilerin alansal ve oransal dağılım verileri üretilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Bursa ili arazilerinin potansiyel erozyon riski sınıflarının alansal ve oransal dağılımı.

POTANSİYEL EROZYON RİSKİ	Alan (da)	Oran (%)
0: Sınıflandırma dışı araziler	72 353,0	6,7
1: 0-5; düşük	163 320,0	15,2
2: 5-11; orta	209 067,0	19,5
3: >11; yüksek	628 013,4	58,5

Çizelge 4.7'ye göre Bursa ili arazilerinin yarısından fazlası (%58,5) toprak, iklim, eğim koşulları nedeniyle potansiyel erozyon riski yüksek arazi sınıfında yer almaktadır. Potansiyel erozyon riski düşük araziler Bursa ilinde %15,2 oranla 163 320,0 ha alan

kaplamaktadır. Potansiyel erozyon riski orta derecede olan araziler ise araştırma alanında %19,5'lik oran ve 209 067,0 ha alana sahiptir.

Bu durum Bursa ili arazilerin sürdürülebilir kullanımı açısından dikkat edilmesi gereken ciddi bir durumdur. Bursa ili arazilerinin sürekli olarak bitki örtüsü altında değiller ise veya toprak koruma önlemleri alınmadan normal toprak işleme, gübreleme ve arazi yönetimi koşullarında zarar görmeyecek olan araziler Bursa ilinin sadece %15,2'sini oluşturmaktadır. Potansiyel erozyon riski yüksek, sürekli bitki örtüsü altında tutulması gereken veya ciddi toprak koruma önlemlerinin alınmasını gerektiren, tarımsal üretimin çok dikkatli ve sınırlı düzeyde yapılmasını gerektiren araziler ise Bursa ilinin %78'ni oluşturmaktadır (Şekil 4.6, Çizelge 4.7).

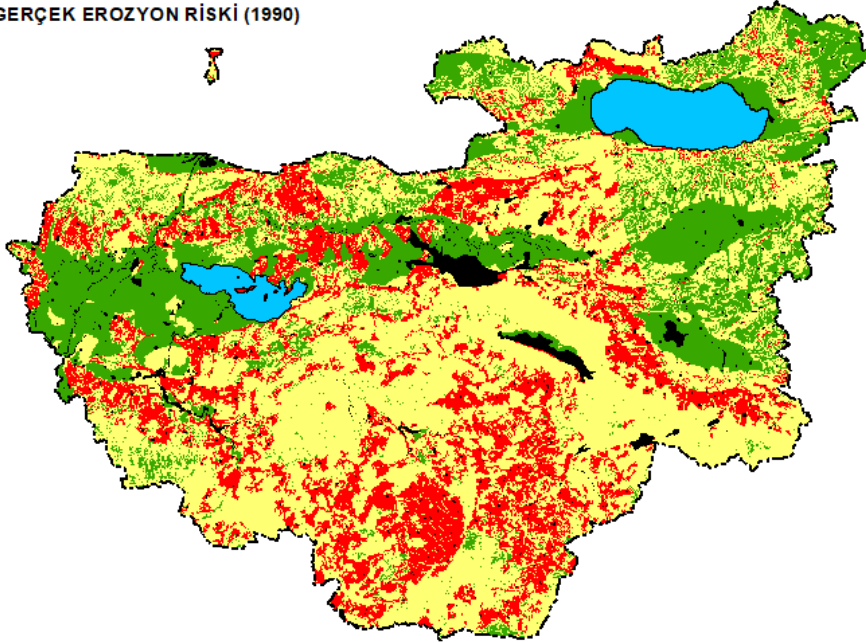
Gerçek toprak erozyon riski: 1990 ve 2018 yıllarına ait Bursa ili CORINE projesi arazi örtü haritalarının CORINE erozyon modelinde bütünüyle korunmuş alan sınıfında değerlendirilen orman, fundalık, çalılık mera/otlak gibi doğal ve sürekli olarak bitki ile kaplı alanların (311, 312, 313, 321, 323 ve 324 arazi örtü kodları) potansiyel erozyon haritaları ile birleştirilmesi sonucu elde edilen yeni sınıf değerlerinin Çizelge 4.8'de verilen birleştirme matrisi uyarınca yeniden kodlanmasıyla gerçek toprak erozyon risk haritaları 1990 ve 2018 yılları için üretilmiştir (Şekil 4.7). Ayrıca söz konusu haritalar ArcGIS ortamında analiz edilerek Bursa ili gerçek erozyon risk haritalarına ait oransal ve alansal dağılımlar elde edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.9'de sunulmuştur.

