

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZAMAN SERİLERİ İLE DEĞİŞİM ANALİZİ : İSTANBUL SARIYER ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fulya Başak SARIYILMAZ

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

OCAK 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZAMAN SERİLERİ İLE DEĞİŞİM ANALİZİ : İSTANBUL, SARIYER ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Fulya Başak SARIYILMAZ
(501091631)**

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nebiye MUSAOĞLU

24 Şubat 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091631 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Fulya Başak SARIYILMAZ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**Zaman Serileri İle Değişim Analizi : İstanbul, Sarıyer Örneği**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Nebiye MUSAOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Dr. Çiğdem GÖKSEL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Adnan UZUN
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : 24 Şubat 2012
Savunma Tarihi : 25 Ocak 2012

Anneme, anneanneme, çok sevgili eşime ve bebeğime,

ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Geomatik Mühendisliği Programı'na Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışma İstanbul İli Sarıyer İlçesi'ndeki arazi kullanımı değişiminin uzaktan algılama ve zaman serisi analizi yöntemleri kullanılarak irdelenmesini amaçlamıştır. Çalışmanın her aşamasında bilimsel destek sunan Sayın Hocam Prof. Dr. Nebiye MUSAOĞLU'na en içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışma arkadaşlarım Yüksek Mühendis Adalet DERVİŞOĞLU, Araştırma Görevlisi Önder GÜRSOY ve Araştırma Görevlisi Bahadır ÇELİK'e göstermiş oldukları manevi destek için teşekkür ederim. Bütün aileme, Sevgili Annem Hülya ÖZDEMİR, Anneannem Müzeyyen ÖZDEMİR, Dayım Bülent ÖZDEMİR, Yengem Çiğdem ÖZDEMİR, Teyzelerim Süheyla GÜNEY ve Tülin SAYAR, Enişterim Ayhan GÜNEY ve Bayram Ali SAYAR, Kuzenlerim, Levent, Zeynep, Merve ve Mert'e her türlü destekleri, sevgileri ve bana olan inançları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Son olarak yaptığım her işte ve aldığım her kararda yanımda olacağına inanmamı sağlayan Sevgili Eşim Ümit Doğan SARIYILMAZ'a teşekkür ederim.

ARALIK 2011

Fulya Başak SARIYILMAZ
(Jeodezi ve Fotogrametri
Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	xv
KISALTMALAR	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxi
SUMMARY.....	xxiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Giriş Ve Çalışmanın Amacı	1
1.2 Literatür Araştırması	2
2. UZAKTAN ALGILAMANIN TEMEL PRENSİPLERİ.....	5
2.1 Uzaktan Algılamanın Temel Bileşenleri	5
2.2 Elektromanyetik Spektrum Ve Spektral Etkileşim	5
2.2.1 Elektromanyetik Spektrum.....	5
2.3 Cisimlerin Spektral Yansıtma Özellikleri.....	6
2.3.1 Spektral imza.....	6
2.3.2 Bitki örtüsünün spektral yansıtması	6
2.3.3 Zeminlerin spektral yansıtması	6
2.3.4 Suyun spektral yansıtması.....	7
2.4 Yüzey Cisimlerinin Spektral Işıması.....	7
3. SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ	9
3.1 Sayısal Görüntü Ve Çözünürlük	9
3.1.1 Sayısal görüntü.....	9
3.1.2 Çözünürlük.....	9
3.1.2.1 Spektral çözünürlük	9
3.1.2.2 Mekansal çözünürlük	10
3.1.2.3 Radyometrik çözünürlük	10
3.1.2.4 Zamansal çözünürlük	10
3.1.2.5 Görüntü elde etme.....	10
3.2 Sınıflandırma.....	10
3.2.1 CORINE veri tabanı	11
3.2.2 Kontrolsüz sınıflandırma	13
3.2.2.1 ISODATA yöntemi.....	13
3.2.3 Kontrollü sınıflandırma	13
3.2.3.1 En çok benzerlik yöntemi.....	14
3.2.4 Sınıflandırma doğruluğu	14
4. ZAMAN SERİSİ ANALİZİ VE DEĞİŞİM ANALİZİ KAVRAMLARI.....	15
4.1 Değişim Analizi	15
4.2 Zaman Serisi Analizi	15
4.2.1 Süreçler.....	16
4.2.2 Yöntemler	17
4.2.2.1 Box – Jenkins yöntemi.....	17

