

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hülya IŞIK

**CA(Cellular Automata) MARKOV MODELİ İLE BÜYÜK
MENDERES HAVZASI DEĞİŞİM ANALİZİ**

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

ADANA-2021

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CA(Cellular Automata) MARKOV MODELİ İLE BÜYÜK MENDERES
HAVZASI DEĞİŞİM ANALİZİ

Hülya IŞIK

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Cenk DÖNMEZ
Yıl: 2021, Sayfa:73
Jüri : Doç. Dr. Cenk DÖNMEZ
: Prof. Dr. Süha BERBEROĞLU
: Doç. Dr. Anıl AKIN TANRIÖVER

Bu çalışmanın amacı; güncel ve geçmiş arazi örtüsü/alan kullanımı haritaları kullanarak Büyük Menderes Havzası değişim tespitinin yapılması gelecek arazi örtüsü/alan kullanımı haritasını modellemek ve hangi alan kullanımında nasıl bir değişim olacağını tespit etmektir.

Büyük Menderes Havzası 2050 yılı modellenmesi için CA Markov Chain modeli tercih edilmiştir. 2009 ve 2019 yıllarına ait uydu görüntüleri, yükseklik, eğim, toprak, erozyon, yerleşim alanları, tarım alanları, korunan alanlar, yol ağları verileri kullanılmıştır. Arazi örtüsü/alan kullanımları haritaları, uygunluk haritaları, geçiş olasılıkları matrisini kullanarak 2050 yılı modellenmiştir.

Modelleme sonucuna göre, yerleşim ve tarım alanlarındaki artış, orman alanlarında azalış gözlemlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arazi örtüsü/Alan kullanımı, Uygunluk, Geçiş Olasılıkları, Markov Chain

ABSTRACT

MSc THESIS

BUYUK MENDERES BASIN CHANGE ANALYSIS WITH CA (Cellular Automata) MARKOV MODEL

Hülya IŞIK

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF LANDSCAPE ARCHITECTURE

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Cenk DÖNMEZ
Year: 2021, Pages:73
Jury : Assoc. Prof. Dr. Cenk DÖNMEZ
: Prof. Dr. Süha BERBEROĞLU
: Assoc. Prof. Dr. Anıl AKIN TANRIÖVER

The aim of this study is; to determine the change of Büyük Menderes basin by using current and past land cover/land use maps, modeling the future land cover/land use map, and determining what kind of change will occur in which land use.

CA Markov Chain model was preferred for 2050 modeling of Büyük Menderes Basin. Satellite images, elevation, slope, soil, erosion, residential areas, agricultural areas, protected areas, road networks data for 2009 and 2019 were used. The year 2050 is modeled using land cover/land use maps, suitability maps, and transition probability matrix.

According to the modeling results, an increase in residential and agricultural areas and a decrease in forest areas are observed.

Keywords: Land use/land cover, Suitability, Transition Probability, Markov Chain

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Günümüzde peyzaj yapısının, tarım, ormancılık, sanayileşme, kentleşme ve ulaşım ağları gibi doğrudan insan etkileşiminden kaynaklı dönüşümleri nedeniyle değişime uğramaktadır(Nurlu ve ark., 2009: Entwisle, 2005: World Bank, 2008). Peyzajdaki değişimler; delinme, bölünme, parçalanma, küçülme ve eksilme olarak ortaya çıkmaktadır. Bu değişimler göz ardı edilebilecek kadar küçük ve ya yavaş olabileceği gibi çok ciddi çevre sorunlarına da neden olabilmektedir (Turner ve ark., 2001; Nurlu ve ark., 2008).Değişimlerin izlenimi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için; Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı (AÖ/AK), Biyoçeşitlilik, Kentleşme ve Nüfus Değişimleri konuları dikkate alınmalıdır (Nurlu ve ark., 2008).

Peyzajın dokusunda oluşan değişimler çoğunlukla arazi örtüsü/alan kullanımında meydana gelmektedir. Bu değişimlerin neden olduğunu, nasıl meydana geldiğini, gelecekte peyzajın yapısı ve işleyişini ne derece etkileyeceğini ortaya koyabilmek için son zamanlarda değişim modelleri kullanılmaktadır. Bu modeller, amacına, teoriye, mekânsal ölçeğe, mekansal olarak açık olma durumuna, arazi örtüsü/alan kullanım tipine, arazi örtüsü/alan kullanım değişim sürecine, zamansal boyutun işlenme biçimi ve çözüm tekniklerine göre 8 kategoride sınıflanmaktadır (Briassoulis, 2000).

Bu çalışmada kullanılan CA Markov Chain modeli peyzajdaki süreçlerin ve değişimlerin tanımlanmasının güç olduğu durumlarda kullanılan bir araçtır. Şu an ve geçmiş durumu göz önünde bulundurarak gelecek durum için modelleme yapmaktadır. Modelde girdi verisi olarak arazi örtüsü/alan kullanım haritaları, geçiş olasılıkları matrisi, her sınıf için oluşturulan uygunluk haritaları, 5*5 filtre tipi ve CA Markov döngü sayısı kullanılmaktadır.

Uygunluk haritaları oluşturulmasında her bir veri tek tek standardize edilmektedir. Standardize edilen veriler daha sonra Fuzzy işlemi ile ağırlıklandırma işlemi yapılmaktadır.

Markov Chain değişim olasılıkları matrisinde her sınıftan bir diğerine dönüşümün gösterildiği olasılıklardır. Matriste her bir sayı bir sınıftan diğerine dönüşmesi beklenen piksel sayısıdır. Sayısal filtreleme yöntemi ile piksellerin yeni gri tonları hesaplanmaktadır. Bunun için modellemede 5*5 filtre tipi kullanılmıştır. CA Markov döngü sayısı ise yıl bazında hesaplanarak modele dâhil edilmiştir.

Modelleme sonucuna göre günümüzde sanayileşmenin, kentleşmenin ormansızlaşmanın artmasıyla meydana gelen değişimler geleceği de etkilemektedir. Yerleşim alanlarının artışı ve merkezlerde yoğunlaşacağı, orman alanlarının da azalacağı ön görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmam süresince beni destekleyen, teşvik eden ve yol gösteren danışmanım Doç. Dr. Cenk DÖNMEZ'e katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunuyorum.

Tezim süresince çalışmama maddi, manevi yardımlarını esirgemeyen her zaman yardımcı olan Çukurova Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nden Prof. Dr. Süha BERBEROĞLU'na, teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmamda kullandığım, değişimin belirlenmesi ile geleceğin modellenmesi aşamasında bilgi ve deneyimlerini paylaşan, yönlendiren ve modeli çalıştırmamda yardımcı olan Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nden Doç. Dr. Anıl AKIN TANRIÖVER'e, Lisans ve Yüksek Lisan eğitimim boyunca sorularıma sabırla cevap veren ve yönlendiren Çukurova Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nden Dr.Öğr. Üyesi Ahmet ÇİLEK'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmamda beni motive eden arkadaşlarım Rabia ÜÇGÜL, Senem ALPSAR ŞAŞMAZLAR ve Esmahan COŞKUN'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Hayatımın her döneminde beni destekleyen, elimden tutup yazmayı öğreten değerli annem Halise IŞIK'a sonsuz teşekkür ederim.

Hülya IŞIK

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE METOD.....	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Çalışma Alanı.....	13
3.1.2. Veri Seti	17
3.2. Yöntem.....	26
3.2.1. Görüntü Temini ve Ön işleme.....	26
3.2.2. Obje Tabanlı Sınıflama	27
3.2.3. Değişim Analizi	27
3.2.4. Markov Chain Analizi.....	28
4. BULGULAR.....	31
4.1. Uygunluk Haritalarının Oluşturulması.....	42
4.1.1. Yerleşim için Uygunluk Haritası	42
4.1.2. Tarım için Uygunluk Haritası	45
4.1.3. Orman için Uygunluk Haritası	49
4.1.4. Sulak Alanlar ve Su Yüzeyleri için Uygunluk Haritaları.....	52
4.1.5. Geçiş Olasılıkları Matrisi	54

5. SONUÇ.....	57
KAYNAKLAR.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	73



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 4.1. Yerleşim için belirlenen faktörler ve ağırlık değerleri.....	44
Çizelge 4.2. Yerleşim* için belirlenen faktörler ve ağırlık değerleri.....	45
Çizelge 4.3. Tarım için belirlenen faktörler ve ağırlık değerleri.....	47
Çizelge 4.4. Tarım* için belirlenen faktörler ve ağırlık değerleri.....	48
Çizelge 4.5. Orman için belirlenen faktörler ve ağırlık değerleri	51
Çizelge 4.6. Orman* için belirlenen faktörler ve ağırlık değerleri	51
Çizelge 4.7. Geçiş Olasılıkları Matrisi.....	55
Çizelge 5.1. Güncel ve Gelecek AÖ/AK haritalarının alan değişimleri	58



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Büyük Menderes Havza Alanı.....	14
Şekil 3.2. Korunan Alanlar ve Bitki Örtüsü Haritası (WWF).....	16
Şekil 3.3. BMH Yükseklik Haritası	18
Şekil 3.4. BMH Eğim Haritası.....	19
Şekil 3.5. BMH Toprak Sınıfları Haritası	20
Şekil 3.6. BMH Erozyon Haritası	21
Şekil 3.7. BMH Yerleşim Alanları.....	22
Şekil 3.8. BMH Ulaşım Haritası	23
Şekil 3.9. BMH Korunan Alanlar Haritası.....	24
Şekil 3.10. BMH Su Yüzeyleri Haritası.....	25
Şekil 3.11. Standardizasyon ve Ağırlıklandırma (Saaty, 1980).....	29
Şekil 4.1. BMH 2009 yılı AÖ/AK haritası.....	31
Şekil 4.2. BMH 2019 Yılı AÖ/AK haritası.....	32
Şekil 4.3. BMH Kentten Uzaklık Haritası	33
Şekil 4.4. BMH Yoldan Uzaklık Haritası	34
Şekil 4.5. BMH Sudan Uzaklık Haritası.....	35
Şekil 4.6. BMH Korunan Alanlardan Uzaklık Haritası	36
Şekil 4.7. Sigmoidal Fonksiyonları.....	37
Şekil 4.8. BMH Standardize Edilmiş Yükseklik Haritası.....	39
Şekil 4.9. BMH Standardize Edilmiş Eğim Haritası.....	40
Şekil 4.10. BMH Standardize Edilmiş Toprak Sınıfları Haritası.....	41
Şekil 4.11. BMH Yerleşime Uygunluk Haritası	44
Şekil 4.12. BMH Yerleşime* Uygunluk Haritası	45
Şekil 4.13. BMH Tarıma Uygunluk Haritası	48
Şekil 4.14. BMH Tarıma* Uygunluk Haritası	49
Şekil 4.15. BMH Orman Alanlara Uygunluk Haritası.....	51
Şekil 4.16. BMH Orman Alanlara Uygunluk Haritası.....	52

Şekil 4.17. BMH Sulak Alanlara Uygunluk Haritası.....	53
Şekil 4.18. BMH Su Alanlara Uygunluk Haritası.....	54
Şekil 5.1. BMH 2050 yılı Arazi Örtüsü/Alan Kullanım Haritası.....	60
Şekil 5.2. BMH 2050* yılı Arazi Örtüsü/Alan Kullanım Haritası.....	61



SİMGELER VE KISALTMALAR

AK	: Alan Kullanımı
AÖ	: Arazi Örtüsü
ASTER	: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
BMH	: Büyük Menderes Havzası
CA	: Cellular Automata
CLUE	: Conversion of Land Use Change and its Effects
CLUE-s	: Conversion of Land Use Change and its Effects at Small Regional Extent
CNES	: The Centre National d'Études Spatiales
ÇKA	: Çok Kriterli Analiz
ESA	: European Space Agency,
PESERA	: Pan-European Soil Erosion Risk Assessment
SLEUTH	: Slope, Land use, Urban extent, Transportation, Hillshade
SPOT	: Satellite Pour l'Observation de la Tere
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
TPM	: Transition Probability Matrix
WWF	: World Wide Fund for Nature



1. GİRİŞ

Günümüzde peyzaj, etkileşim halindeki ekolojik birimlerin bir araya gelmesiyle bir bütünü oluşturan mozaik bir yapı olarak tanımlanırken bundan 200 yıl öncesine kadar peyzaj ilk kez bir arazi parçasının bütün karakteristik özellikleri olarak tanımlanmıştır (Forman, 1995: Farina, 2006: Turner ve ark., 2001).

Peyzaj yapı (mekansal doku) ve işleyiş (ekolojik süreçler) olarak iki bileşenden meydana gelmektedir. Her iki bileşenin incelenişi bir diğeri hakkında bizlere bilgi sunmaktadır. Peyzaj yapısı, yerleşim alanları, tarım, orman ve sulak alanlar gibi arazi örtüsü/alan kullanımından oluşmakla beraber meydana gelen değişimlerin işleyişini yani ekolojik süreçlerin nasıl ve neden meydana geldiğini anlatmaktadır (Deniz ve ark., 2006: Koffi ve ark., 2007: Steiner, 2008).

Peyzajın tarım, otlatma, ormancılık, sanayileşme, yangın, deprem gibi insan eylemleri ve doğal süreçler ile etkileşimde olması sürekli bir şekilde değişim/dönüşüm göstermesine sebep vermektedir (Entwisle, 2005: World Bank, 2008). Özellikle son yıllarda nüfus artışı, yeni yerleşim alanları ve ulaşım ağlarının yanı sıra, rekreasyon alanları gibi araziye dayalı gereksinimlere yönelik taleplerde de artışa neden olmaktadır. Artan nüfusla birlikte sadece yerel değil küresel ölçekte büyüklük ve şiddeti bakımından çok daha farklı biyolojik, hidrolojik ve iklim değişimlerinin yaşandığı bir döneme girilmiştir. Bu şekilde meydana gelen arazi örtüsü/alan kullanımındaki değişimlerin izlenmesi ve saptanması yeterli değildir.

Değişimlerin neden meydana geldiğini, sonucunda neler olacağını, geleceğe yönelik tahminleri, etkilerin değerlendirilmesi ile birlikte çözüm önerilerinde bulunan araçlara gereksinim duyulmaktadır (Stern ve ark., 1992: Aspinall, 2008: Lambin ve ark., 2006). Bu durumdaki karmaşık yapıya sahip sistemlerin/süreçlerin anlaşılabilir, incelenebilir, geleceğe yönelik tahmin ve çözümlerde bulunabilen modellerin kullanımı yaygın araçlar haline getirilmiştir (Briassoulis, 2000: Dökmeci, 2005).

Değişim modellerinin mekânsal, çok ölçekli ve dinamik yaklaşımları kullanarak geleceğe yönelik senaryoların ve alternatiflerinin ortaya konmasında etkin araçlar olmuşlardır(Veldkamp ve Lambin, 2001). Senaryoları değişim üzerinden ele alırsak eğer, doğal süreçler ve insan gereksinimleri doğrultusunda gerçekleşen, peyzajın ne yönde değişebileceğini ön görerek gelişen ve koşulların devamlılığı için öneriler verilmesinde kullanılmaktadır (Erdoğan, 2011).

Son yıllarda arazi örtüsü/alan kullanım değişimlerinde birçok model kullanılmaya başlanmıştır. Modeller, alana, amaca, ölçeğe ve bilimsel dayanaklara göre geliştirilmiştir. Arazi örtüsü/alan kullanımını değişim modellemesinde modellerin özelliklerine göre Briassoulis (2000) 8 kategoride sınıflamaktadır. Bunlar;

1. Amaç; tanımlayıcı, açıklayıcı, kuralcı, tahmine ve etki değerlendirmeye yönelik,
2. Teori; mikro ya da makro ekonomik teori modelleri, mekânsal etkileşim teorisine dayalı,
3. Mekânsal ölçek; yerel, bölgesel, bölgeler arası, ülke ölçeğinde ya da küresel,
4. Mekânsal olarak açık olma durumuna göre; coğrafi olarak koordinatlı (mekânsal olarak açık) ve koordinatlanmamış(mekânsal olarak açık olmayan),
5. Arazi örtüsü/alan kullanım tipi; kentsel modeller, kırsal modeller, sektörel,
6. Arazi örtüsü/alan kullanım değişim süreci; ormansızlaşma, kentleşme, vb.,
7. Zamansal boyutun işlenme biçimi; statik, yarı statik, yarı dinamik ve dinamik modeller,
8. Çözüm teknikleri; istatistiksel, programlama, çekimsel, simülasyon ve bütüncül modellerdir.

Model seçiminde en önemli faktörler mekânsal ölçek ve zamansal boyutun işlenme biçimleridir (Lambin ve ark., 2006). Özellikle arazi örtüsü/alan kullanımı değişimlerinin modellenmesi konularında Veldkamp (2001) modelin mekânsal ve dinamik yaklaşımlarının kullanılmasının daha uygun olacağını belirtmiştir (Veldkamp E.F. Lambin, 2001). Arazi kullanım değişimlerinin ya da kentsel gelişim modellenmesinde sıklıkla kullanılan LUCAS, SLEUTH, UrbanSim, Dyna-CLUE, CLUE-s ve CA Markov Chain modellerdir.

LUCAS, arazi örtüsündeki değişimi ve değişimin etkilerini tahmin etmek için kullanılmakla beraber CBS tabanlıdır. 3 modülü vardır. Sosyoekonomik, peyzaj değişim ve etkiler modülleridir. Sosyoekonomik modül; ulaşım ağları, topoğrafya, arazi örtüsü ve nüfus yoğunluğundan değişim olasılığını üretmektedir. Peyzaj değişim modülü araziye olası arazi değişikliklerini arazi örtüsü atayarak sonuç vermektedir. Etki modülü ise değişikliklerden kaynaklanan etkileri değerlendirmektedir (Alberti, 2007: U.S. EPE,2000).