Çizelge 4.8. Potansiyel erozyon risk ve arazi örtüsü birleştirme matrisi.

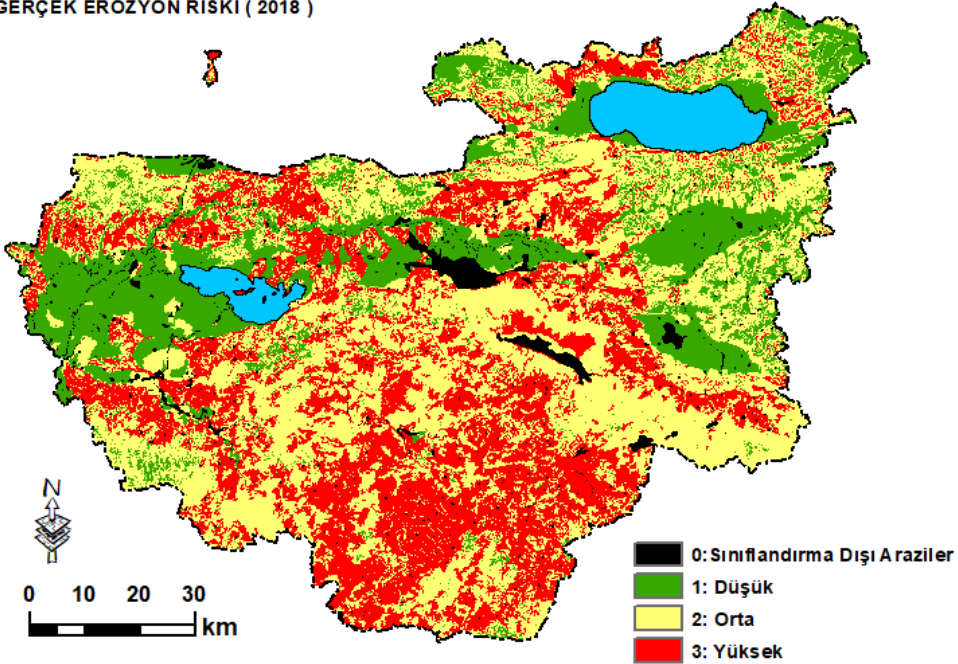
POTANSİYEL EROZYON RİSK İNDEKSİ		SINIFLANDIRMA KAPSAMI DIŞI	DÜŞÜK	ORTA	YÜKSEK
		0	1	2	3
ARAZİ	1	0	1	1	2
ÖRTÜSÜ	2	0	1	2	3

Söz konusu birleştirme matrisi potansiyel erozyon risk haritası sınıf değerlerinin bütünüyle korunan arazi örtüsü sınıfı değerleri ile çakıştığı durumda potansiyel erozyon sınıf değeri yüksek erozyon riski sınıfında bulunuyorsa orta, orta erozyon risk sınıfında ise düşük sınıfa atanacağını göstermektedir. Ayrıca bütünüyle korunmayan alanlar ile çakışan potansiyel erozyon sınıf değerleri ile düşük sınıfta sınıflandırılmış potansiyel erozyon değerleri değişmeksizin kodlanmaktadır.

GERÇEK EROZYON RİSKİ (1990)



GERÇEK EROZYON RİSKİ (2018)



Şekil 4.7. Bursa ili arazilerinin gerçek erozyon riski haritaları (1990-2018).

Çizelge 4.9. Bursa ili arazilerinde gerçek erozyon riskinin alansal ve oransal dağılımı (1990-2018).

GERÇEK EROZYON RİSKİ	1990		2018		DEĞİŞİM 1990-2018 (ha)
	Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)	
0: Sınıflandırma dışı araziler	72 342,0	6,7	72 342,0	6,7	0,0
1: Düşük	249 829,0	23,3	223 195,0	20,8	-26 634,0
2: Orta	535 932,0	50,0	452 075,0	42,1	-83 857,0
3: Yüksek	214 650,4	20,0	325 141,4	30,4	+110 491,0

Şekil 4.7 ve Çizelge 4.9’da sunulan 1990 ve 2018 yıllarına ait gerçek erozyon risk verileri değerlendirildiğinde, 1990 yılında orta ve yüksek riske sahip olan araziler Bursa ilinin %70’ni (750 582,4 ha) oluşturmakta iken özellikle orman ve doğal bitki örtüsündeki bozulma veya azalma nedeniyle orta ve yüksek erozyon riskine sahip araziler artarak Bursa ilinde 2018 yılı itibariyle %72,5’lik (777 216,4 hektar) bir orana ulaşmıştır. Ayrıca gerçek erozyon riski düşük olan araziler bitki örtüsündeki azalışa bağlı olarak incelenen yıllar içinde 26 634 ha azalmıştır.