4.2.2.2 Bileşenlere ayırma yöntemi	17
5. ÇALIŞMA ALANI VE KULLANILAN VERİLER.....	19
5.1 Çalışma Alanı.....	19
5.1.1 Coğrafi konum ve fiziksel özellikleri.....	19
5.1.2 Meteorolojik özellikler ve bitki örtüsü.....	19
5.1.3 Arazi kullanımı ve çevre sorunları.....	20
5.2 Kullanılan Veriler	20
5.2.1 Vektör veriler.....	20
5.2.2 Raster veriler.....	21
5.2.2.1 LANDSAT uydusu özellikleri	22
6. UYGULAMA.....	23
6.1 Arazi Çalışması.....	23
6.2 Uzaktan Algılama Verilerinin İşlenmesi.....	24
6.2.1 Arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının çalışma alanı içerisindeki dağılımının belirlenmesi	24
6.2.1.1 Kontrolsüz sınıflandırma işlemi.....	24
6.2.1.2 Kontrollü sınıflandırma işlemi.....	24
6.2.1.3 Arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının çalışma alanı içerisindeki dağılımının yıllara göre değişimi.....	25
6.2.1.4 Sınıflandırma sonuçlarının kontrolü.....	25
6.3 Bileşenlere Ayırma Yöntemi Ve Doğrusal Trend Analizi	28
6.3.1 Analiz 1 (2000 – 2005 – 2010 yılları için)	30
6.3.1.1 Orman ve yarı doğal alanlar.....	31
6.3.1.2 Yapay yüzeyler.....	32
6.3.1.3 Tarım alanları.....	34
6.3.2 Analiz 2 (1987 – 1997 – 2005 yılları için)	35
6.3.2.1 Orman ve yarı doğal alanlar.....	36
6.3.2.2 Yapay yüzeyler.....	38
6.3.2.3 Tarım alanları.....	39
6.3.3 Analiz 3 (1987 – 1997 – 2009 yılları için)	41
6.3.3.1 Orman ve yarıdoğal alanlar.....	41
6.3.3.2 Yapay yüzeyler.....	43
6.3.3.3 Tarım alanları.....	45
6.3.4 Analiz 4 (1987 – 1997 – 2007 ^{Ort} yılları için).....	46
6.3.4.1 Orman ve yarı doğal alanlar.....	47
6.3.4.2 Yapay yüzeyler.....	49
6.3.4.3 Tarım alanları.....	50
6.3.5 Analiz 5 (2001 – 2003 – 2005 yılları için)	52
6.3.5.1 Orman ve yarı doğal alanlar.....	52
6.3.5.2 Yapay yüzeyler.....	54
6.3.5.3 Tarım alanları.....	56
6.3.6 Analiz 6 (1987 – 1997 – 2007 ^{Hsp} yılları için).....	58
6.3.6.1 Orman ve yarı doğal alanlar.....	58
6.3.6.2 Yapay yüzeyler.....	60
6.3.6.3 Tarım alanları.....	61
6.3.7 Analiz 7 (1997 – 2000 - 2003 yılları için).....	63
6.3.7.1 Orman ve yarı doğal alanlar.....	63
6.3.7.2 Yapay yüzeyler.....	65
6.3.7.3 Tarım alanları.....	66
6.3.8 Analiz 8 (1997 – 2000 – 2003 – 2006 ^{Hsp} - 2009 yılları için).....	68

6.3.8.1 Orman ve yarı doğal alanlar	69
6.3.8.2 Yapay yüzeyler	71
6.3.8.3 Tarım alanları	73
6.3.9 Analiz 9 (1997 – 2001 – 2005 – 2009 yılları için)	74
6.3.9.1 Orman ve yarı doğal alanlar	75
6.3.9.2 Yapay yüzeyler	77
6.3.9.3 Tarım alanları	78
6.3.10 Analiz sonuçlarının kontrolü	80
6.3.10.1 2009 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı	84
6.3.10.2 2015 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı	86
6.3.10.3 2017 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı	88
6.3.10.4 2021 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı	91
6.3.10.5 2025 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı	93
6.3.10.6 2027 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı	95
6.3.10.7 2030 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı:	97
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	101
KAYNAKLAR.....	107
EKLER.....	111
ÖZGEÇMİŞ.....	135

KISALTMALAR

AR	: Autoregressive
ARMA	: Autoregressive moving average
ARIMA	: Autoregressive integrated moving average
AVHRR	: Advanced very high resolution radiometer
CBS	: Coğrafi bilgi sistemleri
CORINE	: Coordination of information on the environment
ETM	: Enhanced thematic mapper
GPS	: Global positioning system
IFOV	: Instantaneous field of view
ISODATA	: Iterative self-organizing data analysis
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
MA	: Moving Average
MODIS	: Moderate resolution imaging spectroradiometer
MSS	: Multispectral scanner
SeaWIFS	: Sea-viewing wide field-of-view sensor
SPOT	: Satellite pour l'Observation de la terre
USGS	: United States geological survey
UTM	: Universal transverse mercator
TM	: Thematic mapper
WGS	: World geodetic system

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : CORINE veri tabanı – yapay yüzeyler	11
Çizelge 3.2 : CORINE veri tabanı – tarım alanları	12
Çizelge 3.3 : CORINE veri tabanı – orman ve yarı doğal alanlar	12
Çizelge 3.4 : CORINE veri tabanı – sulak alanlar	13
Çizelge 3.5 : CORINE veri tabanı – su varlığı	13
Çizelge 5.1 : LANDSAT uydu sistemine ait özellikler	22
Çizelge 6.1 : 1987 yılı doğruluk analizi sonuçları	26
Çizelge 6.2 : 1997 yılı doğruluk analizi sonuçları	26
Çizelge 6.3 : 2000 yılı doğruluk analizi sonuçları	26
Çizelge 6.4 : 2001 yılı doğruluk analizi sonuçları	27
Çizelge 6.5 : 2003 yılı doğruluk analizi sonuçları	27
Çizelge 6.6 : 2005 yılı doğruluk analizi sonuçları	27
Çizelge 6.7 : 2009 yılı doğruluk analizi sonuçları	28
Çizelge 6.8 : 2010 yılı doğruluk analizi sonuçları	28
Çizelge 6.9 : 1987 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar	28
Çizelge 6.10 : 1997 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar	29
Çizelge 6.11 : 2000 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar	29
Çizelge 6.12 : 2001 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar	29
Çizelge 6.13 : 2003 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar	29
Çizelge 6.14 : 2005 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar	29
Çizelge 6.15 : 2009 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar	30
Çizelge 6.16 : 2010 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar	30
Çizelge 6.17 : 2000, 2005 ve 2010 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi	31
Çizelge 6.18 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 1)	32
Çizelge 6.19 : 2000, 2005 ve 2010 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi	33
Çizelge 6.20 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 1)	34
Çizelge 6.21 : 2000, 2005 ve 2010 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi	34
Çizelge 6.22 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 1)	35
Çizelge 6.23 : 1987, 1997 ve 2005 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi	37
Çizelge 6.24 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 2)	37
Çizelge 6.25 : 1987, 1997 ve 2005 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi	38
Çizelge 6.26 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 2)	39
Çizelge 6.27 : 1987, 1997 ve 2005 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi	40
Çizelge 6.28 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 2)	41