SLEUTH, 4 ana bileşeni vardır. Giriş verileri, parametre ilişkilendirmesi, büyüme kurallarının uygulanması ve çıkış verileridir. Model ilişkilendirme koşulları ile başlayıp büyüme ya da karar verme kuralları kentsel büyüme entegre etmek için uygulanır (Gigalopolis, 2003). Kurallar, tesadüfi büyüme, yaygın büyüme, yapısal büyüme ve yol etkin büyümedir.

UrbanSim, arazi kullanım planları, kentsel büyüme sınırları, çevreye duyarlı alanlar gibi faktörler arasında etkileşimlere bakarak gelecek için arazi kullanımının modellenmesinde kullanılmaktadır.

Dyna-CLUE, gelecekteki değişimin tespit edilmesine yerel, bölgesel ve ya ulusal ölçekte çalışabilen ve 3 farklı modülü olan bir modeldir. Bölgesel biyofiziksel modül, bölgesel arazi kullanım hedefler modülü ve yerel arazi kullanım tahsis modülleridir. 10 farklı arazi tipi modelleme yapabilmekle beraber çeşitli biyofiziksel, insan değişkenleri gibi faktörleri göz önünde bulundurarak tahminler üretmektedir(Agarwal ve ark., 2010: Veldkamp ve Lambin, 2001).

CLUE-s, dinamik modelleme anlayışında arazi örtüsü/alan kullanımı ve bunları etkileyen faktörlerin arasındaki ilişkiyi modellemektedir. Yerel ve bölgesel ölçekteki çalışmalar için geliştirilmiş bir modeldir.2 ana bölümden oluşmaktadır. Yersel/mekansal olmayan analiz modülü ve belirgin konumsal analiz modülüdür. İlkinde tüm arazi örtüsü sınıfları için alansal değişim hesaplanırken, ikinci modülde raster temelli sistem içerisinde arazi kullanım talep/dağılımlarını arazi kullanım değişim analizine dâhil eder (Verburg, 2007).

CA Markov Chain, Peyzajdaki süreçlerin ve değişimlerin tanımlanması güç olduğu durumda alan kullanım değişimlerinin modellenmesinde kullanılan yararlı bir araçtır. Süreç, mevcut durumdan öncesi temel alınarak gelecek için modellenmenin olduğu bir durumdur. Analiz, bir zaman aralığından diğer zamana kadar ki alan kullanımı değişimini tespit edip, elde edilen sonuçlar ile geleceğin tahmin edilmesi sağlanmaktadır. Modelde giriş verisi olarak arazi örtüsü/alan kullanım haritası ve değişim matrisi kullanılmaktadır. Markov Chain değişim olasılıkları matrisinde her sınıftan bir diğerine dönüşümün gösterildiği olasılıklardır.

Bu çalışmada Büyük Menderes Havzası değişiminin Markov Chain analizi ile 2009-2019 yıllarına ait arazi örtüsü/alan kullanımları haritaları ile öncelikle değişim olasılıkları matrisini elde etmek ve uygunluk haritaları ile geleceğin tahmin edilmesi/üretilmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Günümüzde peyzaj yapısının, tarım, ormancılık, sanayileşme, kentleşme ve ulaşım ağları gibi doğrudan insan etkileşiminden kaynaklı dönüşümleri nedeniyle değişime uğramaktadır(Nurlu ve ark., 2009; Entwisle, 2005; World Bank, 2008). Peyzajdaki değişimler; delinme, bölünme, parçalanma, küçülme ve eksilme olarak ortaya çıkmaktadır. Bu değişimler göz ardı edilebilecek kadar küçük ve ya yavaş olabileceği gibi çok ciddi çevre sorunlarına da neden olabilmektedir(Turner ve ark.,2001; Nurlu ve ark.,2008).Değişimlerin izlenimi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için; Arazi Örtüsü / Alan Kullanımı (AÖ/AK), Biyoçeşitlilik, Kentleşme ve Nüfus Değişimleri konuları dikkate alınmalıdır(Nurlu ve ark., 2008).

Peyzajı mekansal dokusunda (tarım alanları, yerleşim alanları, ormanlar, su yüzleri) ortaya çıkan değişimler çoğunlukla Arazi Örtüsü / Alan Kullanımının (AÖ/AK) bir diğerine dönüşümlerinden meydana gelmektedir (Koffi ve ark., 2007; Steiner, 2008; Leitao ve diğ., 2006). Bu da sürdürülebilir alan kullanımı hedeflerine ulaşımında kullanılmaktadır(Nurlu ve ark, 2009). Değişimlerin, uygun zaman ve uygun yöntemler ile izlenmesi, peyzajın mekansal yapısı ve ekolojik süreçlerin dinamikleri ile birlikte insan etkileşimlerinin çevresel etkilerini ortaya çıkarmaktadır. Etkileşimlerinin anlaşılması doğru planlama kararlarının alınmasında önemlidir(Fu ve ark., 2007; Lu ve ark., 2004). Planlama sürecinde kullanılan veriler, geçmiş veya mevcut durumlar ile gelecek için alınacak plan kararlarını etkilemektedir. Plan kararlarının alınmasında, geleceğe yönelik öngörülerin ortaya konmasında senaryolar etkin araçlardır (Barredo ve ark., 2003; Leitao ve ark., 2006). Senaryo, olayların geleceğe yönelik kapsamı veya olası bir dizi olayın hesaplanması ve özetlenmesidir. Çoğunlukla belirlenmiş bir dizi parametreyi, dış faktöre ve başlangıç koşullarını esas alarak gelecekte meydana gelebilecek olayların genel hatlarını ortaya koymaktadır (Steinitz, 2003; Canham ve ark., 2003).Senaryolar, peyzaj değişimleri konularında doğal ve kültürel faktörlerle birlikte gelecekte sistemlerde oluşabilecek gelişme ve değişimleri nicel

yada nitel olarak ortaya koymaktadır(Albert, 2009: Canham ve ark., 2003: Nassauer ve Corry,2004). Peyzaj değişim senaryoları, doğal sürecin veya insan gereksinimlerinin karşılanmasında gerçekleştirilen olayların peyzajı ne şekilde, hangi doğrultuda değiştirebileceğine yönelik alternatifler sunmakta ve sürdürülebilir koşulların sağlanmasında olanak sağlamaktadır. Uzun yıllardır senaryolar, planların beklenmedik sonuçlarının ortaya çıkmasında ve etkin planlara ulaşılmasında stratejik bir araç olmuştur (Ahern, 1999). Senaryolar durum ve süreç senaryoları ya da nitel ve nicel senaryolar olmak üzere iki ayrı sınıflara ayrılmaktadır. Durum senaryoları, gelecekteki koşulları kabaca tanımlamakta ama süreç senaryoları hem gelecekteki koşulları hem de koşulların oluşmasında etkin olan süreçleri de tanımlamaktadır. Nitel senaryolar ise geleceği tanımlarken paydaşların ve uzmanların görüşlerini aynı anda gösterme olanağı sunarken nicel senaryolar bilgisayar modelleri ile hesaplanan, tablo, grafik yada harita olarak sayısal bilgiler sunmaktadır (Leitao ve ark., 2006: Ahern, 1999: Erdoğan, 2011: Alcoma et al., 2008).

Modeller sorunu ortaya koyarak olması muhtemel çözümlerin değerlendirilmesi ile en iyi çözümün seçilmesinde etkindir (Dökmeci, 2005). Modeller, karmaşık yapıya sahip sistemleri ya da süreçleri, anlaşılabilir, incelenebilir ve analitik olarak yönlendirilebilir şekilde basitleştirmektedir (Briassoulis, 2000). Sistemlerin/süreçlerin dinamiklerini hipotezler doğrultusunda seçilen değişkenlerin değişimlerinde çıkabilecek koşullar ile sistem/sürecin nasıl davranacağını bize sunan modeller en etkin öğrenme araçlarıdır (Turner ve diğ., 2001: Veldkamp ve Lambin, 2001: Singh, 2003).Yardımcı öğrenme araçları olan modeller, peyzajın karmaşık yapısının analiz etmek için kullanılması için en uygun araçtır. Bu nedenle son yıllarda peyzaj planlama ve yönetim çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır (Singh, 2003: Millsbaugh ve ark., 2008). Peyzaj değişim modelleri, “peyzaj neden ve nasıl değişiyor?” ve “gelecekte peyzaj yapısı ve işleyişi nasıl olacaktır?” sorularına cevap aramaktadır (Erdoğan, 2011). Modellerin, peyzaj planlama ve yönetim çalışmalarında kullanım amaçları;

- Peyzaj dinamiklerini yönlendiren süreçlere yönelik bilgi düzeyini arttırmak,
- Peyzaj elemanları ve süreçler arasındaki etkileşimleri sayısal olarak ortaya koyabilmek,
- Peyzaj ekolojisi çalışmaları sonucunda elde edilen deneyimleri biraraya getirerek, planlama ve yönetim süreçleri ile ilişkilendirebilmek,
- Geleceğe yönelik alternatif arazi örtüsü/alan kullanımı değişim senaryolarını üretebilmek ve ekonomik, politik vb. farklı sektörler için geliştirilen senaryoları test edebilmek,
- Peyzaj ekolojisine yönelik teoriler geliştirebilmektir (Turner ve ark., 2001; Fall ve Fall, 2001; Turner ve diğ., 2002).

Peyzaj değişiminin modellenmesi, peyzajın karmaşık yapısının müsaade etmemesinden dolayı peyzaj göstergeleri (arazi örtüsü/alan kullanımı, habitat, tür, vb.) düzeyinde yapılmaktadır. Bu nedenle Arazi örtüsü/Alan kullanımı (AÖ/AK) değişimleri ön plana çıkmaktadır (Palang ve ark., 2000; Brown ve ark., 2006). Arazi örtüsü, yeryüzünde doğal/kültürel öğeleri (orman, maki, doğal kayalıklar, vb.) ve yeryüzünün saptanabilir yada görünebilir özellikleridir (Koomen ve Stilwell, 2007). Alan kullanımı ise, arazi örtüsünün insanlar tarafından hangi amaç için (ormancılık, doğa koruma alanları, kentleşme, sanayileşme, vb.) işlendiğini/faaliyet gösterdiğini ifade etmektedir (Verburg, 2000). Arazi örtüsü, topoğrafya, sıcaklık, nem vb. çevresel koşullarla ilişkilidir. Alan kullanımı ise insan gereksinimleri, amaçları ve hedefleri ile doğal çevre ile ilişkilidir (Heistermann ve diğ., 2006). Arazi örtüsündeki değişimlerinin nedeni genellikle alan kullanım değişimleri neden olmaktadır. Böylelikle alan kullanımlarının incelenmesi arazi örtüsündeki değişimlerine neden olan sebeplerin anlaşılmasını sağlamaktadır (Lambin, 2004; Turner ve diğ., 1994). Arazi örtüsü/ alan kullanımı değişimleri çalışmalarında,

- Uzaktan algılama tekniklerinin kullanımı ile alan arazi örtüsü/alan kullanımı değişimlerinin saptanması ve izlenmesi,
- Arazi örtüsü/alan kullanımı değişimlerini, nedensel süreçler kapsamında açıklayan ve alan kullanım değişimlerini belirleyen yönlendirici faktörlerin tanımlanması,
- Arazi örtüsü/alan kullanımı değişimlerinin modellenmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir (Overmars, 2005).

Arazi örtüsü/alan kullanımı (AÖ/AK) değişimlerinin modellenmesi, geleceğe yönelik değişim alternatiflerinin belirlenebilmesi için AÖ/AK'larındaki etkileşimlerin yapay olarak sunulmasıdır (Verburg ve ark., 2006a). AÖ/AK sistemlerinin işleyişini daha iyi anlayabilmek için kullanılan ve AÖ/AK değişimlerinin neden ve sonuçlarının analizine olanak tanıyan değişim modelleridir (Verburg ve ark., 2004; Rounsevell et al., 2006). AÖ/AK değişim modellerinin kullanımı, farklı senaryolarla, gelecek AÖ/AK değişimlerinin belirlenmesi desteklenmektedir (Schot et al., 2004). AÖ/AK değişimini etkileyen tüm süreçler, bir dizi ölçekte meydana gelmektedir. Bu süreçler farklı bir dizi ölçekte ilişkilenebilen çok sayıda yönlendirici faktörler tarafından yönlendirilmektedir (Verburg ve ark., 2003; Veldkamp ve Lambin, 2001). AÖ/AK değişimlerinin modellenmesinde, tek ölçeğin kullanılması yeterli olmamaktadır (Veldkamp ve ark., 2001). Bu yüzden, yapılan çalışmalarda çok ölçekli modelleme yaklaşımlarının geliştirilmesi planlanmaktadır (Erdoğan, 2011).

Bu tez çalışmasında arazi örtüsü/alan kullanımı değişimlerinin modellenmesi için incelenen bazı örnekler şöyledir:

Erdoğan (2011), Urla, Çeşme ve Karaburun ilçeleri için AÖ/AK değişimlerini, çok ölçekli, dinamik ve mekansal modelleme yaklaşımı olan CLUE-s (Conversion of Land Use Change and its Effect at Small Regional Extent) modelini kullanmıştır. AÖ/AK değişimleri için 1987, 2000 ve 2010 tarihli yıllara ait

verileri kullanmıştır. Değişim analizinde en önemli değişimin kentsel yapılar sınıfında yaşandığını ve 2010-2025 yılları arasındaki değişimin Urla ilçesinde büyük oranda olacağını ve Karaburun ilçesinde turizm faaliyetlerinden ötürü kentsel yapılar sınıfına talebin bu ilçede yoğunlaşacağı tahmin edilmektedir.

Akın Tanrıöver (2011), Adana ilinde büyüme politikalarının potansiyel etkilerini değerlendirebilmek için farklı alan kullanım ve arazi yönetim kararlarını belirleyebilme yeteneğinde olan bir model önermek amacıyla yapılan bu çalışma, Cellular Automata (CA) tabanlı Markov Chain, yapay sinir ağları (YSA), SLEUTH, lojistik regresyon ve regresyon ağacı modelleri çalışma alanında 2023 yılının modellenmesinde kullanılmıştır. 1967-1977 CORONA hava fotoğrafları, 1987-1998 SPOT ve 2007 ALOS AVNIR-2 görüntüleri kullanılmıştır. Modeller sonucuna göre SLEUTH ve Markov Chain, %75 ve %72 Kappa katsayıları ile en doğru sonucu veren modeller olurken %66 Kappa katsayısı ile doğruluğu düşük olan modeller, Lojistik regresyon ve yapay sinir ağları (YSA) olmuştur. Adana ili kapsamında SLEUTH değişkenliği en iyi yansıtan model olmuştur.

Sefer (2019), 1989 yılında Doğa Koruma Parkı olarak ilan edilen Uzungöl'de arazi kullanımı ve zamansal değişim dinamikleri ile Dyna-CLUE modeli kullanılarak farklı senaryolara göre arazi kullanımının modellenmesi hedeflenmiştir. 1986, 2015 yılları arasındaki uzaktan algılama verileri kullanılarak 2015-2050 yılları arasındaki geleceğe yönelik arazi kullanımı değişimi tespit edilerek 2 farklı senaryo sunulmuştur. Dyna-CLUE modelini oluşturmak için, yönlendirici faktörlerin (eğim, yükseklik, ana yola uzaklık, yerleşim alanlarına uzaklık ve göle uzaklık) ve arazi kullanımı değişiminin arasındaki ilişkiyi anlayabilmek için lojistik regresyon analizi yapılmış ve modelin doğruluğu (0,96) için hata matrisi yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak 1986-2015 yılları arasında tarımsal alanların yerleşim alanlarına dönüştüğü görülmekle beraber Uzungöl'de artan turizm sebebiyle, 2004'ten sonra artış gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları arazi kullanım planlamasında karar destek verisi olarak kullanılması önerilmiştir.

Altürk (2017), Ergene havzasında (Saray, Çorlu, Çerkezköy, Muratlı ve Lüleburgaz ilçeleri) yapılan çalışmada CLUE-s modeli kullanılarak 1990-2014 yılları arasındaki AÖ/AK değişimi bulunup 2023, 2030, 2050 yılları için gelecek AÖ/AK değişimleri belirlenmiştir. Bunun yanı sıra iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisini, sektörler arası su tahsisini mevcut (2015), gelecek (2023-2030) durumunu belirlenmiş olup taşkın riskine duyarlı alanlar belirlenmiştir.

Verburg, Soepboer (2002), Sibuyan Adasındaki 465 km² alanda, 1997-2017 yılları arasındaki AÖ/AK değişimini tespit etmek ve gelecek tahmini yapabilmek amacıyla CLUE-s modellemesi kullanılmıştır. Yönlendirici olarak eğim, bakı, yükselti, yola uzaklık, yerleşime uzaklık, erozyon, jeoloji, nüfus yoğunluğu gibi faktörler kullanılmıştır. Modelin geniş bir yelpazeye uygulanabilirliği, değişimlerin simülasyonuna olanak tanınması ve sıcak noktalarının belirlenebilir olmasından dolayı güçlü bir araç haline gelmiştir. CLUE-s modeli ile bu etki modelleri arasında geri bildirim mekanizmalarının kullanılması, arazi kullanım simülasyonlarını da geliştirecektir.