İncelenen 28 yıllık süreçte Bursa ilindeki orman ve doğal bitki örtüsünün koruyucu, erozyon riskini azaltıcı etkisinden yoksun kalan toprak, topoğrafya ve iklim koşulları nedeniyle erozyon riski yüksek arazilerde düşük ve orta erozyon riskine sahip araziler alansal ve oransal olarak azalırken, yüksek erozyon riskine sahip araziler %10,3’lük oranla artarak 1990 yılında 210 650,4 ha iken 2018 yılında 325 141,4 ha olmuştur (Çizelge 4.9).

4.4. CORINE Genel Arazi Örtüsündeki Çok Yıllık Değişimin Arazi Yetenek Sınıfları Bağlamında Analizi

1990 ve 2018 yılı CORINE arazi örtü haritalarının (Çizelge 2.2’de ayrıntılı olarak verildiği üzere) 1. seviye arazi örtü sınıflarına; 1. Yapay bölgeler, 2. Tarımsal alanlar, 3. Orman ve yarı doğal alanlar, 4. Sulak alanlar, 5. Su kütlelerine göre sınıflandırılarak arazi yetenek sınıfları haritası ile, ArcGIS yazılımının konumsal analiz modulündeki

zonal aracının bütünleştirme işlemi ile bütünleştirilmiştir. Yapılan işlem sonunda her bir genel kullanım sınıfına denk gelen arazi yetenek sınıflarına ilişkin alansal ve oransal veriler tablosal olarak 1990 ve 2018 yılları için ayrı ayrı elde edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 incelendiğinde 1990-2018 yılları arasında geçen 28 yıllık süreçte Orman ve yarı doğal alanların her arazi yetenek sınıfına denk gelen arazilerde bir azalma; Yapay bölgelerin (sürekli ve süreksiz şehir yapısı, sanayi ve ticaret alanları, maden çıkarım sahaları, vb.) her bir arazi yetenek sınıfına denk gelen arazilerde de artma söz konusudur. Tarım alanları dikkate alındığında, I. II. III. IV. sınıf yani işlemeli tarıma uygun verimli arazilerde azalma, aksine işlemeli tarıma uygun olmayan V., VI. ve VII. sınıf arazilerde bir artış söz konusudur. Bu durum verimli tarım arazilerinin amacı dışında kullanılarak geri kazanılamayacak biçimde yok edildiğini gösterirken dik ve çok dik eğimli ve sığ, toprak işlemeli tarıma uygun olmayan arazilerde tarıma başlandığını göstermektedir.

Çizelge 4.10'daki yapay bölgeler satırı incelendiğinde, 28 yılda 14 134 hektar tarım arazinin yapay bölgelere dönüştüğü görülmektedir. Söz konusu dönüşüm miktarında I. sınıf tarım arazilerinin payı 2 368 hektar; II. sınıf arazilerin payı ise 5 863 hektardır. Yani işlemeli tarımsal üretime uygun 14 134 hektar arazinin 8 231 hektarı I. ve II. arazi yetenek sınıfına sahip arazilerdir.

Genel olarak Çizelge 4.10 değerlendirilecek olursa 28 yıllık süreçte meydana gelen arazi örtü değişimlerinden en çok orman veya yarı doğal alanlar ile tarım alanlarının olumsuz etkilendiği görülmektedir. İncelenen 28 yıllık süreçte yapay bölgeler 25 536 hektar artar iken orman veya yarı doğal alanlar 16 111 hektar, tarım alanları net (kazanç ve kayıplar toplandığında) olarak 9 030 hektar azalmıştır.

Çizelge 4.10. CORINE genel arazi örtüsündeki çok yıllık değişimlerin arazi yetenek sınıfları bağlamında analizi.