Çizelge 6.29 : 1987, 1997 ve 2009 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi	42
Çizelge 6.30 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 3)	43
Çizelge 6.31 : 1987, 1997 ve 2009 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi	44
Çizelge 6.32 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 3)	45
Çizelge 6.33 : 1987, 1997 ve 2009 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi	45
Çizelge 6.34 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 3)	46
Çizelge 6.35 : 1987, 1997 ve 2007 ^{ort} yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi	48
Çizelge 6.36 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 4)	48
Çizelge 6.37 : 1987, 1997 ve 2007 ^{ort} yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi	49
Çizelge 6.38 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 4)	50
Çizelge 6.39 : 1987, 1997 ve 2007 ^{ort} yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi	51
Çizelge 6.40 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 4)	52
Çizelge 6.41 : 2001, 2003 ve 2005 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi	53
Çizelge 6.42 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 5)	54
Çizelge 6.43 : 2001, 2003 ve 2005 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi	55
Çizelge 6.44 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 5)	56
Çizelge 6.45 : 2001, 2003 ve 2005 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi	56
Çizelge 6.46 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 5)	57
Çizelge 6.47 : 1987, 1997 ve 2007 ^{Hsp} yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi	59
Çizelge 6.48 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 6)	60
Çizelge 6.49 : 1987, 1997 ve 2007 ^{Hsp} yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi	60
Çizelge 6.50 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 6)	61
Çizelge 6.51 : 1987, 1997 ve 2007 ^{Hsp} yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi	62
Çizelge 6.52 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 6)	63
Çizelge 6.53 : 1997, 2000 ve 2003 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi	64
Çizelge 6.54 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 7)	65
Çizelge 6.55 : 1997, 2000 ve 2003 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi	65
Çizelge 6.56 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 7)	66
Çizelge 6.57 : 1997, 2000 ve 2003 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi	67
Çizelge 6.58 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 7)	68
Çizelge 6.59 : 1997, 2000 ve 2003, 2006 ^{Hsp} ve 2009 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi	70
Çizelge 6.60 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 8)	71
Çizelge 6.61 : 1997, 2000 ve 2003, 2006 ^{Hsp} ve 2009 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi	71

Çizelge 6.62 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 8)	72
Çizelge 6.63 : 1997, 2000 ve 2003, 2006 ^{Hsp} ve 2009 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi	73
Çizelge 6.64 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 8).....	74
Çizelge 6.65 : 1997, 2001 ve 2005 ve 2009 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi.....	76
Çizelge 6.66 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 9)	77
Çizelge 6.67 : 1997, 2001 ve 2005 ve 2009 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi	77
Çizelge 6.68 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 9)	78
Çizelge 6.69 : 1997, 2001 ve 2005 ve 2009 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi	79
Çizelge 6.70 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 9).....	80
Çizelge 6.71 : Orman ve yarı doğal alanların analiz sonuçlarına göre aldığı değerlerin yıllara göre tablosu	81
Çizelge 6.72 : Yapay yüzeylerin analiz sonuçlarına göre aldığı değerlerin yıllara göre tablosu	82
Çizelge 6.73 : Tarım alanlarının analiz sonuçlarına göre aldığı değerlerin yıllara göre tablosu	83
Çizelge 6.74 : 2009 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı	84
Çizelge 6.75 : 2009 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.....	85
Çizelge 6.76 : 2009 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.....	86
Çizelge 6.77 : 2015 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı	86
Çizelge 6.78 : 2015 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.....	87
Çizelge 6.79 : 2015 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.....	88
Çizelge 6.80 : 2017 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı.....	89
Çizelge 6.81 : 2017 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.....	89
Çizelge 6.82 : 2017 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.....	90
Çizelge 6.83 : 2021 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı	91
Çizelge 6.84 : 2021 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.....	92
Çizelge 6.85 : 2021 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.....	92
Çizelge 6.86 : 2025 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı	93
Çizelge 6.87 : 2025 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.....	94
Çizelge 6.88 : 2025 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.....	94
Çizelge 6.89 : 2027 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı.....	95
Çizelge 6.90 : 2027 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.....	96
Çizelge 6.91 : 2027 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.....	97
Çizelge 6.92 : 2030 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı.....	97
Çizelge 6.93 : 2030 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.....	98
Çizelge 6.94 : 2030 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.....	99
Çizelge 6.95 : 2015, 2017, 2021, 2025, 2027 ve 2030 yılları için tahmin değerleri ve standart sapma değerlerini içeren özet çizelgesi.....	99
Çizelge A.1: Standart normal dağılım tablosu	112

Çizelge B.1: GPS ölçme tablosu.....	114
Çizelge D.1 : 1987 – 2010 Yılları arasındaki değişim.....	131
Çizelge D.2 : 1997 – 2010 Yılları arasındaki değişim.....	131
Çizelge D.3 : 2000 – 2010 Yılları arasındaki değişim.....	132
Çizelge D.4 : 2001 – 2010 Yılları arasındaki değişim.....	132
Çizelge D.5 : 2003 – 2010 Yılları arasındaki değişim.....	133
Çizelge D.6 : 2005 – 2010 Yılları arasındaki değişim.....	133
Çizelge D.7 : 2009 – 2010 Yılları arasındaki değişim.....	134