Verburg, Overmars (2007), CLUE-s modelinin AÖ/AK değişiminin senaryo simülasyonunu göstermek amaçlı kırsal alan için Hollanda'nın doğu kısmını ve güçlü bir kentleşme içinde Malezya'da Kuala Lumpur alanları seçilmiştir. Model 2000-2018 yılları için kurulmuş olup iki farklı senaryo sunulmuştur. Senaryo 1'de mekansal politikalar dahil edilmemişken senaryo 2'de kullanılan mekansal politika mevcut alanlar arasında bağlantı sağlayan ve doğanın parçalanmasını azaltan yerlerde doğayı geliştirmeyi amaçlayan ekolojik ana yapıya dayanmaktadır.

Trisurat ve ark. (2010), Kuzey Taylan'da yaklaşık olarak 173 km² alanda Dyna-CLUE modellemesi kullanılarak ormansızlaşma aktiviteleri değerlendirilmiştir. Çalışmada; yükseklik, eğim, toprak (killi, humuslu, vb.), yerleşime uzaklık, suya uzaklık, yola uzaklık, nüfus yoğunluğu gibi birçok yönlendirici faktörler kullanılmıştır. Sonuç olarak 2050 yılındaki orman alanlarında

bölgenin batı ve üst kuzey kısımlarında orman değişime uğramazken, düz alana sahip bölgeler yüksek derecede ormansızlaşmıştır.

Genç ve ark. (2012), Çanakkale il merkezinde kırsaldan kente göçün artışıyla birlikte meydana gelen Arazi Kullanımı ve Bitki Örtüsündeki (AKBÖ) değişimlerin 1987-2010 yılları arasında tespit edilmesi istenilmiştir. Landsat görüntüleri (1987, 2000 ve 2010) kullanılan çalışmada orman, yerleşim, tarım ve diğer sınıflarını içeren AKBÖ haritaları oluşturulmuştur. Markov analizi ve alan görünüm analizleri yapılarak yerleşim alanlarının artışı söz konusu iken tarım alanlarının azaldığı gözlenmiştir.

Uysal ve Uysal (2012), Afyonkarahisar ilinde 1987-2009 yıllarına ait Landsat TM uydu görüntüleri kullanılarak kentsel değişimin belirlenmesi hedeflenmiştir. Kontrollü sınıflandırma yöntemi kullanılarak yerleşim, yeşil alan, tarım ve kullanım dışı olmak üzere 4 arazi kullanım sınıfı belirlenmiştir. Sonuç olarak 22 yıllık zamanda yerleşim alanları devamlı bir şekilde artış gösterirken kullanım dışı alanların da aynı oranda düşüşü gözlenmiştir.

Ceylan ve Maktav (2012), 1984, 1999, 2003 ve 2008 yıllarına ait uydu görüntüleri, hava fotoğrafları, haritalar ve yersel çalışmalar ile İzmit Körfezinin doğusundaki kıyı çizgisinde meydana gelen değişimi saptamak için yapılan çalışmada sanayi ve kent yoğunluğundaki artış ile sudan karaya ve karadan suya değişim saptanmıştır.

Dengiz, Turan (2014), Çalışma Samsun merkez ilçesinde 341 km² alanda, uydu görüntüleri (2005 ve 2011 yılı ASTER), topoğrafik veriler, il envanter raporundaki 1984 verileri kullanılarak arazi kullanım etkinliği belirlenmesi için yapılmıştır. Kontrollü sınıflama ile tarım, mera, orman ve tarım dışı alanlar sınıflanmıştır. 1984 yılı arazi kullanım türleri ile 2005 ve 2011 yılları karşılaştırılmış ve sonuç olarak tarım arazisi hektar olarak 1984'den 2011'e kadar azalma söz konusu iken tarım dışı alanlar ise tam tersi durumda ve artış gözlemlenmiştir.

Kumar, Ghosh (2012), Çalışma Bangladeş Hatiya adasında uzaktan algılama teknikleri ile 1977- 1999 yılları arasındaki Landsat ETM ve Landsat TM görüntüleri kullanılarak arazi örtüsü değişim tespiti yapılmıştır. Değişim tespitine göre bataklık, çıplak toprak alanlarda azalma olurken tarım, orman ve yerleşim alanlarında artış görülmüştür.

Yesmin ve ark (2014), Çalışma Bangladeş-Gazipur' da 20 yılda meydana gelen arazi örtüsü değişim tespiti yapılmıştır. 1989-2009 yıllarına ait 30*30 m çözünürlüğe sahip Landsat TM görüntüsü kullanılmıştır. Çalışma sonucunda orman örtüsünün ve su kütlelerinde azalma olurken yerleşim alanlarında artış görülmüştür. Ormansızlaşmanın artışıyla ve tekrar dikim yapılmadığı için çıplak arazilerde artış görülmektedir.

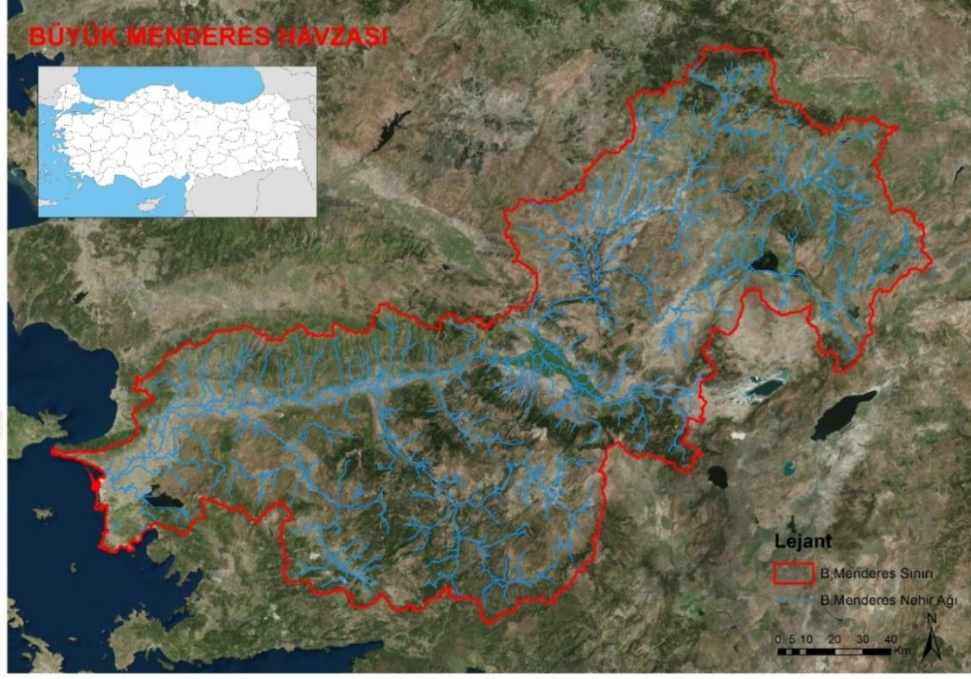
Öztürk (2013), Çalışma Samsun-Merkez kıyı alanındaki 1987-2014 yıllarına ait arazi örtüsü/alan kullanımı haritaları kullanılarak Hücresel Otomat-Markov Zinciri metodu ile 2034 yılı için kentsel yayılım tahmininde bulunulmuştur. Landsat TM ve ETM+ uydu görüntüleri kullanılmıştır. Sonuç olarak yöntemin kentsel büyüme araştırmalarında iyi sonuçlar verdiğini ancak orman, mera ve tarım sınıfları için gelecekte ciddi derecede azalma söz konusu olduğu vurgulanmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı

Büyük Menderes Havzası (BMH) Batı Anadolu'da Türkiye'nin güneybatı kısmında $37^{\circ} 12'$ - $38^{\circ} 40'$ kuzey enlemleri ile $27^{\circ} 15'$ - $30^{\circ} 15'$ batı boylamları arasında yer almaktadır. Havza, Anadolu'nun batısında Büyük Menderes Nehri ile sularını Ege Denizi'ne döken alanı kapsamaktadır (Şekil 3.1). Havza, kuzeyden Samsun Dağı, Cevizli Dağı, Elma Dağı ve Murat Dağı, doğudan Sandıklı Dağları, güneyden Madran Dağı, Babadağ ve Bozdağları su bölüm çizgisiyle ve batıda Ege Denizi ile çevrilidir. Havza yukarı kısmında Dinar, Sincanlı, Çardak, Çivril, Baklan ve Kaklık ovaları bulunurken, orta kısmında Sarayköy, Tavas ovaları, aşağı kısmında ise taşkın alanı olan Büyük Menderes Ovası yer almaktadır. Havza alanı yaklaşık olarak 2.600.967 ha'dır. Denizli, Aydın, Uşak, Afyon, Muğla, İzmir, Isparta, Burdur, Kütahya ve Manisa illerini kapsamaktadır.



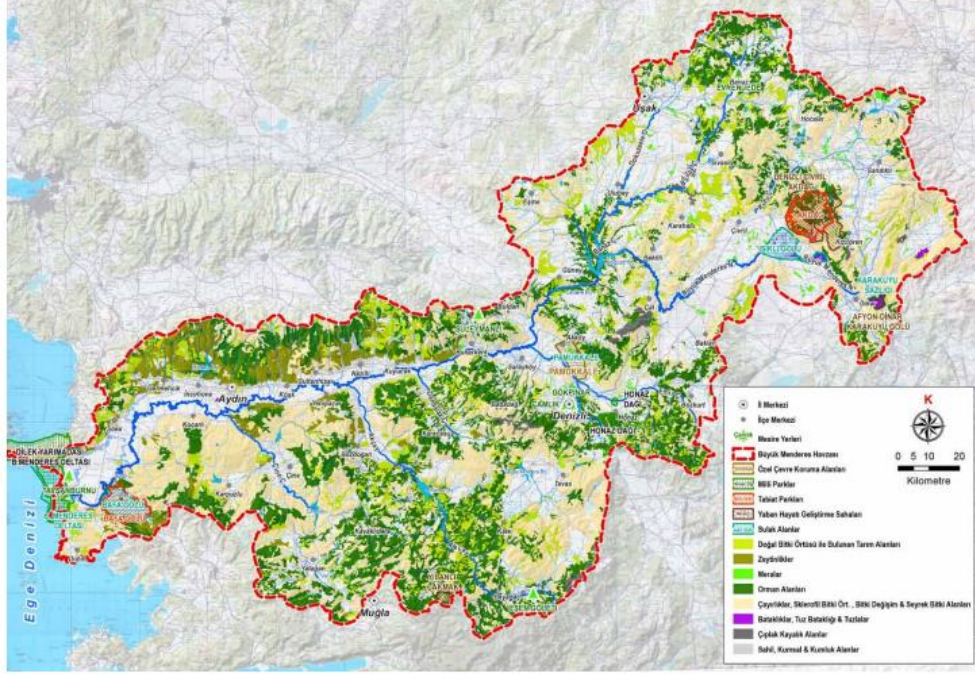
Şekil 3.1. Büyük Menderes Havza Alanı

Havza yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı Akdeniz iklimine sahiptir. Dağların denize dik oluşundan dolayı nemli havanın dolaşımı kolaylaştırıp kıyıyı dondan korur. Havzanın iç kısımlarında artan yükseklikten kaynaklı karasal iklimin etkisi görülmeye başlanır ve bununla birlikte tarımsal anlamda çeşitlilikte artar. Bu açıdan Büyük Menderes Havzası tarımsal açıdan en zengin havzalarımızdandır. Denizli'den Ege kıyılarına kadar çok geniş ovalara sahiptir. Pamuk, sebze ve meyve üretimi yapılmaktadır. En yüksek verimi alacak şekilde uygulanan entansif tarım yoğun bir şekilde uygulanmaktadır (WWF).

Havza'nın bitki örtüsü çalı, çalı-orman karışımı, orman ve otsu formasyonlardır. Alanda genellikle kızılçam (*Pinus brutia*), karaçam (*Pinus nigra*), kermes meşesi (*Quercus coccifera*), yabani zeytin (*Olea europaea*) gibi bitki türleri ağaç, ağaççık ve çalı formunda görülmektedir. Tuzlu bataklıklarda Deniz börülcesi (*Salicornia europaea*), nehir kenarlarında/bataklıklarda Süsen (*Iris pseudocorus*)

ve dere kenarlarında ise su nanesi (*Mentha aquatica*) gibi bitki türleri adapte olmuştur.

Hem iklim koşulları hem de biyolojik çeşitlilik açısından zenginliği havzanın farklı oluşumlar (deniz, tatlı su ve dağ) içermesinden kaynaklanmaktadır. Havzada; Dilek Yarımadası ve Büyük Menderes Deltası Mili Parkı, Honaz Dağı Milli Parkı, Bafa Gölü Tabiat Parkı, Akdağ Tabiat Parkı, Işıklı Gölü Sulak Alan Koruma Bölgesi, Afyon Sandıklı-Akdağ Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, Denizli Çivril-Akdağ Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, Karakuyu Sazlıkları Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, Muğla Yılanlı Çakmak Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, Pamukkale Özel Çevre Koruma Bölgesi olmak üzere 10 adet korunan alan statüsü bulunmaktadır. Ayrıca havzada Akdeniz martısı (*Larus melanocephalus*), küçük kerkenez (*Falco naumanni*), flamingo (*Phoenicopterus ruber*), tepeli pelikan (*Pelecanus crispus*), Akdeniz fokü (*Monachus monachus*), iribaş deniz kaplumbağası (*Caretta caretta*), mahmuzlu kız kuşu (*Vanellus spinosus*), gece balıkçılı (*Nycticorax nycticorax*), sarı lekeli zıpızıp kelebeği (*Thymelicus acteon*), *Cyclamen mirabile* (sıklamen), *Liquidambar orientalis* (sığla), *Quercus coccifera* (kermes meşesi) vb. gibi birçok kuş türüne, endemik bitkiye, sürüngenlere ve memelilere ev sahipliği yapmaktadır (WWF).



Şekil 3.2. Korunan Alanlar ve Bitki Örtüsü Haritası (WWF)

Havza tarihinde her dönem nüfus yoğunluğu artmakla birlikte 1930'lardan sonra yaklaşık 4 katına çıkmıştır. Nüfustaki bu değişim ekonomik politikaları ile etkilenmiştir. Tarımsal üretimin desteklendiği dönemlerde Aydın, Denizli, Uşak illerinde nüfus artış göstermiştir. Sanayileşmenin gelişmesi ile birlikte nüfus yoğunluğu çoğunlukla Denizli ilinde olmuştur. Havza bugün gerek dışardan göç alması gerekse kırsaldan kente göç alması ile giderek yoğunluğun arttığı havzalarımızdandır. Kırsaldan kente göçten etkilenen zeytinin, kestanenin ve incirin merkezi olan Köşk (Aydın), ve üzümün merkezi olan Çal'ın (Denizli) nüfusunda neredeyse %50'den fazla göç olmuştur (WWF).

3.1.2. Veri Seti

Bu tez kapsamında kullanılan veriler;

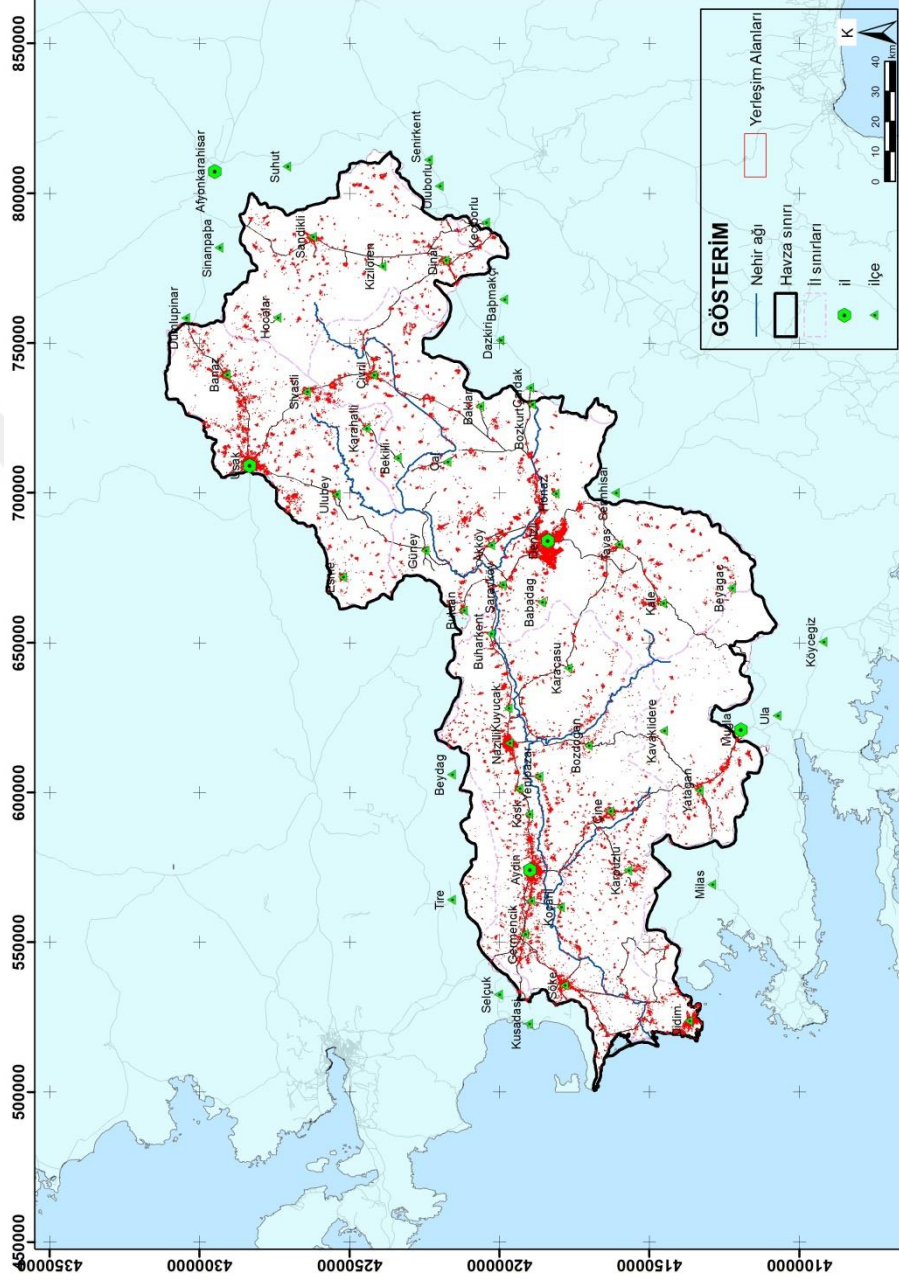
Büyük Menderes Havza değişimlerinin belirlenmesinde 2 farklı döneme ait 10 yıllık periyot halinde alınan, 2009 yıllarına ait SPOT 4, 2019 yılına ait Sentinel 2A uydu görüntüleri,