CORINE LCLU GENEL (1. SEVİYE)	AKK	LC90_Alan (HA)	LC18_Alan (HA)	LC90_LC18 FARK	Oran (%)
1. YAPAY BÖLGELER	I	988	3356	2368	239,68
	II	1855	7718	5863	316,06
	III	1565	5130	3565	227,80
	IV	724	3062	2338	322,93
	VI	1532	3153	1621	105,81
	VII	1522	5793	4271	280,62
	VIII	8757	12267	3510	40,08
2. TARIMSAL ALANLAR	I	65759	63600	-2159	-3,28
	II	77491	71716	-5775	-7,45
	III	65414	62809	-2605	-3,98
	IV	37290	35060	-2230	-5,98
	V	168	177	9	5,36
	VI	106766	109681	2915	2,73
	VII	120835	124512	3677	3,04
	VIII	14613	11751	-2862	-19,59
3. ORMAN VE YARI DOĞAL ALANLAR	I	1515	1340	-175	-11,55
	II	3816	3363	-453	-11,87
	III	6942	6086	-856	-12,33
	IV	17290	17090	-200	-1,16
	VI	81869	77207	-4662	-5,69
	VII	396938	387881	-9057	-2,28
	VIII	7559	6851	-708	-9,37
4. SULAK ALANLAR	I	142	201	59	41,55
	II	305	356	51	16,72
	III	400	384	-16	-4,00
	IV	161	151	-10	-6,21
	V	626	1397	771	123,16
	VI	9	9	0	0,00
	VII	1079	1128	49	4,54
	VIII	1350	2061	711	52,67
5. SU KÜTLELERİ	I	462	369	-93	-20,13
	II	316	630	314	99,37
	III	477	389	-88	-18,45
	IV	21	123	102	485,71
	V	944	164	-780	-82,63
	VI	165	291	126	76,36
	VII	788	1848	1060	134,52
	VIII	43222	42571	-651	-1,51

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Son çeyrek yüzyılda Dünya nüfusunun sürekli artışı sonucu canlıların ve özellikle insanların beslenmesinde önemli bir yeri olan tarım arazilerinin amaçları dışında, hatalı ve bilinçsiz kullanımları gıda güvencesi konusunda ciddi problemleri de beraberinde getirmektedir. Sanayileşme, orman ve mera alanlarının amaç dışı kullanımlara açılması, kentleşme gibi etmenler doğal varlıkların geri kazanılamayacak biçimde yok edilmesine yol açmakta, özellikle gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere global çevrede örnek verilebilecek başlıca olumsuz değişim ve bozulmalar arasında yer almaktadır. Bu değişimler insanlığın ilk çağlarından günümüze devam etmekte olsa da son yıllardaki hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve bunlara bağlı şehirleşme gereksinimi doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı giderek artırmaktadır.

Söz konusu baskının olumsuz etkilerinin önlenmesi veya azaltılması öncelikle doğal kaynaklarımızın, topraklarımızın son durumunun, sorunlarının, nitelik ve niceliklerinin belirlenmesine ve haritalandırılmasına bağlıdır. Son yıllarda uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri, bilgisayar, görüntüleme araçları ve yazılım teknolojilerindeki gelişmelerin de katkısıyla doğal kaynakların gözlenmesinde doğru, hızlı, ekonomik ve yaygın olarak kullanılan araçlar haline gelmiştir.

Bu araştırma, paylaşılabılır, çakıştırılabilir güncel verilerin varlığının ve kullanıma açılmasının önemini bir kez daha göstermiştir. Günümüzdeki teknolojik gelişmelerin araştırmacılara ve karar vericilere sunduğu uzaktan algılama teknikleri ve coğrafi bilgi sistemleri karar alma süreçlerinde kullanılacak bilgilerin sentezini sağlıklı, hızlı ve ekonomik biçimde elde edilmesini sağlamaktadır. UA ve CBS ile geliştirilmiş modellerin karar alma süreçlerinde uygulamaya alınması doğru ve güncel sayısal verilerin varlığına bağlıdır. Bu nedenle, bu çalışmanın amaçlarına uygun doğrulukta yürütülmesinde karşılaşılan en önemli zorluk, ülkemize ait toprak seri ve fazlarını esas alan güncel toprak haritalarının bulunmayışı olmuştur. CORINE toprak erozyon modelinde toprakların aşınabilirlik indeksinin hesaplanmasında temel alınan tekstür, derinlik ve taşlılık parametrelerinin elde edilmesinde hali hazırda var olan 1/100 000 ölçekli büyük toprak grupları haritası yetersiz kalmaktadır. Söz konusu bu yetersizlik

Bursa ili topraklarında daha önce yapılan akademik çalışmalar, toprak analiz sonuçları, arazi çalışmalarından derlenen bilgiler ile giderilmeye çalışılmıştır. Doğal kaynaklar ile ilgili yapılan tüm çalışmalarda gereksinim duyulan ve temel altlık veri olarak kullanılan detaylı toprak etüd ve haritalarının toprak serileri ve fazları temel alınarak tüm Türkiye toprakları için üretilmesi acil bir zorunluluktur.