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 5.1 : Sarıyer İlçe Sınırı (İBB).....	21
Şekil 6.1 : GPS noktaları ve 2010 yılı görüntüsü.....	23
Şekil 6.2 : Doğruluk analizi tablosu ve rastgele seçilmiş noktaların uydu görüntüsü üzerindeki durumları.....	25
Şekil 6.3 : 2000, 2005 ve 2010 yıllarından oluşan veri seti.....	30
Şekil 6.4 : 2000, 2005 ve 2010 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.....	31
Şekil 6.5 : 2000, 2005 ve 2010 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.....	32
Şekil 6.6 : 2000, 2005 ve 2010 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.....	34
Şekil 6.7 : 1987, 1997 ve 2005 yıllarından oluşan veri seti.....	36
Şekil 6.8 : 1987, 1997 ve 2005 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.....	36
Şekil 6.9 : 1987, 1997 ve 2005 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.....	38
Şekil 6.10 : 1987, 1997 ve 2005 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.....	39
Şekil 6.11 : 1987, 1997 ve 2009 yıllarından oluşan veri seti.....	41
Şekil 6.12 : 1987, 1997 ve 2009 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.....	42
Şekil 6.13 : 1987, 1997 ve 2009 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.....	43
Şekil 6.14 : 1987, 1997 ve 2009 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.....	45
Şekil 6.15 : 1987, 1997 ve 2007 ^{ort} yıllarından oluşan veri seti.....	47
Şekil 6.16 : 1987, 1997 ve 2007 ^{ort} yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.....	47
Şekil 6.17 : 1987, 1997 ve 2007 ^{ort} yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.....	49
Şekil 6.18 : 1987, 1997 ve 2007 ^{ort} yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.....	50
Şekil 6.19 : 2001, 2003 ve 2005 yıllarından oluşan veri seti.....	52
Şekil 6.20 : 2001, 2003 ve 2005 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.....	53
Şekil 6.21 : 2001, 2003 ve 2005 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.....	54
Şekil 6.22 : 2001, 2003 ve 2005 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.....	56
Şekil 6.23 : 1987, 1997 ve 2007 ^{hsp} yıllarından oluşan veri seti.....	58

Şekil 6.24 : 1987, 1997 ve 2007 ^{hsp} yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik	58
Şekil 6.25 : 1987, 1997 ve 2007 ^{hsp} yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.....	60
Şekil 6.26 : 1987, 1997 ve 2007 ^{hsp} yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.....	61
Şekil 6.27 : 1997, 2000 ve 2003 yıllarından oluşan veri seti	63
Şekil 6.28 : 1997, 2000 ve 2003 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.	63
Şekil 6.29 : 1997, 2000 ve 2003 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.....	65
Şekil 6.30 : 1997, 2000 ve 2003 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.....	67
Şekil 6.31 : 1997, 2000, 2003, 2006 ^{hsp} ve 2009 yıllarından oluşan veri seti.....	69
Şekil 6.32 : 1997, 2000, 2003, 2006 ^{hsp} ve 2009 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.....	69
Şekil 6.33 : 1997, 2000, 2003, 2006 ^{hsp} ve 2009 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.....	71
Şekil 6.34 : 1997, 2000, 2003, 2006 ^{hsp} ve 2009 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik	73
Şekil 6.35 : 1997, 2001, 2005 ve 2009 yıllarından oluşan veri seti.....	75
Şekil 6.36 : 1997, 2001, 2005 ve 2009 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik	75
Şekil 6.37 : 1997, 2001, 2005 ve 2009 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.	77
Şekil 6.38 : 1997, 2001, 2005 ve 2009 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik	79
Şekil B.1 : Çalışma alanının çeşitli fotoğrafları: (a) Yapay yüzeyler – 1. (b) Orman ve yarı doğal alanlar ile karışmış yapay yüzeyler. (c) Orman ve yarı doğal alanlar – 1. (d) Yapay yüzeyler – 2. (e) Yapay yüzeyler – 3. (f) Yapay yüzeyler – 4. (g) Orman ve yarı doğal alanlar – 2. (h) Bir kumsal görünümü.	115
Şekil C.1 : Sınıflandırılmış 1987 yılı görüntüsü.....	116
Şekil C.1 : Sınıflandırılmış 1997 yılı görüntüsü.....	117
Şekil C.3 : Sınıflandırılmış 2000 yılı görüntüsü.....	118
Şekil C.4 : Sınıflandırılmış 2001 yılı görüntüsü.....	119
Şekil C.5 : Sınıflandırılmış 2003 yılı görüntüsü.....	120
Şekil C.6 : Sınıflandırılmış 2005 yılı görüntüsü.....	121
Şekil C.7 : Sınıflandırılmış 2009 yılı görüntüsü.....	122
Şekil C.8 : Sınıflandırılmış 2010 yılı görüntüsü.....	123
Şekil D.1 : 1987 ve 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü	124
Şekil D.2 : 1997 ve 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü	125
Şekil D.3 : 2000 ve 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü	126
Şekil D.4 : 2001 ve 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü	127
Şekil D.5 : 2003 ve 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü	128
Şekil D.6 : 2005 ve 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü	129
Şekil D.7 : 2009 ve 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü	130

ZAMAN SERİLERİ İLE DEĞİŞİM ANALİZİ : İSTANBUL, SARIYER ÖRNEĞİ

ÖZET

Sarıyer ilçesi, İstanbul'un Avrupa Yakası'nda ve İstanbul boğazın kuzey kesiminde yer almaktadır. İlçenin hem Karadeniz'e hem de İstanbul Boğazı'na kıyıları mevcuttur. Karadeniz kıyılarında dar bir sahil şeridi ve plaja uygun kumsalların hemen ardında dik yamaçlar yer alır. İlçe içerisindeki ormanlar İstanbul'un diğer ilçelerine oranla daha fazla alana sahiptir ancak bu alanlar geçmişten günümüze tahrip edilerek azalmaktadır. Kumsallar ve orman alanları haricinde ilçe içerisinde yerleşim ve tarım alanları da dikkate değer miktarda mevcudiyete sahiptir.

Bu çalışmanın amacı; "Zaman Serisi Analizi" yöntemini kullanarak Sarıyer ilçesine ait arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının değişimini istatistik açıdan incelemektir. Yöntemin uygulaması iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Bunlar uzaktan algılama verilerinin işlenmesi ve zaman serisi analizi aşamalarıdır. İlk aşamada, 1987, 1997, 2000, 2001, 2003, 2005, 2009 ve 2010 tarihli (LANDSAT TM + ETM) sekiz adet uydu görüntüsü ile çalışılmıştır. Bütün görüntülere sırasıyla kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma işlemi ve ardından doğruluk analizi uygulanmıştır. Kontrolsüz sınıflandırma işlemi ile görüntüden spektral sınıflar elde edilmiş, kontrollü sınıflandırma işlemi ile bu spektral sınıflardan CORINE veri tabanının birinci seviyesine ait dört adet bilgi sınıfına ulaşılmıştır. Bunlar, yapay yüzeyler, tarım alanları, su varlığı, orman ve yarı doğal alanlar sınıflarıdır.