Büyük Menderes Havzasının eğim, bakı gibi temel fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde USGS Glovis'ten elde edilen SRTM ve ASTER stereo görüntülerden DEM verileri,

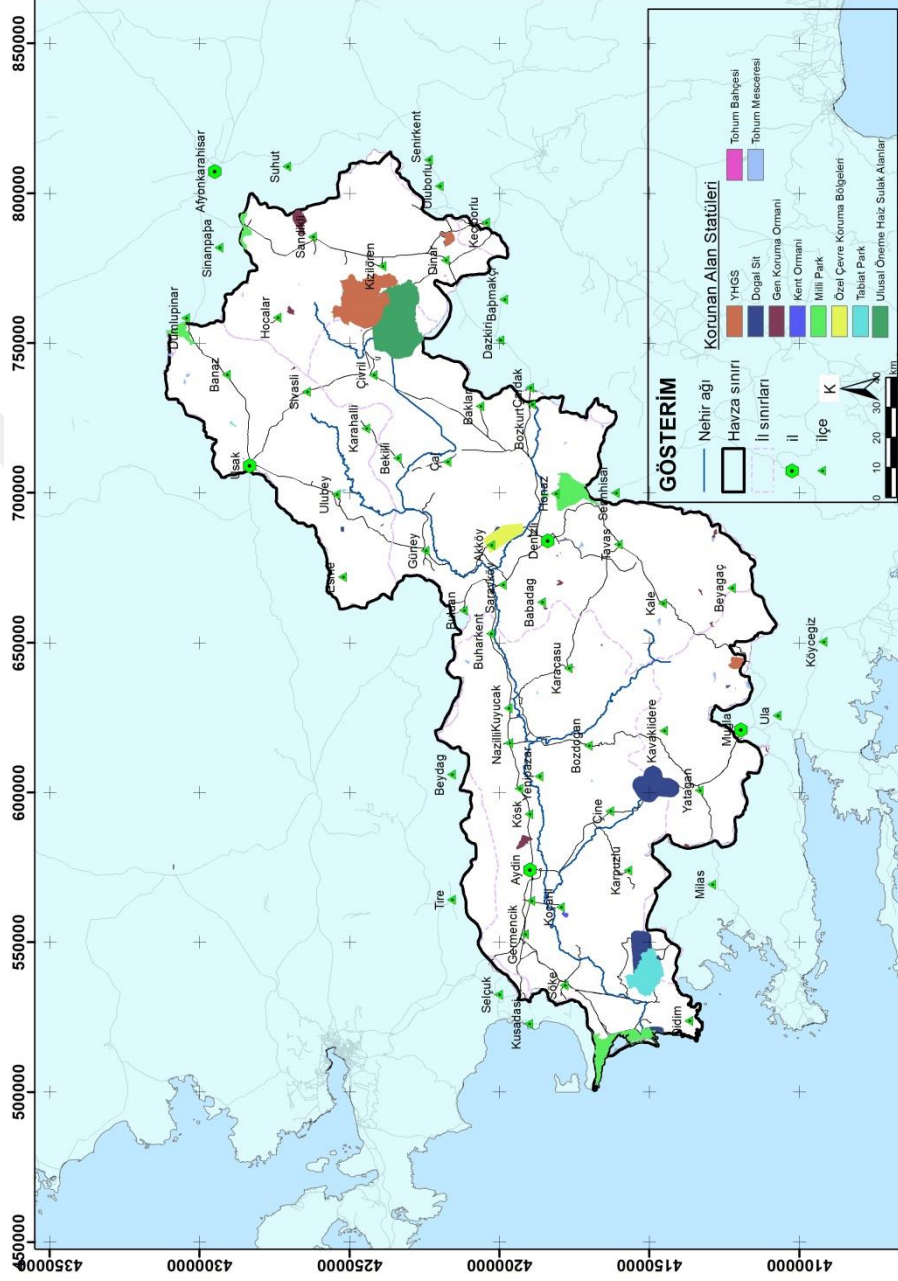
Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilecek olan 1/25.000 ölçekli Toprak haritası,

PESERA (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment) erozyon modelleme yaklaşımıyla yıllık olarak tahmin edilerek haritalanan Erozyon haritası,

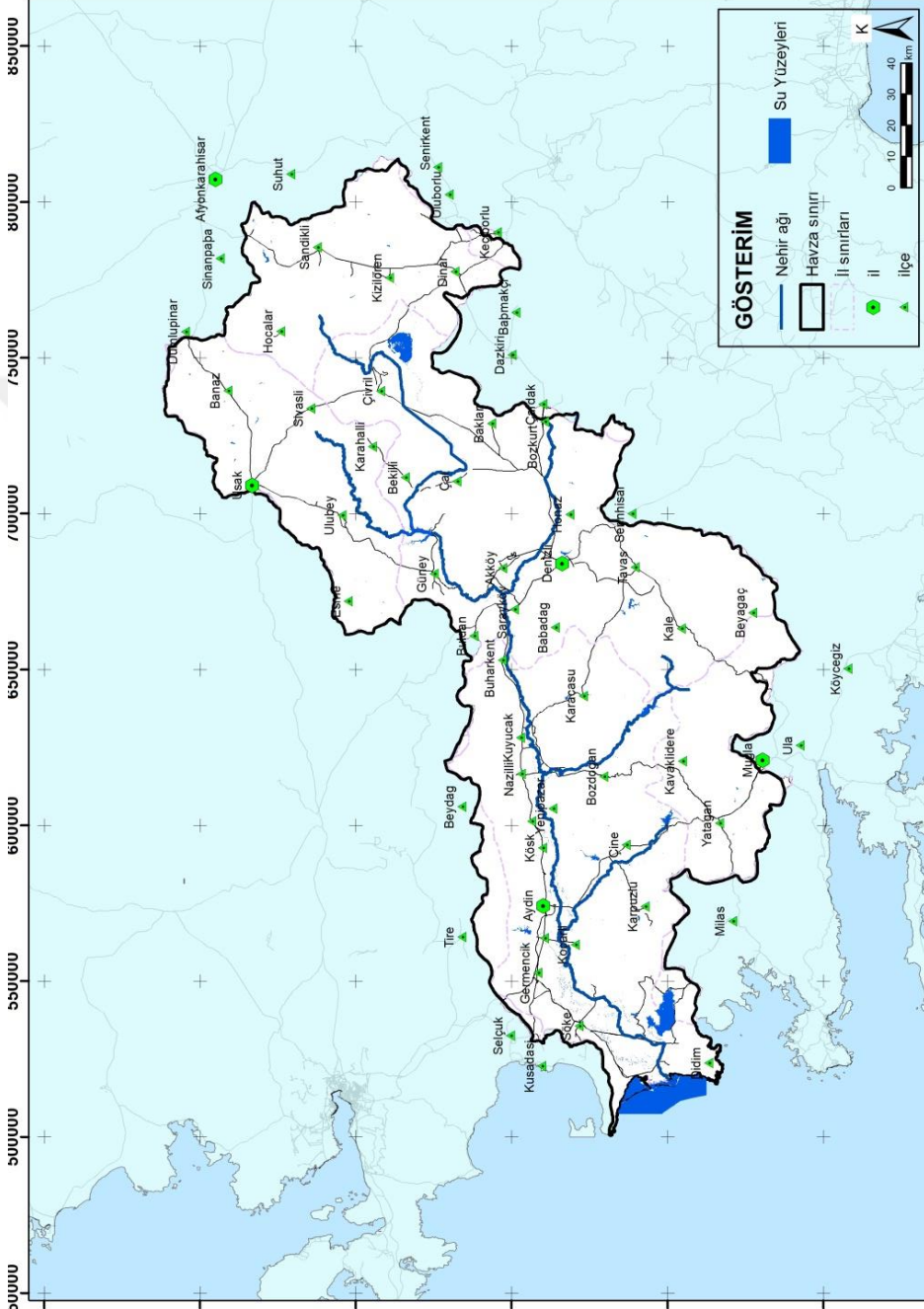
Yerleşim alanları, yol ağları, su yolları ve korunan alan verileridir.



Şekil 3.7. BMH Yerleşim Alanları



Şekil 3.9. BMH Korunan Alanlar Haritası



3.2. Yöntem

Büyük Menderes Havzası değişimin tespit edilmesi ve gelecek modellemesi için adımlar;

- Uydu verilerinin geometrik düzeltilmesi,
- Farklı dönemlere ait görüntülerin sınıflandırılması,
- 10 yıllık değişimin tespiti (2009-2019)
- CA-Markov Chain yaklaşımı ile 2050 yılının tahmin edilmesidir.

3.2.1. Görüntü Temini ve Ön işleme

Çalışmada yersel çözünürlüğü 10m pankromatik (siyah-beyaz) ve 20m çok bantlı SPOT 2009 görüntüsü ve yersel çözünürlüğü 10m,20m ve 60m çözünürlüğe sahip çok bantlı Sentinel 2A 2019 görüntüsü kullanılmıştır.

SPOT uydusu Fransa, Belçika, İsveç tarafından Fransız Uzay Merkezince (CNES) planlanarak üretilmiştir. İlki SPOT-1 olan uydu 22 Şubat 1986'da fırlatılmıştır. Daha sonra Spot-2 1990, Spot -3 1993, Spot -4 1998 ve Spot -5 2002 yılında fırlatılmıştır. Yükseklik verisi için stereo görüntüleme, iyi tekrar süresine sahip olması, programlanabilme özelliği ile istenilen zaman ve sıklıkta görüntü olanağı sunması, zengin görüntü arşivine sahip oluşu ve Spot 4 uydusundaki SWIR bandı ile daha zengin veri sağlayabilmesi açısından önemlidir.

Sentinel 2 uydusu ESA tarafından Copernicus programına dâhil olarak ihtiyaçları karşılaması amacıyla seri halinde geliştirilmiştir. Kutup yörüngeli, multispektral yüksek çözünürlüğe sahiptir. Vegetasyon, toprak ve su kütle alanları gibi arazi analiz çalışmalarının yapılması amaçlanmıştır. Sürekli bir şekilde gözlem yaparak elde ettiği yüksek çözünürlüklü multispektral görüntüler 13 banttan oluşmaktadır. Mavi, yeşil, kırmızı ve NIR 10m, Red Edge ve kısa dalga kızılötesi için 20m çözünürlüğe sahip veri sağlarken 3 atmosferik bant için 60m çözünürlüklü veri sağlamaktadır. Bitki örtüsü değişimi ile yüksek çözünürlüklü

görüntüleri sayesinde orman alanlarında iyileştirme, arazi örtüsü değişimlerinin izlenmesi gibi alanlarda yardımcı olduğu gibi afet yönetimleri konusunda da veri sağlayıcıdır.

Görüntüler iki boyutlu piksellerden oluşmakla beraber konumsal bilgi ve radyometrik özelliklere sahiptir (Fogel, 1997). Ancak ham görüntüdeki geometrik bozulmalar görüntüdeki konum bilgisine sahip olduğumuz belirgin kontrol noktaları ile retrifikasyon işlemi yapılarak düzeltilmektedir. Bu işlemle görüntüdeki bozulmaların giderilmesi ve en az hatalı hallerinin elde edilmesi sağlanmaktadır.

3.2.2. Obje Tabanlı Sınıflama

Obje tabanlı sınıflama görüntüdeki yansımaların birbirine yakın değerlerine, tekstürüne ve formuna göre piksellerin bölütler veya segmentler ile gruplandırarak anlamlı objeler elde etmektedir. Segmentasyon işlemi sınıflama için önemli bir basamak olmakla beraber ölçek, şekil, bütünlük parametreleri ile yapılabileceği gibi çalışmaya uygun olarak bantlar ağırlıklandırılarak yapılabilir. Sınıflamada çoğunlukla en yakın komşu yöntemi kullanılmaktadır. Her sınıf için örnek objeler ile sınıfların tanımlanması sağlanmaktadır. Sisteme tanıtılan örnekler daha sonra ya bantların objeler için ortalama değerleri alınarak ya da objelerin şekil, doku, sınıf özelliklerin tanımlanması ile yapılabilmektedir. Ayrıca sınıflama sonucunda oluşan hataların el ile düzeltilmesine olanak sağlamaktadır.

3.2.3. Değişim Analizi

Değişim analizi farklı zamanlara ait objelerin ya da olguların durumlarındaki meydana gelen farklılıkların incelenmesidir. Diğer bir deyişle farklı zamanlara ait uydu görüntülerinde meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi işlemidir. Bu farklılıklar ya da değişimler nitel ya da nicel olmakla birlikte arazi örtüsü, alan kullanımı, kıyı erozyon takibi gibi örnekler verilebilmektedir. Doğru zaman ve doğru analiz teknikleri ile en doğru planlamaya

karar verilerek değişimlerin izlenmesi, etkileşimlerin anlaşılması kolaylaştırılır (Akın, 2011). Lambin ve Strahler (1994) arazi örtüsündeki değişimlerini beş kategoride tanımlamışlardır. Bunlar Uzun dönemde meydana gelen doğal değişimler, jeomorfolojik ve ekolojik süreçler, insan etkisi sonucunda oluşan değişimler, yıllık iklim farklılıkları ve insan aktiviteleri sonucu oluşan sera etkisidir. Uygun bir değişim analizinin seçimi değişimin yönünü belirlemede önemli etkindir. Sınıflama sonrası değişim analizi değişimin yönüyle alakalı matris sağlarken, görüntü çıkarma tekniği de değişimin var-yok bilgisini sunmaktadır. Sınıflama sonrası değişim analizi kolay anlaşılabilir oluşundan dolayı çoğunlukla kullanılmaktadır. Temeli farklı tarihlere ait görüntülerin sınıflandırılması ve karşılaştırılması ile değişim haritasının oluşturulmasına dayanmaktadır. Ayrıca değişime ait “nereden-nereye” bilgisini vermektedir.

3.2.4. Markov Chain Analizi

Markov Chain, geçmiş ve şu anda oluşan değişimlerden yararlanarak gelecekteki olasılıkların tahmin edilmesine dayanmaktadır (Daşdemir ve Güngör, 2002). Markov Chain analizine göre; bir alanın, zamanda ve arazi örtüsü/alan kullanımında bölünme söz konusu ise geçmiş ve şimdiki zaman aralığındaki verilere dayanarak, bir alan kullanımından diğerine değişim olasılığını bize sunmaktadır. Bu durumda hesaplanan değişim olasılığını geçiş matrisleri olarak vermektedir.. Bu matrisler her alan kullanımı için hücrelerde meydana gelebilecek değişimleri içermektedir (Kumar ve ark., 2015). Bir geçiş matrisi “ P ” ;

$$P = P_{ij} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}, \sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$$

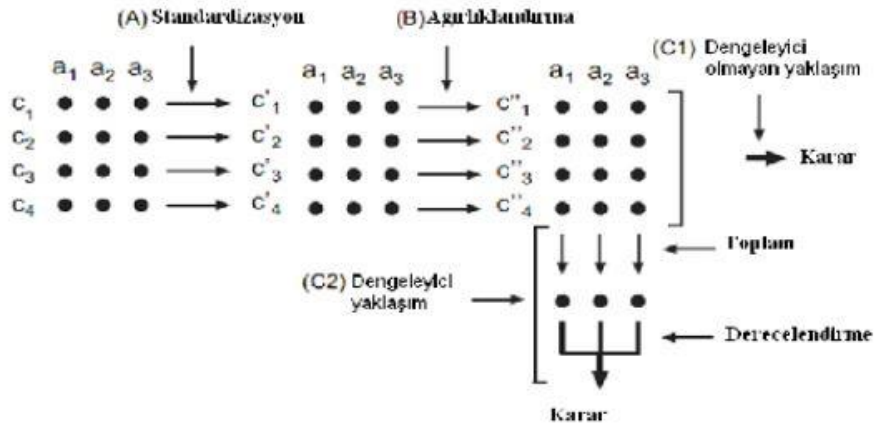
olarak ifade edilmektedir.

P ; Geçiş matrisi

P_{ij} ; Birinci ve ikinci zaman periyodunda arazi örtüsü tipi

P_{ij} ; i 'den j 'ye geçiş olasılığı

Arazi örtüsü /alan kullanım değişimini modellemede öncelikle her bir arazi sınıf için uygunluk haritaları oluşturulmuştur. Burada amaç çözümlerin karşılaştırılmasında belirleyici olmak ve karar verme sürecine kriterlerin entegrasyonunu sağlamaktır. Bu sayede farklı alternatiflerin oluşmasını mümkün kılar. Her alternatifin değerlendirmesinde ve sonuç için karar almada uyumlu olabilmesi çok kriterli analiz (ÇKA) ile sağlanmıştır. Karar verme sürecinde oluşacak matriste a_j alternatif setleri için $j= 1,...,3$ ve c_i kriter setleri için $i=1,...,4$ olacak şekilde tanımlarsak eğer, c_i' standardize edilmiş kriter olarak ve c_i'' ağırlıklandırma sonucu olarak tanımlanabilir (Saaty, 1980) (Şekil 3.11).