İncelenen 1990-2018 yıllarına ait CORINE arazi örtü verileri ile arazi yetenek sınıfları haritasının temel alındığı bu araştırmanın sonucunda, geçen 28 yıllık süreçte orman ve yarı doğal alanların her arazi yetenek sınıfına denk gelen arazilerinde ciddi azalma, yapay bölgelerin (sürekli ve süreksiz şehir yapısı, sanayi ve ticaret alanları, maden çıkarım sahaları, vb.) her bir arazi yetenek sınıfına denk gelen arazilerinde de artma olduğu belirlenmiştir. Bu durum iğne ve geniş yapraklı orman, fundalık ve çalılıklar başta olmak üzere bitki örtüsünün, özellikle de madencilik faaliyetleri ile tahrip edildiğini göstermektedir. İncelene 28 yıllık süreçte tahrip edilen orman ve yarı doğal alanların miktarı 16 111 hektardır.

Söz konusu bozulma tarım alanları temel alınarak karşılaştırıldığında I., II., III., IV. sınıf yani işlemeli tarıma uygun verimli arazilerde azalma, aksine işlemeli tarıma uygun olmayan V., VI. ve VII. sınıf arazilerde alansal artış olduğu da saptanmıştır. Bu durum verimli tarım arazilerinin amacı dışında kullanılarak geri kazanılamayacak biçimde yok edildiğini göstermektedir. Bunun aksine, işlemeli tarıma uygun olmayan dik-çok dik eğimli ve sığ toprakların da tarımsal üretime açıldığı görülmektedir. Bu araştırma sonuçlarına göre incelenen 28 yıllık süreçte 14 134 ha verimli tarım arazisinin yani bir Yenişehir ovası büyüklüğündeki arazinin çoğunlukla sanayi, yerleşim, vb. yapay bölgelere dönüştürülerek yok edildiği belirlenmiştir. Geri dönüşü olmayacak şekilde kaybedilen tarım alanlarının 2 368 hektarı I. sınıf, 5 863 hektarı ise II. sınıf arazilerden oluşmaktadır.

1990-2028 yıllarına ait arazi örtüsü haritaları ile CORINE erozyon modeli kullanılarak üretilen Bursa ili potansiyel erozyon risk haritalarının karşılaştırmalı analizleri yapılmıştır. İncelenen 28 yıllık süreçte Bursa ilinde orman ve doğal bitki örtüsünün koruyucu ve toprak kaybı riskini azaltıcı etkisinden yoksun bırakılan araziler fazladır.

Toprak, topoğrafya ve iklim koşullarının erozyona yatkınlığı nedeniyle yüksek toprak kaybı riski taşıyan bu araziler için özel önlemler alınmalıdır. Bu araştırma sonuçlarına göre, Bursa ili arazilerinin düşük ve orta erozyon riskine sahip alanları alansal ve oransal olarak azalırken yüksek erozyon riskine sahip alanları %10,3 artarak 1990 yılında 210 650,4 hektar iken 2018 yılında 325 141,4 hektar olmuştur.

Yukarıda açıklanan orman ve yarı doğal alanlardaki yok edilişin artarak süreceği varsayıldığında erozyon riski orta ve yüksek olarak saptanan alanların tarım yapılan kesimlerinde eğime dik sürüm veya sekileme gibi toprak koruma önlemleri mutlaka alınmalıdır. Ayrıca orman, fundalık, çalılık, çayır ve mera gibi doğal bitki örtüsüne sahip alanların daha fazla tahrip edilmesi, bozulması önlenmeli ve bitki yoğunluklarının ve kalitelerinin artırılması sağlanmalıdır.

CORINE erozyon modelinin Bursa ili arazilerine uygulanması ve risk haritalarının oluşturulması sırasında kullanılması zorunlu sayısal toprak, topoğrafya, iklim ve bitki örtüsü haritalarına ait nokta, çizgi, poligon ve raster veri modellerinin bilgisayar ortamına alınmasında, analizinde, karmaşık birleştirme ve üst üste çakıştırma işlemlerinin yapılmasında, sonuç haritalarının üretilmesinde, istatistiksel sonuçların elde edilmesinde kullanılan ArcGIS yazılımının çok güçlü ve kolay uygulanabilir araçlara sahip olması araştırmanın doğruluğunu ve çalışmaların hızını arttırmıştır.