Sınıflandırma işleminin ardından her bir görüntünün sınıflandırma doğrulukları belirlenmiştir. Buna göre elde edilen en düşük doğruluk değeri, % 86.25 ile 2009 yılına, en yüksek doğruluk %91.40 ile 1987 yılına aittir. Bu değerlerin % 80 seviyesindeki doğruluk beklentisini karşıladığı görülmüş ve çalışmaya devam edilmiştir.

Doğruluk analizi tamamlandıktan sonra uzaktan algılama verilerinin işlenmesine devam edilmiştir. Arazi kullanım sınıfları arasındaki değişimleri belirleyebilmek amacıyla değişim analizi yapılmıştır. Bu aşamada sınıflandırma sonucunda elde edilen görüntü matrisleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Böylece hiç değişim göstermeyen alanların miktarı ve hangi sınıfın hangi sınıfa hangi miktarda dönüştüğü alansal olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın zaman serisi analizi bölümünde gelecek ile ilgili öngörü yapılması amaçlanmıştır. Bunun için değişim analizinde olduğu gibi sınıflandırma sonuçları kullanılmıştır. Bu çalışmaya başlamadan önce her bir görüntüde bilgi sınıflarının kapladıkları alanlar yüzde olarak ifade edilmiştir. Bunun sebebi geometrik dönüşüm sebebiyle ortaya çıkan alansal farklılıkların ortadan kaldırılmasıdır.

Gelecek dönemlerde bilgi sınıflarında meydana gelmesi muhtemel değişimler doğrusal trend analizi ile belirlenmiştir. Bunun için zaman serilerinin özellikleri dikkate alınarak toplam dokuz adet veri seti oluşturulmuş ve toplam dokuz adet analiz yapılmıştır. Bu analizlerden altı tanesinin sonucu kullanılabilir kabul edilmiş ve doğrulukları standart sapma ve güven aralığı hesaplanarak istatistik olarak incelenmiştir.

Çalışma sonucu iki aşamada değerlendirilmeye müsaittir. İlk aşamada uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak bilgi sınıfları arasındaki değişimleri belirlemek mümkün olmuştur. İkinci aşamada doğrusal trend analizi yöntemi istatistik analiz sonuçları birarada değerlendirilerek 2015, 2017, 2021, 2025, 2027 ve 2030 yıllarındaki orman ve yarı doğal alanlar, yapay yüzeyler ve tarım alanları sınıflarının nasıl değişim göstereceği ile ilgili olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre 1987 yılından 2030 yılına kadar değerlendirildiğinde yapay yüzeylerde artış, tarım alanları ile orman ve yarı doğal alanlarda azalma söz konusu olacağı tespit edilmiştir.

CHANGE DETECTION WITH TIME SERIES : ISTANBUL, SARIYER

SUMMARY

The Sarıyer township is located at north region of the Bosphorus and in European Side. The township has shores to both the Black Sea and the Bosphorus. It is existed that steep slopes behind narrow coastal strip and appropriate to the beach area on the Black Sea shores. Forest inside the township has larger area than the other townships of İstanbul. However, these forest areas are decreasing by destruction from past to present. Except of forests and beaches, there is a considerable amount of residential and agricultural areas inside the township.

Before starting the study, a variety of other studies about time series analysis and change detection methods, and information about these studies were summarized in the literature review part. The basic principles of remote sensing (electromagnetic spectrum and the spectral reflectance properties of objects) are described in the chapter two. Digital image processing techniques (digital image, resolution, and the classification process) is represented in the chapter three. Change analysis, time series analysis and methods were defined in the chapter four. Geographic location, physical characteristics, meteorological characteristics, vegetation, information about land use and environmental issues of the study area were given in the chapter five. Similarly, information about data were listed in the chapter five. Information about field work and application were given in the chapter six.

Field work was carried out in order to obtain information about the study area. During the field work of the study area several photographs were taken and GPS measurement were done. The photographs and table of coordinates relevant to GPS measurements viewed in the appendix.

In this study, both raster and vector data used. Sarıyer township boundary used in vector data format. With this data, the area of interest was obtained from the image frame and also, the subset area was cutted from the full image. All satellite images used in the study are raster data structure. Besides, all satellite images were georeferenced to UTM WGS84 datum and coordinate system.

It is important to express the land use changes by numerical data for an objective point of view. In this study, it is aimed to determine land use condition by using satellite images and to make statistical analysis of changes with time series analysis. Application of the method was carried out in two stages; remote sensing and time series analysis.

The first stage is to process the remote sensing data. At this stage, it is studied with 1987, 1997, 2 July 2000, 2001, 3 July 2003, 2005, 5 September 2009 and 8 September 2010 dated (LANDSAT TM + ETM) eight satellite images. Unsupervised classification, supervised classification and then accuracy assessment processes were applied all the images, respectively. The ISODATA method were used in unsupervised classification process and the maximum likelihood method

were used in supervised classification process. Spectral classes were obtained from the images by unsupervised classification process. Afterwards, four information classes based on the first level of CORINE database were determined by supervised classification process. These are artificial surfaces, forest and semi – natural areas, agricultural areas, water bodies. Images are relevant to the classification results can be viewed in the appendix. In this study, the water bodies class disregarded and, the other three classes (forests and semi – natural classes, agricultural areas, and artificial surfaces) were studied in order to random changes in the water bodies class.

After the classification process, accuracy assessment were done for all images. With this operation, kappa statistical value and the overall accuracy were calculated. Tables containing these values can be examined in the chapter six. According to this assessment, the lower accuracy with 86.25 % belongs to the 2009 dated image, and the highest accuracy with 91.40 % belongs to the 1987 dated image. It was seen as these values meet the expectations of 80 % accuracy. It was appropriate to continue to the study with these accuracy results.