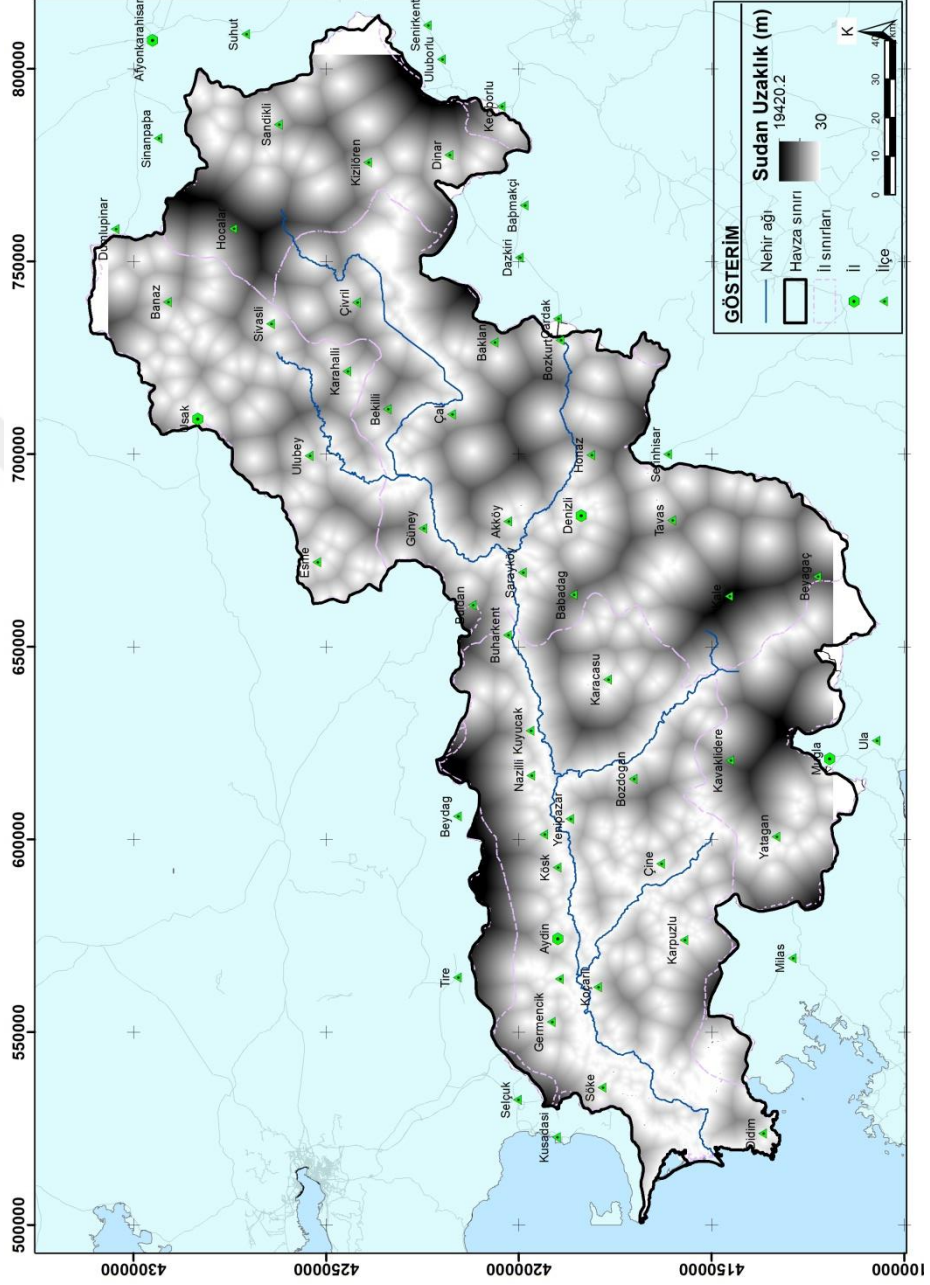
Şekil 3.11. Standardizasyon ve Ağırlıklandırma (Saaty, 1980)

Standardizasyon ve ağırlıklandırma işlemi kadar önemli olan bir diğer hususta çalışma alanını tanımlayan faktörlerin ve limitlerin (kısıtlayıcı) belirlenmesidir. Bu şekilde alternatiflerin alan için uygunluğunu arttırıp azaltmasına yardımcı olmaktadır. Limitler doğa koruma alanları, eğimin çok yüksek olduğu alanlar, yerleşim alanları için 1. sınıf tarım arazisi gibi olmakla beraber her arazi örtüsü/alan kullanımı için farklılık göstermektedir. Uygun olan alanları 1 olmayan alanları 0 ile temsil etmektedir. Faktörler ise uygunluğu

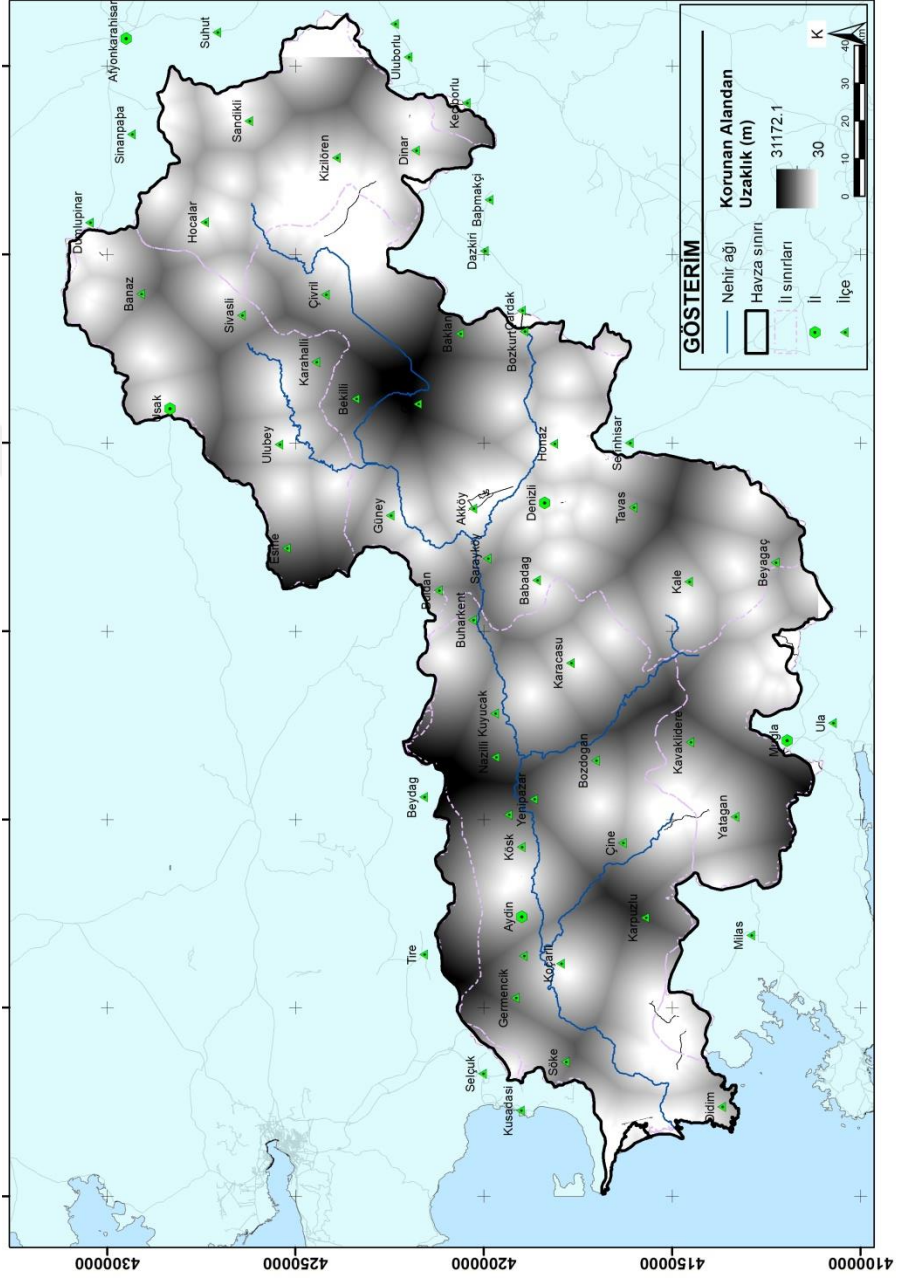
etkileyen kriterler olmakla beraber her kriter için farklı ağırlık değerleri verilerek elde edilmektedir (Akın, 2011).

Filtre tipi ise, sayısal filtreleme yönteminde her piksel için yeni gri renk tonları hesaplanmaktadır. Bu gri tonlar sadece detaylara değil komşu piksellerin durumuna bağlı olarak değişmektedir. Yüksek, orta, düşük frekanslı olmak üzere 3 filtre vardır. Görüntüden istenilenin çıkarılabilmesi için bunlardan biri kullanılmaktadır (Richards ve Jia, 2006). Yüksek frekansa vurgu yapıp düşük frekansı bastıran filtreye yüksek geçirgenli filtre denir. Alçak ve yüksek geçirgenli filtrelerin uygulanması uzaysal komşuluk ortalaması ile yapılmaktadır. Dönüşümde kullanılan kutu (Kernel), her bir pikseli ve etrafındaki piksellerin ortalamasında kullanılan sayı matrisidir.

Ca-Markov döngü sayısı olarak 32 kullanılmıştır. Bu şekilde 2050 yılına kadar döngü sayısı yıl bazında hesaplanarak tahminde bulunulmuştur.

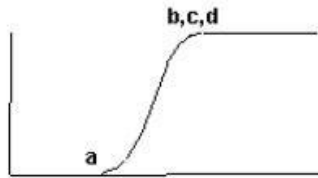
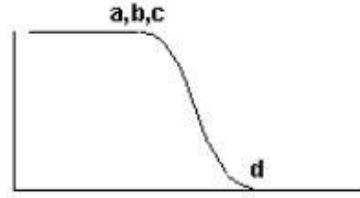
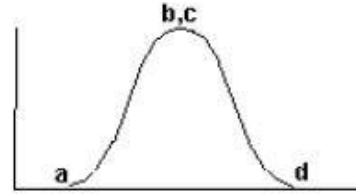
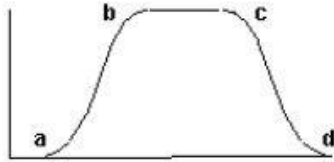


Şekil 4.5. BMH Sudan Uzaklık Haritası



Şekil 4.6. BMH Korunan Alanlardan Uzaklık Haritası

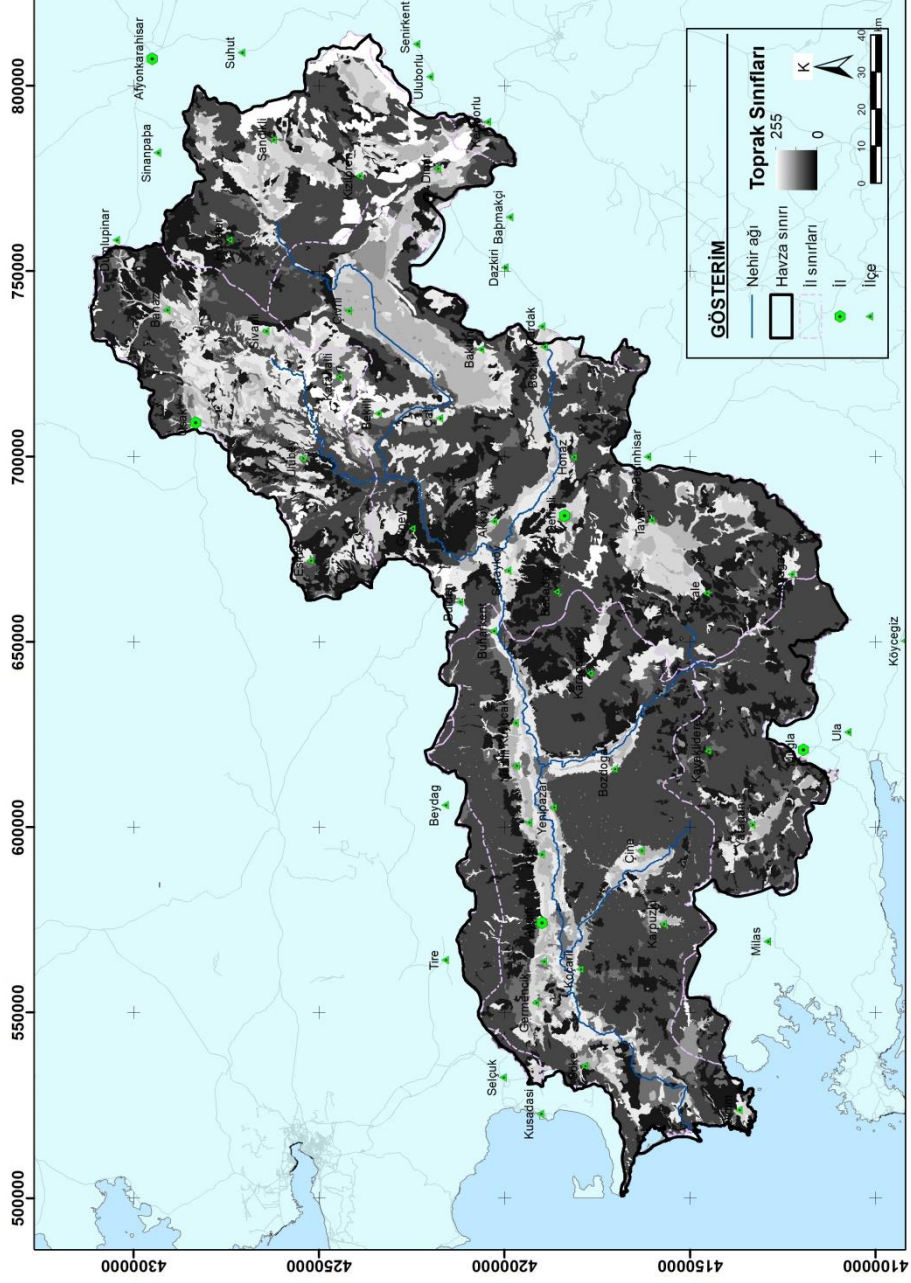
Uygunluk haritaları oluşturulmadan önce tüm verilerin (farklı değer aralıklarına sahip) aynı skalada olabilmesi için 0-255 aralığına standardize edilmesi gerekmektedir. Standardize işlemi ile tekrardan bir ölçeklenme yapılması sağlanmaktadır. Standardize etme işlemi IDRISI programında Fuzzy yaklaşımı fonksiyonları ile yapılmaktadır. Bu yaklaşımda her bir standardizasyon işlemi için fonksiyonlar seçilir ve her uygunluk haritası için ayrı ayrı yapılmaktadır. Fonksiyonlar; Sigmoidal, J-shaped ve Lineer fonksiyonlarıdır. Fonksiyonlarda Sigmoidal fonksiyonu çoğunlukla kullanılmakla beraber 4 kontrol noktasına sahiptir. Eğer bu değerlere a, b, c, d denirse; a = fonksiyonun 0'ın üzerine çıktığı nokta, b =fonksiyonun 1'e ulaştığı nokta, c = fonksiyonun 1'den uzaklaşmaya başladığı nokta ve d = fonksiyonun 0 olduğu nokta olarak tanımlayabiliriz. Sigmoidal fonksiyonu monoton olarak artan, monoton olarak azalan ve simetrik (Şekil 18). Fonksiyonlar sayesinde veriler standardize edilirken aynı zamanda 0-1, uygun-uygun değil haricinde uygun olabilirliği de vermiş olmaktadır.

Monoton olarak artanMonoton olarak azalanSimetrik

Şekil 4.7. Sigmoidal Fonksiyonları

Standardize edilmiş tüm veriler uygunluk haritalarını oluşturabilmek için byte-binary olarak çevrilmesi gerekmektedir. Örnek olması için şekil 4.8, 4.9 ve 4.10' da sunulmuştur. Her sınıf için oluşturulan uygunluklar daha sonra modelde kullanılmak için gruplandırılmaktadır. Daha sonra 2019 ve 2009 yıllarına ait arazi örtüsü/alan kullanımı haritalarından “nereden-nereye” dönüşümünü tespit edip değişim miktarlarını hesaplayarak geçiş olasılıkları matrisi hesaplanmaktadır. Hesaplanan matris ve gruplandırılmış uygunluk haritalarını kullanarak CA Markov modeli ile IDRISI programında geleceği tahmin edebilmekteyiz.





Şekil 4.10. BMH Standardize Edilmiş Toprak Sınıfları Haritası

4.1. Uygunluk Haritalarının Oluşturulması

4.1.1. Yerleşim için Uygunluk Haritası

Yerleşim için 1) yükseklik, eğim, toprak, kentten uzaklık, yoldan uzaklık, sudan uzaklık, korunan alandan uzaklık olmak üzere 7 adet yersel değişken ve 2) yükseklik, eğim, toprak, kentten uzaklık, yoldan uzaklık, sudan uzaklık olmak üzere 6 adet yersel değişken ve kısıtlayıcı olarak korunan alanlardan uzaklık verisi kullanılarak iki ayrı uygunluk elde edilmiştir.