Bu çalışmanın amaçlarına ulaşılmasında ücretsiz, kolay ve herhangi bir ek işlem gerektirmeden diğer verilerle çakıştırılabilir, analiz edilebilir ve en önemlisi güncel, doğru ve çok yıllık arazi örtüsü verilerinin CORINE projesi kapsamında araştırmacıların paylaşımına sunulmuş olması yatmaktadır. Ülkemiz için de veri paylaşımı açısından ulaşılması gereken hedef bu olmalıdır. CORINE veri setlerini kendi ülkemiz bakanlığının veri tabanından kişisel bilgisayar ortamına indirmedeğimiz de üzücü olsa bir gerçektir. Bu durum düzeltilmelidir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, E., Çullu, M.A. ve Ergün, H. 1997.** Bursa İlinde Doğal Kaynaklardaki Olumsuz Değişimlerin Belirlenmesinde Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Teknikleri Uygulamaları. *Üçüncü Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri*, 16-18 Mayıs, Bildiriler, V-22, Harita Genel Komutanlığı Matbaası, Ankara.
- Aksoy, E., Özsoy G., Dirim M.S., Tümsavaş, Z., Alacalı, İ., Ata,R. 2007.** Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanarak Mustafakemalpaşa Çayı Havzasında Güncel Arazi Kullanım/Örtüsü ve Potansiyel Erozyon Riskinin Belirlenmesi (UÜBAP Z-2003/96).
- Aksoy, E., Özsoy, G., Tümsavaş, Z., Karaata, E.U. 2016.** GIS aided erosion risk mapping of Kizkayasi dam watershed by using CORINE model. *27 th International Scientific-Expert Congress of Agriculture and Food Industry*, 26-28 September 2016, Bursa, Türkiye, Abstract book p.107.
- Aksoy, E., Özcan, B., Doğrama, E., Özsoy, G., Karaata, E.U. 2019.** Investigation and Comparison on Past and Present Erosion Risk in the Cinarcik Dam Basin by Corine Erosion Model. *10th International Soil Congress 2019: Successful Transformation toward Land Degradation Neutrality: Future Perspective 17-19 June 2019, Ankara, Turkey. Proceedings Book (Abstract)* p195.
- Anonim. 1987.** Genel Toprak Amenajman Planlaması. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 1992.** CORINE: soil erosion risk and important land resources in Southeastern regions of the European community. EUR 13233, Luxembourg, Belgium, pp 32-48
- Anonim. 1995.** Bursa İl Arazi Varlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 2007.** U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. National Engineering Handbook, Part 630 Hydrology, Chapter 7. Hydrologic Soil Groups. Washington, DC.
- Anonim. 2010.** GIS and Mapping Software.<http://www.esriturkey.com.tr/ESRI> (Environmental Systems Research Institute). ArcInfo Desktop, Version 9.3. Redlands, CA.
- Anonim. 2019.** İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması SEGE-2017. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü Yayını:3, Araştırma Raporu:3, Ankara.
- Anonim. 2020.** 2020 Yılı Faaliyet Raporu. <https://bursa.tarimorman.gov.tr/Link/37/> Faaliyet-Raporlari (Erişim Tarihi: 15. Ağustos 2021).

Anonim. 2021a. CBS ve Uzaktan Algılama (Arazi Örtüsü/Kullanımı) İstatistikleri. <https://rip.tarimorman.gov.tr/Sayfa/Detay/679>-(Erişim tarihi: 28.08.2021)-

Anonim. 2021b. Türkiye’de yapılan Çalışmalar. <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/turkiyecalismalar.html>-(Erişim tarihi: 28.08.2021)-

Anonim. 2021c. Copernicus, Land Monitoring Services, Corine Land Cover <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> (Erişim tarihi: 28.08.2021)

Aranoff, S. 1989. *An Introduction to Geographic Information Systems*. WDL Publications, Ottawa. 294 p.

Ateşoğlu, A. 2016. Havza Çalışmalarında Kullanılan CORINE 2006 Arazi Sınıflandırma Verilerinin Doğruluğunun Araştırılması. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66(1), 173-183.

Bai ZG, Dent DL, Olsson L, Schaepman ME 2008. Proxy Global Assessment of Land Degradation. *Soil Use and Management* 24 (3):223-234

Barbier, E B. 1987. The Concept of Sustainable Development. *Environ Conserv* 14, 2, pp 101-110.

Bayramin, I., Erpul, G., Erdoğan, H.E. 2006. Use of CORINE methodology to assess soil erosion risk in the semi-arid area of Beypazari, Ankara. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(2):81-100.

Büttner, G., Feranec, J. and Gabriel, J. 2002. Corine Land Cover Update 2000. *Technical Report, European Environment Agency, Copenhagen*.

Caetona, M., Nunes V., ve Nunes, A. 2009. CORINE Land Cover 2006 for Continental Portugal. *Technical Report, Instituto Geográfico Português*. http://mapas.dgterritorio.pt/atom-dgt/pdfcous/CLC2006/CORINE_Land_cover_2006_for_Continental_Portugal.pdf, (Erişim Tarihi: 13.05.2018).

Çelik, M., Saygin, Ö., Süer, A., Kinaci, O., Günay, E., Çactaş, E., Dal, F. 2004. Şehir Planlamada Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Çalışmaları. Türkiye 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildirisi, 6-9 Ekim 2004, Fatih Üniversitesi, İstanbul.