Following the accuracy assessment operation, change detection process were done in order to determine changes between the land use classes. At this stage, image matrices obtained by classification process were compared with each other. Thus, it was determined that the amounts of change and no – change areas. The results of this process can be viewed at tables and figures in the appendix. Figures show the image of change detection process. Also, tables contain statistical information about the change.

The second part of this study is to analyze time series. It is aimed to make prediction about the future, at the time series analysis part. For this purpose, the classification results were used, such as used in the change detection process. Before starting the second part of the study, the surface areas of information classes were expressed as percentage for each image in order to eliminate the differences in fields based on geometric correction.

Time series were created with the results of the classification process. There are four components that affect the time series. These components may affect time series in together or one by one. It is appears that the trend component is effective for the time series in this study. Changes in information classes likely to occur in future periods were determined by linear trend analysis. The linear model is $t_t = b_0 + b_1.t$ for the trend component estimation. The b_0 and b_1 are inferring the estimations of 0 and 1 and they were calculated by solving the least squares normal equations ($\sum y_t = nb_0 + b_1 \sum t$ and $\sum y_t.t = b_0 \sum t + b_1 \sum t^2$). For this operation, nine data sets were formed in total with classification results. While data sets were being created, the properties of time series were taken into consideration. In this process, nine trend analysis were performed by using nine time series. Six of the analysis results were considered available to be used for the statistical analysis. For statistical analysis, standard deviation and confidence range were calculated.

Standart deviation and confidence interval calculations were performed individually for the years 2009, 2015, 2017, 2021, 2025, 2027, and 2030. Based on the results of the analysis, it is understood that prediction can be made for these dates. Standart deviation and confidence interval calculations were performed separately for the classes of agricultural areas, artificial surfaces, forests and semi – natural areas. Standart deviations were calculated with $s^2 = [vv] / n$ equation. In this equation, s represents the standart deviation, and also, n represents the number of samples. The

confidence intervals were calculated with $A = \mu \pm Z_s \times S$ equation. In this equation, A (A1,A2) represents the symmetrical two sided confidence interval value, μ represents the predictive value, and also S represents the probability value. Z_s is a coefficient corresponding to the probability value from the standart normal distribution table. Confidence interval calculations were made for both the probability value of 90 % and % 50. Statistical analysis was performed for the results by the standart deviation and confidence interval calculations.

The result of the study can be commented in two stages. Changes between information classes were designated at the first stage, by using remote sensing methods. In the second stage, the results of the linear trend analysis and statistical analysis were construed in common. Thereby, significant results were obtained about the changes in area of the artificial surfaces class, forest and semi – natural areas class, agricultural areas class for 2015, 2017, 2021, 2025, 2027 and 2030 years.

Time series analysis method is applied to determine land use changes along with many other scientific fields. In this study, land use change predictions were made by using time series analysis for feature in Sarıyer township.

The results of the time series analysis section of the study were evaluated in three categories. The first of these are for between 1987 and 2030 years, the second is for between 1987 and 2010 years, and the third is for between 2010 and 2030 years. It is determined that, the extent of forest and semi – natural areas have a decrease of 30.65 %, artificial surfaces have an increase of 212.46 % and agricultural areas have a decrease of 93.97 % for between 1987 and 2030 years. It is determined that, the extent of forest and semi – natural areas have a decrease of 15.64 %, artificial surfaces have an increase of 32.80 %, and agricultural areas have a decrease of 86,39% for between 2010 and 2030 years. It is determined that, the extent of forest and semi – natural areas have a decrease of 17.79 %, artificial surfaces have an increase of 135.29 %, and agricultural areas have a decrease of 55.69 % for between 1987 and 2010.

While the study was generally considered, It was predicted that the extent of forest and semi – natural areas, and agricultural areas were decreased, also, the extent of artificial surfaces were increased in Istanbul, Sarıyer.

This study is suitable for development and elaboration. Population data can be obtained for the elaboration of the study. Determining the correlation between the population data and class areas change over years will be useful. For this purpose, it is possible to take advantage of various mathematical or statistical models. Also, one recommendation for improving the study is to examine the effects of possible third bridge to the township. For this idea, to examine the changes in the township caused by the Fatih Sultan Mehmet Bridge will be useful. Similarly, while examining the changes, social and economical evaluations must be considered. Thus, it is possible to gain beneficial results about observing the construction and protection of current state of forest areas for authorized and concerned persons.

1. GİRİŞ

1.1 Giriş Ve Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı zaman serisi analizi yöntemini kullanarak Sarıyer İlçesi'ne ait arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının değişimini istatistik açıdan incelemektir. Bir zaman serisi, bir değişkenin zaman içindeki hareketini gözlemler. Zaman serileri hem bir bilgi edinme kaynağı, hem de geleceği tahmin etmeye yarayan yöntem olarak değerlendirildiğinde, serilerde zaman içindeki büyüme eğiliminin, “trend”, “mevsimsellik”, “konjonktürel ve düzensiz dalgalanmalar” anlamında ayrıştırılması önemlidir. Bir zaman serisi sözü edilen bu dört bileşenden birini veya birkaçını bünyesinde barındırabilir. Trend analizi, değişkenin uzun dönem hareketini ortaya koyan bir bileşendir. Trend etkisini üzerinde bir değişken, zaman ilerledikçe artan veya azalan bir görünüm sergiler. Bir diğer değişle seri, zamanın artan ya da azalan bir fonksiyonudur (Bozkurt, 2007).

Yöntemin uygulaması için belirli zaman aralıklarında seçilmiş sekiz adet uydu görüntüsü (Landsat TM + ETM) ile çalışılmıştır. Bu görüntüler, 1987, 1997, 2 Temmuz 2000, 2001, 3 Temmuz 2003, 6 Haziran 2005, 5 Eylül 2009 ve 8 Eylül 2010 görüntüleridir. Bütün görüntüler UTM WGS84 datum ve koordinat sistemindedir.

Çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşama uzaktan algılama verilerinin işlenmesi, ikinci aşama zaman serisi analizidir. İlk aşamada arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının çalışma alanı içerisindeki dağılımının yıllara göre değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sınıflandırma çalışması, kontrolsüz sınıflandırma, kontrollü sınıflandırma ve sınıflandırma doğruluğunun değerlendirilmesi adımlarını içermektedir.

Sınıflandırma işlemi CORINE veri tabanı temel alınarak yapılmıştır. Kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma işlem adımlarının ardından CORINE veri tabanının ilk seviyesine ait dört sınıf belirlenmiştir. Bunlar, yapay yüzeyler, orman ve yarı doğal alanlar, su varlığı ve son olarak da tarım alanlarıdır. Bu çalışmada su varlığı sınıfı

ihmal edilmiş, geriye kalan diğer üç sınıftaki değişim incelenmiştir. Su varlığı sınıfının ihmal edilmesinin sebebi, bu sınıftaki değişimin rastlantısal olmasıdır.

Sınıflandırma çalışmasının üçüncü işlem adımında her bir görüntü için doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir. Bunun için %95 güven aralığı içerisinde beklenen doğruluk %80 seçilerek örnek sayısı belirlenmiş, toplam doğruluk ve kappa istatistik değeri hesaplanmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasına geçmeden önce, sınıflandırılmış uydu görüntüleri ile değişim analizi işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu sayede sınıflar arasındaki değişimler alansal olarak gösterilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında doğrusal trend analizi uygulaması yapılmış ve gelecek dönemler için öngörüler ortaya konulmuştur. Doğrusal trend analizi her bir sınıf için ayrı ayrı yapılmış ve bu işlem için sınıflandırma sonuçları veri olarak kullanılmıştır. Ardından elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

Doğrusal trend analizi yöntemi ile 2015, 2017, 2021, 2025, 2027 ve 2030 yıllarındaki orman ve yarı doğal alanlar, yapay yüzeyler ile tarım alanları sınıflarının nasıl değişim göstereceği ile ilgili olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar için standart sapma ve güven aralığı hesaplanmıştır.

1.2 Literatür Araştırması

Zaman serisi tahmini önceden bilinen olayları baz alarak gelecek olayları tahmin etmenin bir kavramsal modelidir (Url-4). İstatistik, sinyal işleme, ekonometri ve matematiksel finasta bir zaman serisi veri noktalarının sıklığıdır ve düzenli zaman aralıklarında, ardışık zaman alanlarında tipik olarak ölçülür. Zaman serisine örnek olarak, İMKB endeksinin günlük kapanış değeri veya Kızılırmak Nehri'nin yıllık akış hacmi verilebilir. Ekonometride zaman serisi tahminine bir örnek, önceki başarımlarına (performanslarına) bakarak bir hisse senedinin açılış fiyatını öngörmektir (Url-4).

Zaman serileri ile ilgili bir çalışmada Hashem, Abu-Elhassan ve Kheirallah (1990) gerçekleştirmiştir. Mısır'ın Alexandria bölgesine düşen yağmurun 28 yıllık zaman serisi analizini gerçekleştirmişlerdir.

Akar (2000) “Akarsu askı maddesi debilerinin zaman serileriyle modellenmesi ve hazne ölü hacim tahmini” başlıklı doktora tezinde akarsu askı maddesi debilerinin belirlenmesinde zaman serilerinden yararlanmıştır.

Ogata ve Kirimoto (2002) Çin’in Dalian bölgesine ait değişimlerin zaman serisi analizini uzaktan algılamadan faydalananarak yapmışlardır. Bunun için Landsat TM ve ETM görüntülerini ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemini kullanmışlardır.

Bozkurt (2003), yüksek lisans tezinde Köyceğiz Lagünü su seviyesinin değişiminin belirlenmesinde zaman serisi analizi yöntemlerinden yararlanmıştır. Göldeki dört noktadaki cihazlardan gelen verilere AR modeli uygulanarak ileriye doğru tahminlerde bulunulmuştur.

Neteler (2004), MODIS uydu görüntülerini epidemiyolojik modelleme yapmak için kullanmıştır. Çalışmada ortalama sıcaklık verilerinin hesaplanmasında kullanılan gözlem bilgilerini içeren zaman serisi kullanılmıştır.

Eğrioğlu ve Aladağ (2006) çalışmalarında, yapay sinir ağları ve otoregresif hareketli ortalamalar modellerinin birleştirildiği bir melez yaklaşım ile öngörünün performansının artırılabilceğini söylemişlerdir.

Çelik (2006), hazırladığı yüksek lisans tezinde İstanbul Sarıyer İlçesi’ne ait uzaktan algılama verileri ile mekansal veri analizleri yapmıştır. Bu çalışmada 1998, 2001 ve 2005 yıllarına ait uydu görüntüleri ve vektörel veriler üzerinde görüntü işleme teknikleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda “yerleşim alanları ve yolların artmasına paralel olarak ağaçlık ve boş alanlarda azalma meydana geldiği bulgusuna rastlanmıştır” denmektedir.

Uzel (2008) “Zaman serisi analizi yöntemi üzerine bir uygulama” başlıklı yüksek lisans tezinde tek boyutlu zaman serisi yöntemi kullanılarak bir sistemin dinamiği hakkında bilgi edinilmesi tekniğini gözden geçirmiştir. Bu amaçla, anestezi altında solunum yapan bir farenin trakesel hava akışının zaman serisi verisi kullanılmıştır.

Erdoğan ve Gülal (2009), çalışmalarında Asya ile Avrupa kıtalarını birbirine bağlayan İstanbul Boğaziçi Köprüsü’nün tabliye ve kulelerinin rüzgar kuvveti, sıcaklık değişimleri ve trafik yükü gibi etkiyen yükler altındaki yanal, boylamasına ve düşey hareketleri, zaman serileri analizi ile araştırmış ve belirlemişlerdir.

Acker, McMahon ve diğerkleri (2009) nehirlerden etkilenmiş kıyı bölgelerindeki klorofil miktarını gösteren zaman serilerini SeaWIFS görüntülerinden elde etmişlerdir.