İlk olarak AÖ/AK haritasından yerleşim alanları maskelenerek çıkarılmıştır. CA yönteminde, bir hücre (piksel), komşu hücrelerin durumundan etkilenmektedir. Kentsel gelişim, büyük oranda, mevcut yerleşim sınırından büyüme ya da kent içerisinde niteliğini kaybetmiş tarım alanlarının dönüşümü şeklinde gerçekleşmektedir. Diğer bir değişle şu anda yerleşim olan alanların çevresindeki yakın piksellerin gelecekte yerleşim alanı olma olasılığı artarken uzak olanların azalmaktadır. Bu yüzden mesafeye bağlı olarak yerleşim alanlarından uzaklaştıkça yerleşime dönüşme olasılığı azalacak şekilde veri standardize edilmiştir. Aynı işlemler su, yol ve korunan alanlar değişkenleri için de yapılmıştır. Yol ve sudan uzaklığın artışı ile gelecekte yerleşime dönüşme potansiyeli ters orantılı iken korunan alanlardan uzaklığın artışı doğru orantılıdır. Yerleşimden uzaklık, su uzaklık, yoldan uzaklık, korunan alanlar için kullanılan fonksiyonlar ve değerler şu şekildedir:

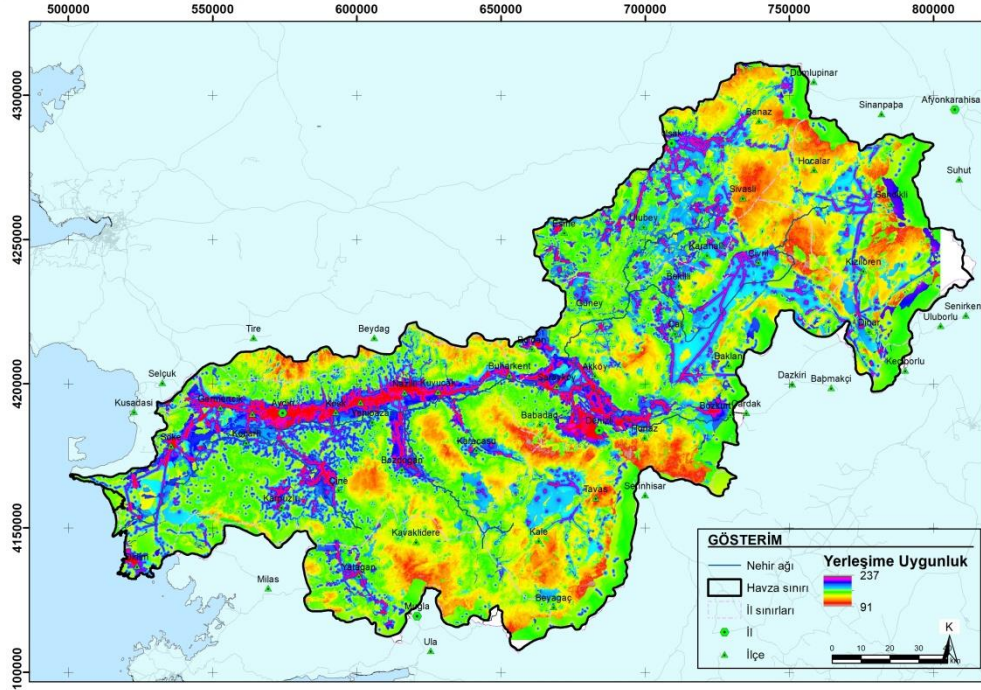
- Yerleşimden uzaklık haritasında maksimum uzaklık 116761 m olarak bulunmuştur. Lineer monoton olarak azalan fonksiyon yerleşimden uzaklık arttıkça uygunluk azalacak şekilde standardize edilmiştir.
- Yoldan uzaklık haritasında maksimum uzaklık 116063 m olarak bulunmuştur. J-Shaped monoton olarak azalan fonksiyon yoldan uzaklık haritası için kullanılmıştır. Uzaklık arttıkça uygunluk azalacaktır.

- Sudan uzaklık haritasında maksimum uzaklık 117595 m olarak bulunmuştur. Sigmoidal monoton olarak azalan fonksiyon sudan uzaklık arttıkça uygunluk azalacak şekilde standardize edilmiştir.
- Korunan alanlardan uzaklık için mesafe arttıkça uygunluk kademeli olarak artacak şekilde Lineer monoton artan fonksiyon kullanılarak standardize edilmiştir.
- Kent çalışmalarında yüksekliğin ve özellikle eğimin fazla olduğu yerler yerleşim için uygun değildir. Az eğimli ($< 21^0$) ve su kaynaklarına yakın alanlar, her zaman çekim merkezi olmuştur ve bu tür alanların gelecekte yerleşime dönüşme olasılığı yüksektir. Bu yüzden eğim arttıkça, şehre dönüşüm olasılığı azalacak şekilde veri standardize edilmiştir. Eğim verisindeki gibi ters orantılı olarak, eğimin artması ile yerleşime dönüşme olasılığı azalmıştır.
- Arazi Kabiliyet Sınıfları (AKS) haritası, sınıf gruplarına göre standardize edilerek sürekli veri seti haline dönüştürülmüştür. 1, 2, ve 3. sınıf topraklarının bulunduğu alanlar tarım için elverişli alanlar olarak tanımlanmış, bu sınıflardan diğer sınıflara doğru gidildikçe yerleşime dönüşme potansiyeli artacak şekilde veri standardize edilmiştir.

Çizelge 4.1’de yerleşim için belirlenen 7 değişken ve ağırlık değerleri verilmiştir(Şekil 4.11). Çizelge 4.2’ de ise korunan alanların kısıtlayıcı olarak kullanıldığı 6 değişken ve ağırlık değerleri verilmiştir(Şekil 4.12).

Çizelge 4.1. Yerleşim için belirlenen faktörler ve ağırlık değerleri

Faktörler	Ağırlık Değerleri
Yerleşimden uzaklık	0.24
Yoldan uzaklık	0.17
Sudan uzaklık	0.10
Koruna alanlardan uzaklık	0.07
Yükseklik	0.19
Eğim	0.15
Toprak	0.08



Şekil 4.11. BMH Yerleşime Uygunluk Haritası

uzaklık, sudan uzaklık olmak üzere 7 adet yersel değişken ve kısıtlayıcı olarak korunana alanlardan uzaklık verisi kullanılarak iki ayrı uygunluk elde edilmiştir.

Yükseklik, eğim ve erozyon değişkenleri açısından riskli alanlara yakınlık arttıkça tarıma uygunluk azalmaktadır. Bu yüzden tarıma uygunluk, bu değişkenler ile ters orantılı olacak şekilde standardize edilmiştir.

AKS haritasında, 1,2 ve 3. sınıf tarım topraklarından diğer sınıflara doğru gidildikçe tarım için uygunluk azalacak şekilde standardize edilmiştir.

Yerleşim ve korunan alanlardan uzaklık arttıkça uygunluk artacak, su ve yoldan uzaklık arttıkça uygunluk azalacak şekilde veri standardize edilmiştir. Yerleşimden uzaklık, su ve yoldan uzaklık ve korunan alanlar için kullanılan fonksiyonlar ve değerler şu şekildedir:

- Yerleşimden uzaklık haritasında maksimum uzaklık 116761 m olarak bulunmuştur. Yerleşimden uzaklık arttıkça tarıma uygunluk artacağından Lineer monoton olarak artan fonksiyon kullanılarak veri standardize edilmiştir.
- Yoldan uzaklık haritasında maksimum uzaklık 116063 m olarak bulunmuştur. J-Shaped monoton olarak azalan fonksiyon yoldan uzaklık haritası için kullanılmıştır. Uzaklık arttıkça tarım alanları için uygunluk azalacaktır. Bunun sebebi, tarım alanlarına olan erişim zorluğudur.
- Sudan uzaklık haritasında maksimum uzaklık 117595 m olarak bulunmuştur. Sudan uzaklık arttıkça uygunluk azalacağından Sigmoidal monoton olarak azalan fonksiyon ile veri standardize edilmiştir.
- Korunan alanlardan uzaklık için mesafe arttıkça uygunluklar kademeli olarak artacaktır. Bu yüzden Lineer monoton olarak artan fonksiyon ile veri standardize edilmiştir.
- AKS haritası, sınıf gruplarına göre standardize edilerek sürekli veri seti haline dönüştürülmüştür. 1, 2, ve 3. sınıf topraklarının bulunduğu alanlar tarım için elverişli alanlar olarak tanımlandığından, bu sınıflardan diğer

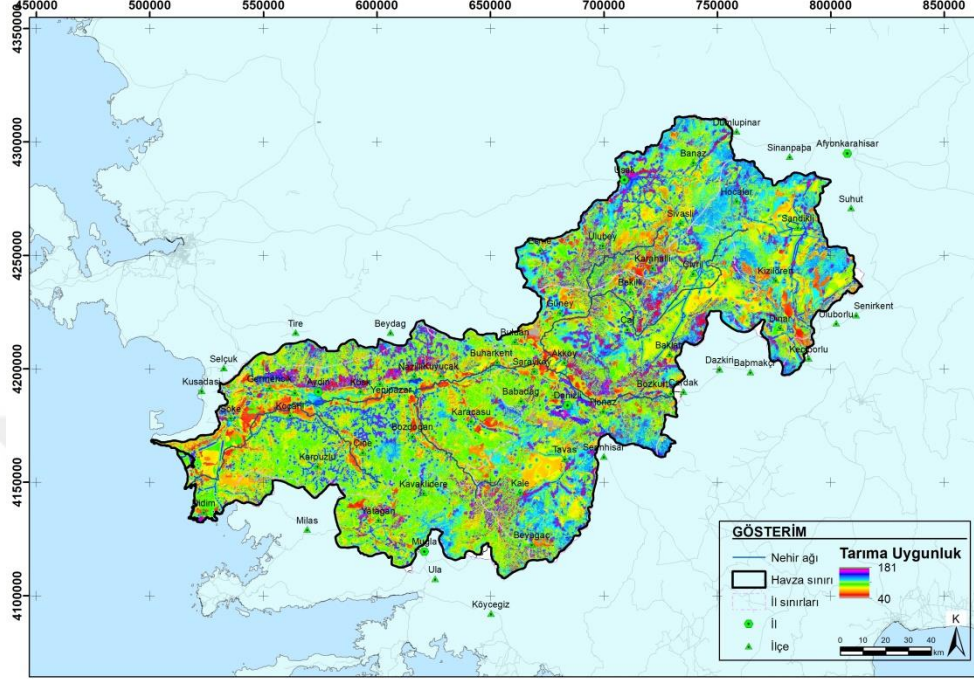
sınıflara doğru gidildikçe tarıma dönüşme potansiyeli azalacak şekilde Sigmoidal simetrik fonksiyon kullanılarak veri standardize edilmiştir.

- Erozyon haritasında 0 en uygun yeri gösterirken 842 değerli alanlar erozyon açısından riskli alanları temsil etmektedir. Lineer monoton olarak azalan fonksiyon kullanılarak veri standardize edilmiştir.
- Az eğimli ve su kaynaklarına yakın alanlar tarım için en önemli alanlardır. Bu yüzden eğim arttıkça tarım alanlarına dönüşüm azalacak şekilde standardize edilmiştir.

Çizelge 4.3’de tarım için belirlenen 8 değişken ve ağırlık değerleri verilmiştir(Şekil 4.13). Çizelge 4.4’ de ise korunan alanların kısıtlayıcı olarak kullanıldığı 7 değişken ve ağırlık değerleri verilmiştir(Şekil 4.14).

Çizelge 4.3. Tarım için belirlenen faktörler ve ağırlık değerleri

Faktörler	Ağırlık Değerleri
Yerleşimden uzaklık	0.12
Yoldan uzaklık	0.10
Sudan uzaklık	0.11
Koruna alanlardan uzaklık	0.10
Yükseklik	0.15
Eğim	0.15
Toprak	0.20
Erozyon	0.07



Şekil 4.13. BMH Tarıma Uygunluk Haritası

Çizelge 4.4. Tarım* için belirlenen faktörler ve ağırlık değerleri

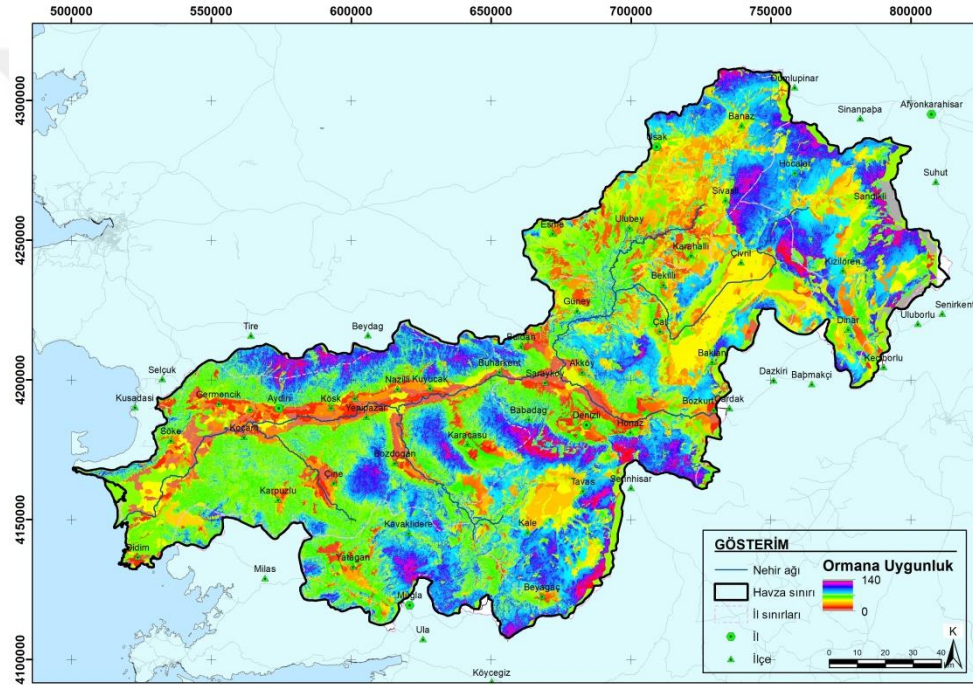
Faktörler	Ağırlık Değerleri
Yerleşimden uzaklık	0.17
Yoldan uzaklık	0.10
Sudan uzaklık	0.14
Yükseklik	0.15
Eğim	0.17
Toprak	0.20
Erozyon	0.07

- Yerleşimden uzaklık haritasında maksimum uzaklık 116761 m olarak bulunmuştur. Sigmoidal monoton olarak artan fonksiyon kullanılarak yerleşimden uzaklık arttıkça ormana uygunluk artacak şekilde veri standardize edilmiştir.
- Yoldan uzaklık haritasında maksimum uzaklık 116063 m olarak bulunmuştur. Sigmoidal monoton olarak artan fonksiyon kullanılarak yoldan uzaklık arttıkça ormana dönüşme olasılığı artacak şekilde veri standardize edilmiştir.
- Korunan alanlardan uzaklık için mesafe arttıkça uygunluklar kademeli olarak artacaktır. Korunan alanlardan uzaklık arttıkça uygunluk artacağından Lineer monoton olarak artan fonksiyon ile veri standardize edilmiştir.
- Yükseklik haritasında en yüksek alan 2524 m olarak bulunmuştur. Orman uygunluk haritası oluştururken yükseklik artıkça, orman uygunluk derecesi artacak şekilde, Sigmoidal monoton olarak artan fonksiyon uygulanmıştır.
- AKS haritası, sınıf gruplarına göre standardize edilerek sürekli veri seti haline dönüştürülmüştür. 1, 2, ve 3. sınıf topraklarının bulunduğu alanlar tarım için elverişli alanlar olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte orman alanlarının 6, 7, ve 8. sınıf toprak grubunda yayılış gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu nedenle 1. sınıftan 8. sınıfa doğru gidildikçe ormana dönüşme potansiyeli artacak şekilde Sigmoidal simetrik fonksiyon kullanılarak veri standardize edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, birinci, ikinci ve üçüncü sınıf tarım toprakları aynı kategoride değerlendirilmiş, bu sınıflardan 6, 7 ve 8. Sınıf tarım topraklarına giderken uygunluk artırılmıştır.

Çizelge 4.5’de orman için belirlenen 6 değişken ve ağırlık değerleri verilmiştir(Şekil 4.15). Çizelge 4.6’ da ise korunan alanların kısıtlayıcı olarak kullanıldığı 5 değişken ve ağırlık değerleri verilmiştir(Şekil 4.16).