Congalton RG, Gu J, Yadav K, Thenkabail P, Ozdogan M. 2014. Global Land Cover Mapping: A Review and Uncertainty Analysis. *Remote Sensing*. 2014; 6(12):12070-12093. <https://doi.org/10.3390/rs6121207>

Costa, MH, Pires, GF. 2009. Effects of Amazon and Central Brazil deforestation scenarios on the duration of the dry season in the arc of deforestation. *Int. J. Climatol*. 30: 1970–1979, DOI: 10.1002/joc.2048 .

Dengiz, O., Akgül, S. 2005. Soil erosion risk assessment of the Gölbaşı environmental protection area and its vicinity using the CORINE model, Ankara. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 29:439-448.

Dinç, U., Kapur, S., Akça, E., Şenol, S., Dinç, A.O., Özden, M., Keskin, S. (2001). 1:1.000.000 Ölçekli Türkiye Coğrafi Toprak Veri Tabanı.

Dindaroğlu, T. ve Canpolat, M.Y., 2014. Erzurum İli Kuzgun Baraj Gölü Havzasında Gerçek ve Potansiyel Erozyon Risk Alanlarının CORINE Yöntemiyle Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 16(4), 8-15.

Doğrama, E. 2020. Balıkesir Ovası Arazilerinin Güncel Arazi Kullanım Durumu ve Sürdürülebilir Yönetimi. BUÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi. Bursa.44 s.

Erol, E., Çanga, R.M. 2004. Coğrafi bilgi sistemi tekniği kullanılarak erozyon risk değerlendirmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(2):136-143.

European Environment Agency. 2018. CORINE Land Cover. <https://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover> (Erişim T.: 17.06.2018).

Everest, T., Özcan, H. 2017. Dürmek Havzası Mansap Bölümü Erozyon Riskinin CORINE Yöntemi İle Belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1), 39 – 47.

Fresco, L.O. ve Kroonenberg, SB. 1992. Time and Spatial Scales in Ecological Sustainability. *Land Use Policy*, pp. 155-168. [https://doi.org/10.1016/0264-8377\(92\)90040-4](https://doi.org/10.1016/0264-8377(92)90040-4)

Kanar, E., Dengiz, O. 2015. Menderes havzasında potansiyel erozyon risk durumunun iki farklı parametrik model kullanarak belirlenmesi ve risk haritalarının oluşturulması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi/Türkiye Journal Agricultural Research*, 2: 123-134

Kvalevag, M.M., Myhre, G., Bonan, G., Levis, S. 2009. Anthropogenic ° land cover changes in a GCM with surface albedo changes based on MODIS data. *Int. J. Climatol.* 30: 2105–2117, DOI: 10.1002/joc.2012 .

Keesstra, S.D., Bouma, J., Wallinga, J., Tittonell, P., Smith, P., Cerdà, A., Montanarella, L., Quinton, J. N., Pachepsky, Y., van der Putten, W. H., Bardgett, R. D., Moolenaar, S., Mol, G., Jansen, B., and Fresco, L. O.2016. The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals, *SOIL*, 2, 111–128, <https://doi.org/10.5194/soil-2-111-2016>.

Kılıç, T., Koca, Y. K. ve Doran, İ. 2007. Bağışvar’da Arazi Kullanımının CORINE Programına Göre Değerlendirilmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 16, 141-160.

Lawrence, P.J., Chase, T.N. 2010. Investigating the climate impacts of global land cover change in the community climate system model. *Int. J. Climatol.* 30: 2066–2087, DOI: 10.1002/joc.2061.

Martino, L. ve Fritz, M. 2008. New insight into land cover and land use in Europe, Land Use/Cover Area frame statistical Survey: Methodology and Tools. Agriculture and fisheries. Statistics in focus 33/2008, Eurostat.

Mermut, A., Başal, M., Katkat, V. ve Yüksel, M. 1989. Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Arazisi Alan Kullanım Planlaması. Türkiye Toprak İlmi Derneği , 10. Bilimsel Toplantı Tebliğleri, No: 5, Cilt: 11, Sayfa: 1-13, Ankara.

Meyer, W.B., Turner, B.L. (1992). Human population growth and global land-use/cover change. Annual Review of Ecology and Systematics, 23, 39-61.
<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.23.110192.000351>

Mishra, V., Cherkauer, K.A., Niyogi, D., Lei , M., Pijanowski, B.C., Ray, D.K., Bowling, L.C., Yang, G. 2010. A regional scale assessment of land use/land cover and climatic changes on water and energy cycle in the Upper Midwest United States. *Int. J. Climatol.* 30: 2025–2044, DOI: 10.1002/joc.2095 .