Çizelge 4.5. Orman için belirlenen faktörler ve ağırlık değerleri

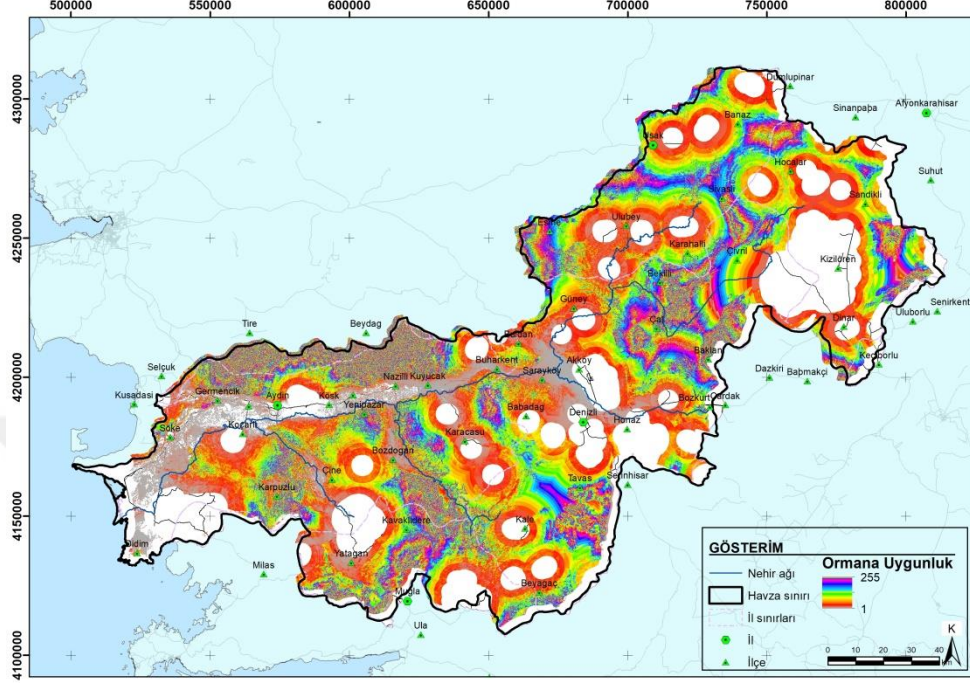
Faktörler	Ağırlık Değerleri
Yerleşimden uzaklık	0.20
Yoldan uzaklık	0.20
Koruna alanlardan uzaklık	0.034
Yükseklik	0.20
Eğim	0.20
Toprak	0.166



Şekil 4.15. BMH Orman Alanlara Uygunluk Haritası

Çizelge 4.6. Orman* için belirlenen faktörler ve ağırlık değerleri

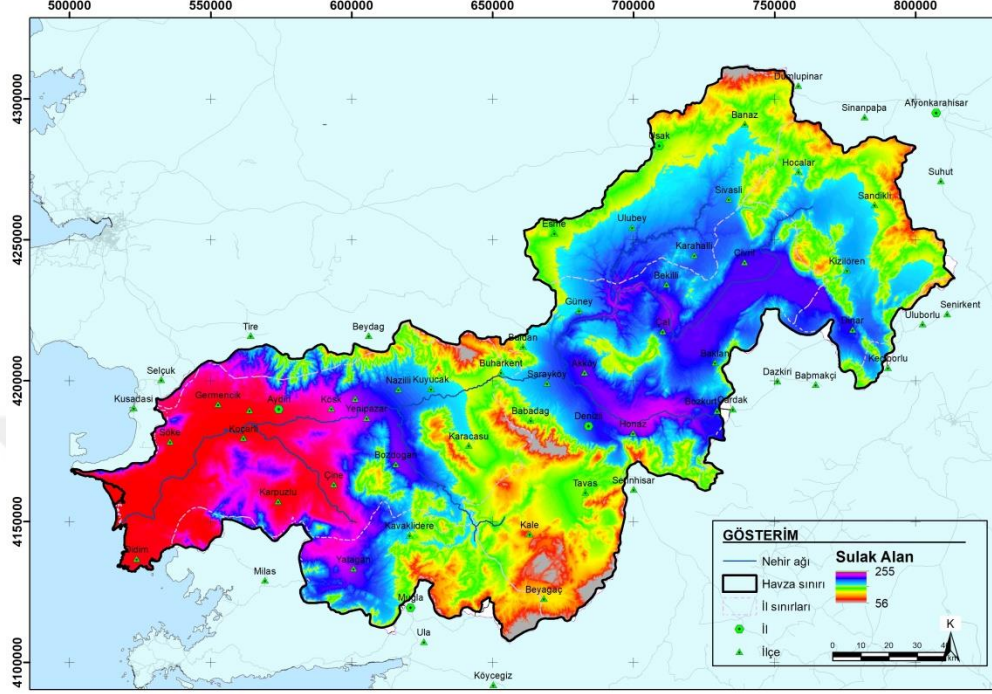
Faktörler	Ağırlık Değerleri
Yerleşimden uzaklık	0.20
Yoldan uzaklık	0.20
Yükseklik	0.20
Eğim	0.20
Toprak	0.20



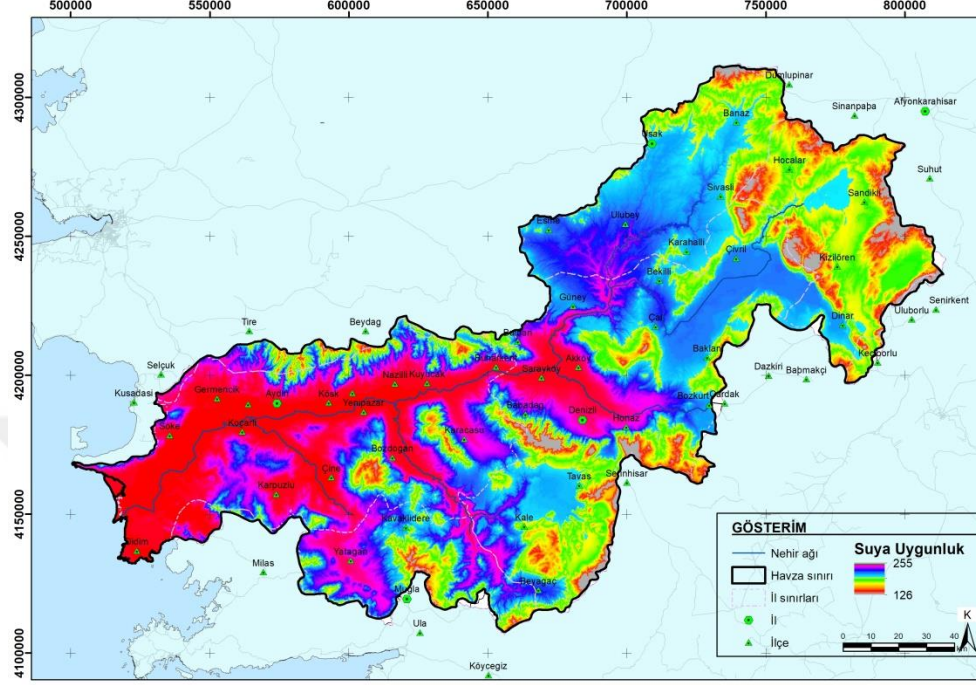
Şekil 4.16. BMH Orman Alanlara Uygunluk Haritası

4.1.4. Sulak Alanlar ve Su Yüzeyleri için Uygunluk Haritaları

Mevcut su yüzeyleri ve sulak alanlar, AÖ/AK haritalarından maskelenmiş ve hâlihazırda bulunduğu alanlar uygun olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4.17. BMH Sulak Alanlara Uygunluk Haritası



Şekil 4.18. BMH Su Alanlara Uygunluk Haritası

4.1.5. Geçiş Olasılıkları Matrisi

CA-Markov Chain 'de diğer önemli bir girdi Geçiş Olasılıkları Matrisi (Transition Probability Matrix, TPM)'dir. 2009-2019 yılı AÖ/AK haritaları yardımıyla 2050 yılı için TPM (Çizelge 4.7) oluşturulmuştur. Matriste her bir sayı, bir sınıftan diğerine dönüşmesi beklenen piksel sayısıdır. Sınıf 1: Yerleşim, sınıf 2: Tarım, sınıf 3: Orman, sınıf 4: Sulak alan ve sınıf 5: Su yüzeylerini temsil etmektedir. Örneğin, tarımdan yerleşime dönüşmesi beklenen piksel sayısı, 630622'dir. Benzer olarak ormandan yerleşime olan dönüşüm 454111 pikseldir. Geçiş olasılıkları hesaplanırken farklı zaman periyotlarına ait (2009–2019) haritalar arasındaki değişim eğilimi belirlenmiş ve %5 hata payı oranı ile birlikte 2050 yılı için TPM hesaplanmıştır.

Çizelge 4.7. Geçiş Olasılıkları Matrisi

	Sınıf 1	Sınıf 2	Sınıf 3	Sınıf 4	Sınıf 5
Sınıf 1	429283	386963	240706	566	5793
Sınıf 2	630622	3710024	7596591	24911	192223
Sınıf 3	454111	9468557	5470946	12673	205275
Sınıf 4	597	18932	7187	6811	12186
Sınıf 5	5682	129442	92418	3144	54916

Bu çalışmada 5X5 filtre tipi kullanılmıştır. Sayısal filtreleme yönteminde her piksel için yeni gri renk tonları hesaplanmaktadır. CA-Markov döngü sayısı olarak 32 kullanılmıştır. Bu şekilde 2050 yılına kadar döngü sayısı yıl bazında hesaplanarak tahminde bulunulmuştur.



5. SONUÇ

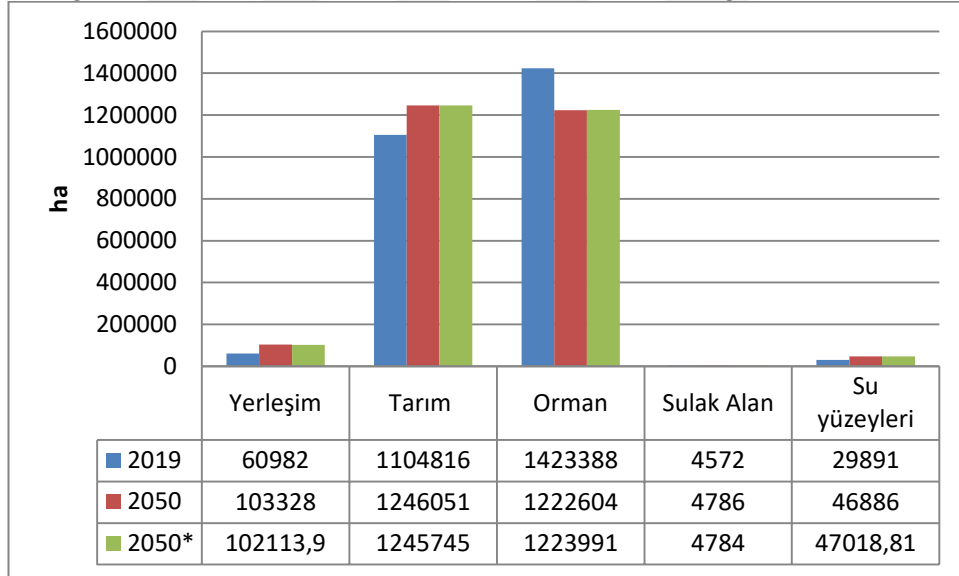
Peyzajın tarım, otlama, ormancılık, sanayileşme gibi süreçlerden sürekli bir şekilde değişim ve dönüşümlere sebep olmaktadır. Nüfusun sürekli ve yoğun bir şekilde artışı ile belirli zamanlarda mevcut durumların kontrolünü gerektirmektedir. Artan nüfusla birlikte konuta, işe ve yeme-içme gibi ihtiyaçlarında beraberinde artışı söz konusu olmaya başlamıştır. Sonucunda ise arazi örtüsü/alan kullanımlarında değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimlerin izlenmesi ve saptanması artık yeterli olmamaya başlanmıştır. Değişimler artık yerel değil küresel ölçekte olup biyolojik ve iklim değişimlerine sebep olmaya başlamaktadır. Bu durumda da değişimlerin sadece bu denli büyük oluşunun nedenleri değil geleceğe yönelik tahminlerin, etkilerin değerlendirilmesi ve gereken çözümlerin sunulabilmesi adına modeller geliştirilmiştir. Değişim modelleri mekânsal, çok ölçekli ve dinamik yaklaşımları kullanarak geleceğe yönelik alternatiflerin sunulmasında kullanılmaktadır.

Büyük Menderes Havzasında geçmişten günümüze kadar dokumacılığın, dericiliğın, sanayileşmenin, tarımsal faaliyetlerin artışından, üzüm, incir, zeytin ticaretinin giderek artış göstermesinden, turizmin ve jeotermal turizmin getirdiği kırsaldan kente göçün, zaman zaman krizlerin, savaşların sebebiyet verdiği değişimler söz konusudur. Arazi örtüsü/alan kullanımlarında dönüşümlere sebebiyet vermiştir (WWF).

Havzada değişimlerin tespitini yaparak geleceği modelleyebilmek için CA Markov Chain modellemesi kullanılmıştır. SPOT ve Sentinel görüntüleri kullanılarak obje tabanlı sınıflama ile arazi örtüsü/alan kullanım haritaları elde edilmiştir. Çalışmada 2009-2019 yılları arasındaki 10 yıllık değişime bakılarak geçiş olasılıkları matrisi elde edilmiş olup her sınıf için uygunluk haritaları 1) korunan alan verisinin değişken olarak dahil edildiği 2) korunan alan verisinin kısıtlayıcı olarak dahil edildiği iki ayrı uygunluk haritaları belirlenerek CA döngü sayısı ve filtre tipinin tanımlanması ile gelecek modellemesi yapılmıştır.

2009-2019 yılları arasındaki değişime bakarak yerleşim ve tarım alanlarında küçükte olsa artış varken orman alanları hemen hemen sabit kalmıştır. Su yüzeylerinde ise açılan barajların etkisi ile alansal olarak artış görülmektedir. Gelecek modellemesinin yerleşim alanında 41.451 ha, tarımda 141.471 ha alan artış gösterirken orman alanlarındaki 200.784 ha azalış dikkat çekmektedir. Havzaya gerek dışardan gerekse işsizlik ya da tarım faaliyetlerinin yeteri kazanç sağlamaması sebebi ile kırsaldan kente göçün olması nüfusun yoğunlaştığı kent merkezlerinde yerleşim ihtiyacını artırmıştır. Artan yerleşim ihtiyacı orman alanlarının kullanımı ile sağlanmıştır. Orman alanlarının azalışının bir diğer nedeni ise yeni açılan tarım alanlarıdır.

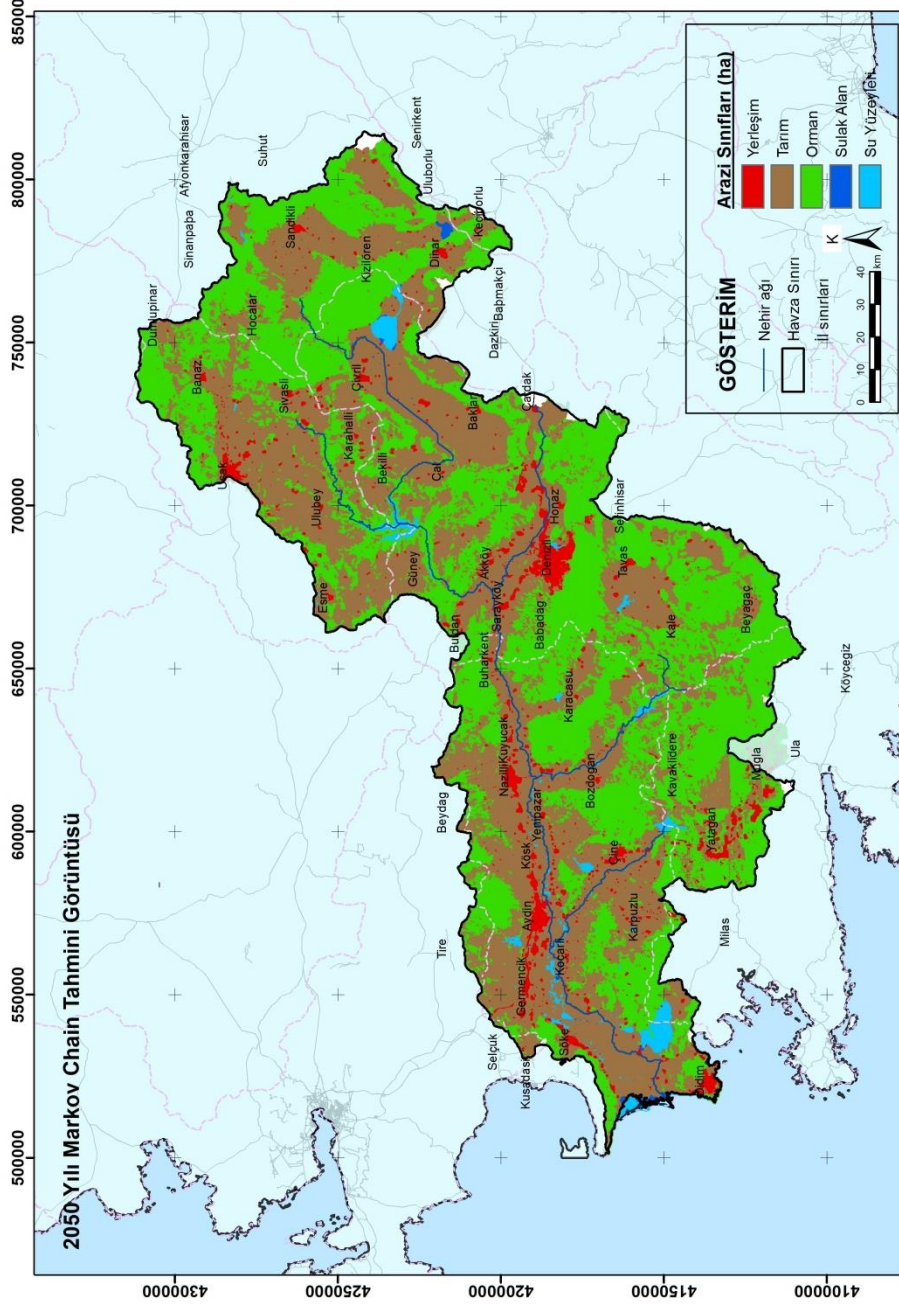
Çizelge 5.1. Güncel ve Gelecek AÖ/AK haritalarının alan değişimleri



Şekil 5.1’de ulaşılan sonuç haritası korunan alanların değişken olarak tanımlandığı, şekil 5.2’de ise korunan alanların kısıtlayıcı olarak dâhil edildiği haritadır. Çizelge 5.1’de hem kısıtlayıcı(2050*) hem de değişken(2050) olarak kullanılan korunan alan verisi ile elde edilen sonuçların alansal karşılaştırması

vardır. Her iki sonuçta da alansal olarak yakın değişimler söz konusudur. Yerleşimin şehir merkezlerinde yoğunlaştığını, tarımın alansal olarak artışta oluşu ve orman alanlarının gözle görünür biçimde yok olduğu görülmektedir. Bunların önüne geçebilmek adına tekrardan tarım faaliyetlerini canlandırıp merkezdeki nüfus yoğunluğunun kırsala yönelmesi sağlanmalıdır.