Montanarella, L., Pennock, D. J., McKenzie, N., Badraoui, M., Chude, V., Baptista, I., Mamo, T., Yemefack, M., Singh Aulakh, M., Yagi, K., Young Hong, S., Vijarnsorn, P., Zhang, G.-L., Arrouays, D., Black, H., Krasilnikov, P., Sobocká, J., Alegre, J., Henriquez, C. R., de Lourdes Mendonça-Santos, M., Taboada, M., Espinosa-Victoria, D., AlShankiti, A., AlaviPanah, S. K., Elsheikh, E. A. E. M., Hempel, J., Camps Arbestain, M., Nachtergaele, F., and Vargas, R.2016 World's soils are under threat, *SOIL*, 2, 79–82, <https://doi.org/10.5194/soil-2-79-2016>.

Ostir, K., Veljanovski, T., Podobnikar, T., Stancic, Z. 2002. Application of Satellite remote sensing in natural hazard management: The Mount Mangart landslide case study. *International Journal of Remote Sensing*, 24(20): 3983-4002.

Örmeci, C., Ekercin, S. 2007. An assessment of water reserve changes in Salt Lake, Turkey, through multi-temporal Landsat imagery and real-time ground surveys. *Journal of Hydrological Processes*, Volume21, Issue11, Pages 1424-143.

Özer, Z. 1990. Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar (Teknik Rehber), Ankara.

Özür, N.K., Ataol, M. (2018). Türkiyede CORINE Verilerinin Kullanılmasına dair Değerlendirme. *ÇKÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi/Journal of Institute of Social Sciences*, 9(2), 110-130.

Romijn, E., Lantican, C.B., Herold, M., Lindquist, E., Ochieng, R., Wijaya, A., Murdiyarso, D., Verchot, L., 2015. Assessing Change in National Forest Monitoring Capacities of 99 Tropical Countries, *Forest Ecology and Management*, Volume 352, Pages 109-123, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.003>.

Schweiger, E.W., Bolgrien, D.W., Angradi, T.R., Kelly, J.R. 2005. Environmental monitoring and assessment of a great river ecosystem: The Upper Missouri River pilot. *Environmental Monitoring and Assessment* 103: 21-40

Sertel, E., Yay Algan, I., Alp, G., Musaoğlu, N., Kaya, Ş. 2017. Yüksek Çözünürlüklü Uydu Verileri Kullanılarak 1:25000 Ölçekli Ulusal Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırma Sisteminin Geliştirilmesi. *AKU J. Sci. Eng.*17, Special Issue (232-241)

Sertel, E., Robock, A., Ormeci, C. 2009. Impacts of land cover data quality on regional climate simulations. *Int. J. Climatol.* 30:1942–1953, DOI:10.1002/joc.2036 .

Skidmore A.K., Bijker W., Schmidt K., Kumar, L. 1997. Use of remote sensing and GIS for Sustainable Land Management. *ITC Journal*, 3/4, p:302- 315

Soller, D.R., Price, S.D., Kempton, J.P., Berg, R.C. 1999. Proposed guidelines for inclusion of digital map products in the National Geologic Map Database. Digital Mapping Techniques ‘99—Workshop Proceedings U.S. Geological Survey Open-File Report November, 1999, Washington City, USA.

Stoimenov, A., Koleva, R., Dimitrov, V., Tepeliev, Y., Lubenov, T. ve Kroumova, J. 2014. Satellite Mapping of Bulgarian Land Cover – Corine 2012 Project. *Forestry Ideas*, 20, 2(48), 189-196.

Takahashi, H.G., Yoshikane, T., Hara, M., Takata, K., Yasunari, T. 2010. High-resolution Modelling of the Potential Impact of Land-Surface Conditions on Regional Climate Over Indochina Associated With the Diurnal Precipitation Cycle. *Int. J. Climatol.* 30: 2004–2020, DOI:10.1002/joc.2119 .

Tarım ve Orman Bakanlığı. 2021a. Metaveri, Arazi Örtüsü İstatistikleri-Veri: Kapsam, Dönemsellik ve Zamanlılık. <http://corine.ormansu.gov.tr> (Erişim Tarihi: 15.08.2021).

Yalçın, E., Baran, A. 2016. Ankara-Bağlum Köşrelik Göleti Çevresi Erozyon Riskinin CORINE Yöntemi ile Tahminlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(2): 159-168.

Xiao, C., Yu, R., Fu, Y. 2009. Precipitation characteristics in the Three Gorges dam vicinity. *Int. J. Climatol.* 30: 2021–2024, DOI: 10.1002/joc.1963 .