Şekil 5.2. BMH 2050* yılı Arazi Örtüsü/Alan Kullanım Haritası



KAYNAKLAR

- Ahern, J., 1999, Spatial Concepts, Planning Strategies and Future Scenarios: A Framework Method for Integrating Landscape Ecology and Landscape Planning, 175-202, Landscape Ecological Analysis: Issues and Applications, Klopatek, J.M. and Gardner, R.H. (Eds.), ISBN: 978-0-387-98325-7, 400p.
- Akın Tanrıöver, A., 2011. Adana kentsel gelişiminin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak modellenmesi, Doktora tezi. Adana, 203.
- Agarwal, C., Green, G. M., Grove, J. M., Evans, T. P., Schweik, C. M., & Charles M. Schweik. (2010). A Review and Assessment of Land-Use Change Models: Dynamics of Space, Time, and Human Choice. U.S.A.: General Technical Report.
- Albert, C., 2009, Scenarios for Sustainable Landscape Development – A Comparative Analysis of Six Case Studies Landscape ecology analysis, The 7th International Science Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, April 26-30, Bonn, Germany,
- Alcamo, J., Kok, K., Busch, G. and Priess, J., 2008, Searching for the future of land: Scenarios from the local to global scale, Development in Integrated Environmental Assessment, 2: 67-103.
- Altürk, B., 2017. Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü Değişikliğinin ve Su Kaynaklarına Etkisinin Belirlenmesi: Ergene Havzası Örneği, Doktora Tezi. Tekirdağ, 183.
- Aspinal, R.J., 2008, Basic and Applied Land Use Science, 3-16, Land use change: science, policy, and management, Aspinal, R. J. and Hill, M. J. (Eds.), 3-16, CRC Press, Taylor and Francis Groups, New York, 185 p.
- Barredo, J.I., Lavalle, C. Demichel, L., Kasanko, M. and McCormik, N., 2003, Sustainable Urban and Regional Planning: The MOLAND activities on urban scenario modelling and forecast, European Commission Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, EUR 20673 EN, 54 p.

- Briassoulis, H., 2000, Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modelling Approaches, The Web Book of Regional Science, Regional Research Institute, West Virginia University, <http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm> (Erişim tarihi: 09 Ocak 2009).
- Brown, D. G., Aspinall, R. and Bennett, D.A., 2006, Landscape models and explanation in landscape ecology—a space for generative landscape science?, *The Professional Geographer*, 58 (4): 369–382.
- Cengiz, S., ve Yılmaz, B., 2016, Malatya’da Arazi Kullanımı/Örtüsünün Modellenmesi, 2025-2045 Arazi Kullanımı/Örtüsü Simülasyonu , 6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (Uzal-Cbs 2016), 5-7 Ekim 2016, Adana.
- Ceylan, M., ve Maktav, D., 2012. Uzaktan algılama ve CBS ile kıyı çizgisi değişiminin belirlenmesi: İzmit körfezi örneği. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012), 16-19 Ekim 2012, Zonguldak.
- Daşdemir, İ., Güngör, E., 2002. Çok Boyutlu Karar Verme Metotları ve Ormancılıkta Uygulama Alanları. ZKÜ Bartın Orman Fakóltesi Dergisi, Cilt:4 Sayı:4, Bartın.
- Dengiz, O., Turan, İ., 2014. Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistem teknikleri kullanılarak arazi örtüsü / arazi kullanımı zamansal değişimin belirlenmesi: samsun merkez İlçesi örneği (1984-2011). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1:78-90. ISSN:2148-2306.
- Deniz, B., Küçükbaş, E.V. ve Tuncay, H.E., 2006, Peyzaj ekolojisine genel bir bakış, *ADÜ Ziraat Fakóltesi Dergisi* 3 (2): 5-18.
- Dökmeci, V., 2005, Planlamada Sayısal Yöntemler, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınevi, ISBN: 975-561-260-2, İstanbul, 174s.
- Erdoğan, N., 2011. İzmir ili örneğinde peyzaj değişim senaryolarına yönelik modelleme yaklaşımı: CLUE-s, Doktora tezi. İzmir, 200.

- Entwisle, B., 2005, Population, Land Use, and Environment : Research Directions, National Academies Pres, Washington, DC, 321 p.
- Fall, A. and Fall, J., 2001, A domain-specific language for models of landscape dynamics, *Ecological Modelling*, 141 (1-3): 1-18.
- Farina, A., 2006, Principles and Methods in Landscape Ecology: Towards a Science of Landscape, ISBN: 978-1-4020-3328-5, Springer, Dordrecht, Netherlands, 412p.
- Fogel, D.N., 1997. Image Rectification with Radial Basis Functions : Application to RS/GIS Data Integration. Available on site http://www.ncgia.ucsb.edu/SANTA_FE_CDROM/sf_papers/fogel_david/santafe.html.
- Forman, R.T.T., 1995, Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions, ISBN 0-521-47980-0, Cambridge University Pres, Cambridge, United Kingdom, 632p.
- Fu, B.J., Niu, D., Yu, G.R., Chen, L.D., Ma, K.M., Luo, Y., Lu, Y.H. and Zhao, W.W., 2007, Application of Landscape Ecology in Long Term Ecological Research, 33-57, Landscape Ecological Applications in Man- Influenced Areas Linking Man and Nature Systems, Kee Hong, S., Nakagoshi, N., Fu, B. and Moritomo, Y. (Eds.), ISBN: 978-1-4020-9294-7, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 536 p.
- Genç, L., ve diğ., 2012. Arazi kullanım ve bitki örtüsü değişiminin uzaktan algılama, Markov işlemi, nüfus ve alan görünüm analizleri yardımıyla belirlenmesi: Çanakkale örneği. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 28(1):10-18. Doi: 0.7161/anajas.2013.281.10.
- GIGALOPOLIS, 2003. Project Gigalopolis: Urban and land cover modeling. Santa Barbara, CA: University of Santa Barbara at <http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/gig/>.

- Heistermann, M, Müller C. and Ronneberger, K., 2006, Land in sight? Achievements, deficits and potentials of continental to global scale land-use modeling, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114: 141–158.
- Koffi, K.J., Deblauwe, V., Sibomana, S., Neuba, D.F.R., Champluvier, D., De Canniere C., Barbier, N., Traore, B., Habonimana, B. and Robbrecht, E., 2007, Spatial Pattern Analysis as a Focus of Landscape Ecology to Support Evaluation Support Evaluation of Human Impact on Landscapes and Diversity, 7-32, *Landscape Ecological Applications in Man-Influenced Areas Linking Man and Nature Systems*, Kee Hong, S., Nakagoshi, N., Fu, B. and Moritomo, Y. (Eds.), ISBN: 978-1-4020-9294-7, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 536 p.
- Koomen, E. and Stillwell, J., 2007, Modelling Land Use Change, 1-25, *Modelling Land Use Change: Progress and applications*, Koomen, E., Stillwell, J., Bakema, A. and Scholten, H.J. (Eds.), ISBN: 978-1-4020- 5647-5, The GeoJournal Library Volume 90, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 398p.
- Kumar, L., ve Ghosh, M.K., 2012. Land cover change detection of Hatiya Island, Bangladesh, using remote sensing techniques. *Journal of Applied Remote Sensing*, 063608-1, Vol. 6, 2012.
- Kumar, S.K., Kumari, P.K., Bhaskar, U.P., 2016 Application of Markov Chain & Cellular Automata Based Model for Prediction of Urban transitions. *International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT – 2016)*.
- Lambin, E.F., and Strahler, A.H., 1994a, Change-vector Analysis in Multitemporal Space: A Tool to Detect and Categorize Land-cover Change Processes Using High Temporal Resolution Satellite Data. *Remote Sensing of Environment*, 48, 231–244.

- Lambin, E.F., 2004, Modelling Land-Use Change. Environmental Modelling: Finding Simplicity in Complexity, John, W. and Mulligan, M. (eds.), London, 408 p, 245-254.
- Lambin, E.F., Geist, H. and Rindfuss, R.R., 2006, Introduction: Local Process with Global Impacts, 1-8, Land Use and Land Cover Changes: Local Process and Global Impacts, Lambin, E.F. and Geist, H. (Eds.), Global Change – The IGBP Series, Springer-verlag, Berlin, Germany, 222p.
- Leitão, A. B., Miller, J., Ahern, J. and McGarigal, K., 2006, Measuring Landscapes : A Planner's Handbook, ISBN 1-55963-899-0, 272 p., Island Press, Washington, DC, 245 p.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio E. and Moran, E., 2004, Change Detection Techniques. International Journal of Remote Sensing, 25 (12): 2365-2407.
- Millspaugh, J.J., Gitzen, R.A., Larsen, D.R., Larson, M.A. and Thompson, F.R., 2008, General Principles for Developing Landscape Models for Wildlife Conservation, 1-32pp, Models For Planning Wildlife Conservation in Large Landscapes, Millspaugh, J.J. and Thompson, F.R. (Eds.), Elsevier Academic Press, USBN: 978-0-12-373631-4, USA, 688 p.
- Nassauer, J.I. and Corry, R.C., 2004, Using normative scenarios in landscape ecology, Landscape Ecology, 19 (4): 343-356.
- Nurlu E., Erdem U., Ozturk M., Guvensen A., Turk T., 2008, Landscape, Demographic Developments, Biodiversity and Sustainable Land Use Strategy: A Case Study on Karaburun Peninsula, Izmir, Turkey, 357-368, Use Of Landscape Sciences For The Assessment Of Environmental – Security, Petrosillo, I., Müller, F., Jones, K.B., Zurlini, G., Krauze, K., Victorov, S., Li, B.-L. and Kepner, W.G. (Eds.), ISBN: 978-1-4020-6588-0, Springer, The Netherlands, 497 p.
- Nurlu, E., Erdem, Ü., Güvensen, A. ve Erdoğan, N., 2009, CORINE Standartlarına Göre Karaburun Yarımadası Örneğinde Alan Kullanımı/Arazi Örtüsü Değişiminin Saptanması Üzerine Araştırma, Proje Raporu (yayınlanmamış), E.Ü. Bilimsel Araştırma Fonu, Proje No: 2005- ÇSUM-005, İzmir, 55s (yayınlanmamış).

- Overmars, K., 2005, Linking process and pattern of land use change Illustrated with a case study in San Mariano, Isabela, Philippines, Leiden University PhD Thesis, The Netherlands, 178p (unpublished).
- Öztürk, D., 2013. Hücresel otomat- markov zinciri yöntemiyle samsun kıyı alanlarındaki mekansal değişimlerin modellenmesi. 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 14-17 Mayıs 2013, Ankara.
- Palang, H., Alumae, H. and Mander, Ü., 2000, Holistic aspects in landscape development: a scenario approach, *Landscape and Urban Planning*, 50 (1-3): 85-94.
- Rounsevell, M.D.A., Reginster, I., Araujo, M.B., Carter, T., Dendoncker, N., Ewert, F., House, J.I., Kankaanpa, S. and Leemans, R., 2006, A Coherent set of future land use change scenarios for Europe, *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 114 (1): 57-68.
- Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. NY, McGraw Hill.
- Schot, P. P., Barendregt A. and Wassen, M.J., 2004, Modelling approaches for metropolitan landscapes, 145-165, *Planning Metropolitan Landscapes : Concept, Demands, Approaches*, Tress, G. And Tress, B. (Eds.), DELTA Series 4, Wageningen, The Netherlands, 288p.
- Sefer, Y., 2019. Dyna-CLUE modeli kullanılarak farklı senaryolara göre kullanımı değişiminin modellenmesi, Yüksek Lisans tezi. Düzce, 97.
- Singh, A.K., 2003, Modelling land use land cover changes using cellular automata in a geo-spatial environment. MSc Thesis, ITC The Netherlands. http://www.itc.nl/library/Academic_output/2003/MSc_theses_2003.asp (Erişim tarihi: 09 Ocak 2009).
- Steiner, F., 2008, *The Living Landscape: An Ecological Approach to Landscape Planning*, ISBN:978-1-59726-396-2, Island Pres. Washington DC., USA., 471 p.

- Steinitz, C., 2003, *Alternative Futures for Changing Landscapes: the Uppes San Pedro River Basin in Arizona and Sonora*, ISBN: 1-55963-335-2, Island Pres, Washington DC., USA, 202 p.
- Stern, P.C., Young, O.R. and Druckman, D., 1992, *Global environmental change: understanding the human dimensions*, National Research Council (U.S.), Committee on the Human Dimensionsof Global Change Commission on behavioral and Social Sciences and Education, National Academy Press, Washington DC., 308p
- Trisurat, Y., Alkemade, R., & Verburg, P. H. (2010). Projecting land-use change and its consequences for biodiversity in northern thailand. *Environmental Management*, 626-639. Doi: 10.1007/s00267-010-9438-x.
- Turner, B.L.I. and Meyer, B.L., 1994, *Global Land Use and Land Cover Change: An Overview*, 3-10, *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*, Meyer, W.B. and Turner, B.L.E. (eds.), Cambridge, Cambridge University Pres, 537 p.
- Turner, M.G., Gardner, R.H. and O'Neil, R.V., 2001, *Landscape Ecology in Theory and Practise*, ISBN:0-387-95122-9, Springer-Verlag, New York, USA, 401p.
- Turner, M.G., Thomas, R.C., Liu, J., Rabe, D., Rabeni, C.F., Soranno, P.A., Taylor, W.W., Vogt, K.A. and Wiens, J.A., 2002, *Bridging the gap between landscape ecology and natural resource management*, 433-460, Liu, J. and Taylor, W.W. (Eds.), *Integrating Landscape Ecology into Natural Resource Management*, ISBN: 9780511158247, Cambridge University Pres, Cambridge, United Kingdom, 516p.
- U.S. EPA, 2000, *Projecting Land-Use Change: A Summary of Models for Assessing the Effects of Community Growth and Change on Land-Use Patterns*. EPA/600/R-00/098. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati, 260 p.

- Uysal, M.M., ve Uysal, M., 2012. Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Afyonkarahisar ili şehir gelişiminin belirlenmesi. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012), 16-19 Ekim 2012, Zonguldak.
- Veldkamp, A. and Lambin E.F., 2001, Predicting Land Use Change, Agriculture, Ecosystems and Environment 85: 1-6.
- Verburg, P. H., 2000, Exploring the spatial and temporal dynamics of land use with special reference to China, PhD Thesis Wageningen University, ISBN 90-5808-200-8, 148 p (unpublished).
- Verburg, Peter H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V., & Mastura, S. S. A. (2002). Modeling the spatial dynamics of regional land use: The CLUE-S model. Environmental Management, 30(3), 391-405.
- Verburg, P.H., Groot, W.T. and Veldkamp, A.J., 2003, Methodology For Multi-Scale Land Use Change Modelling: Concepts and Challenges, 17- 52, Global Environmental Change and Land Use, Dolman, A.J., Verhagen, A. and Rovers, C.A. (Eds.), ISBN: 1-4020-1346-9, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 210p.
- Verburg, P.H., Schot, P., Dijst, M.J. and Veldkamp, A., 2004, Land use change modelling: current practice and research priorities, GeoJournal 61 (4): 309–324.
- Verburg, P.H., Kok, K., Pontius Jr., R.G. and Veldkamp, A., 2006a, Modelling Land Use and Land Cover Changes, 117-135, Land Use and Land Cover Changes: Local Process and Global Impacts, Lambin, E.F. and Geist, H. (Eds.), Global Change – The IGBP Series, Springer-Verlag, Berlin, Germany, 222p.
- Verburg, P.H., & Overmars, K. P. (2007). Dynamic Simulation of Land-Use Change Trajectories with the CLUE-S Model. GeoJournal Library, 321-337.

World Bank, 2008, Sustainable Land Management Sourcebook, , Herndon, VA, USA, 178p.

WWF, 2018. Büyük Menderes Havza Atlası. ISBN: 978-605-62927-1-2.

Yesmin, R., Mohiuddin, ASM, Uddin, MJ ve Shahid, MA (2014). Land use and land cover change detection at Mirzapur Union of Gazipur District of Bangladesh using remote sensing and GIS technology. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 20. Doi: :10.1088/1755-1315/20/1/012055.

https://tr.wikipedia.org/wiki/B%C3%BCy%C3%BCK_Menderes

https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/atlas_web_download.pdf

https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanamenajmani_85977.pdf

[http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=26,](http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=26)

[http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=64,](http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=64)

<https://blog.esri.com.tr/2019/02/25/sentinel-2-uydu-goruntuleriyle-esri-sentinel-2-explorerer-web-uygulamasi-araciligıyla>

<calismak/#:~:text=Sentinel%2D2'nin%20multi%2D,60%20metre%20C3%A7%C3%B6z%C3%BCn%C3%BCr%C3%BCkte%20veri%20sa%C4%9FlamaktadC4%B1r.,>

https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanamenajmani_09c24.pdf

https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/atlas_web_download.pdf

https://tr.wikipedia.org/wiki/B%C3%BCy%C3%BCK_Menderes



ÖZGEÇMİŞ

İlkokul eğitimini İzmir, ortaokul ve lise eğitimini Ceyhan/Adana'da tamamladı. 2012 yılında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde başladığı lisans eğitiminden 2016 yılında mezun oldu. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında 2017-2018 güz döneminde yüksek lisans eğitimine başladı.