Kaynar ve Taştan (2009), çalışmalarında zaman serisi analizinde yaygın olarak kullanılan Box – Jenkins modelleri ile ileri beslemeli yapay sinir ağlarının bir karşılaştırmasını yapmışlardır.

Piwowar ve Ledrew (2010), iklim değişikliğini araştırmak amacıyla uydu görüntülerinden elde ettikleri deniz buz konsantrasyonu verilerinin ARMA zaman serisi modelini oluşturmuşlardır.

Zaman serileri ile değişim analizi: İstanbul, Sarıyer Örneğı isimli bu çalışmada, zaman serileri analizi ve uzaktan algılama teknolojileri birleştirilmiştir. Uydu görüntülerinin sınıflandırma sonuçları zaman serisi analizinde veri olarak kullanılmıştır. Bu çalışma ile İstanbul İli Sarıyer İlçesi arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının değişimi zaman serisi analizi yöntemi ile incelenmiş ve anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

2. UZAKTAN ALGILAMANIN TEMEL PRENSİPLERİ

Uzaktan algılama arada mekanik bir temas olmaksızın bir cisimden yayılan ışının nitelik ve nicelik yönünden değerlendirilmesi ile cismin özelliklerinin uzaktan ortaya konması ve ölçülmesidir (Örmeci, 1987).

2.1 Uzaktan Algılamanın Temel Bileşenleri

Uzaktan algılama işlemi iki temel aşamadan oluşur. Bunlar veri elde etme ve veri işleme aşamalarıdır. Veri elde edilmesi aşamasında enerji kaynağı, atmosfer ve hedef ile etkileşim, enerjinin algılayıcı tarafından kayıt edilmesi, verinin iletimi ve alınması söz konusudur. Verinin işlenmesi aşamasında yorumlama, analiz ve uygulama yapılır (Url-5).

2.2 Elektromanyetik Spektrum Ve Spektral Etkileşim

Uzaktan algılama, elektromanyetik spektrumun morötesi ışınlarla mikrodalga ışınları arasındaki bölümleri aracılığı ile havadan ve uzaydan cisimlerin özelliklerini kaydetme ve inceleme tekniği olarak da tanımlanır (Öröklü, E., 1988).

2.2.1 Elektromanyetik spektrum

Elektromanyetik spektrum ışık hızıyla hareket eden, dalga uzunluğu nanometrelerden kilometrelere kadar uzanan sürekli enerji ortamıdır. Bütün cisimler az veya çok elektromanyetik enerji yayarlar (Örmeci, 1987).

Elektromanyetik spektrumun farklı aralıklarında, farklı yeryüzü özellikleri kaydedilir. Algılayıcıların tasarımında ve yapılacak bir çalışmada kullanılacak uydu görüntüsünün seçiminde, elektromanyetik spektrumun algılama aralıkları büyük önem taşımaktadır. Yeryüzünün tüm özelliklerini tek bir algılayıcı ile belirlemek mümkün değildir. Kimyasal, ısı, elektriksel ve fiziksel özelliklerin belirlenmesi için, elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinde algılama yapan farklı algılayıcılara gerek vardır (Musaoğlu, 1999).

Elektromanyetik enerjinin geçirildiği dalga uzunluğu bölgelerine, atmosfer pencereleri denir ve algılayıcı bantlar atmosfer pencerelerine göre oluşturulur (Musaoğlu, 1999).

2.3 Cisimlerin Spektral Yansıtma Özellikleri

2.3.1 Spektral imza

Bir malzeme için yansıyan, yutulan veya iletilen ışınım miktarları dalgaboyuna bağlı olarak değişir. Bu önemli özellik sayesinde farklı nesneleri ya da sınıfları ayırt etmek olanaklıdır. Çalışmanın amacına göre, bir görüntüde ayırt edilmek istenen maddeler değişecektir. Analistler, daha iyi bir analiz yapmak için, spektral imzalardan yararlanarak kullanılması gereken spektral bantları belirlemektedirler (Url-5).

2.3.2 Bitki örtüsünün spektral yansıtması

Bitki türlerinin spektral yansıtımına, klorofil, karotene, ksantofil, antosyonins gibi yaprak pigmentleri, hücre yapısı (kalınlık, genişlik) ve yaprağın su muhtevası etki etmektedir. Görünür bölgede yaprak pigmentleri ışınımı yutarlar ve yansımayı azaltırlar. Klorofil, yeşil ışınımı (0.50 – 0.60 μm) geçirdiğinden, bu bölgede yaprak tarafından yansıtılan ışınım, yeşil olarak algılanır ve yaprak yeşil görünür (Örmeci, 1987).

Bazı bitkilerde sonbaharda yapraklardaki klorofil azalması, karatonelerin ve ksantofillerin artmasına neden olur ve yaprak sarı renkte görünür. Eğer bitkide klorofilin azalmasıyla antosyanins pigmenti artarsa yaprak açık kırmızı renkte görünür. Yakın kızılötesi bölgede (0.40 – 1.30 μm), yaprak pigmentleri tamamen geçirimli olduklarından, sadece yapraktaki su muhtevası nedeniyle 0.98 μm ve 1.20 μm dalga boylarında çok az miktarda yutulma olur. Bu bölgede spektral yansıtım, yaprak yapısıyla yakından ilgili olduğundan, yansıtmadaki farklılıklardan, bitkilerin sağlık durumu ayırt edilebilir (Musaoğlu, 1999).

2.3.3 Zeminlerin spektral yansıtması

Zeminlerin yansıtma özellikleri şu faktörlere bağlıdır; zeminin su muhtevası, zemin oluşturan minerallerin cins ve miktarları, doku ve yüzey pürüzlülüğü, organik madde muhtevası (Örmeci, 1987).

2.3.4 Suyun spektral yansıtması

Suyun karakteristik spektral yansıtma eğrisi, dalga boyu arttıkça yansıtma genel bir düşüş göstermektedir. Bunun sebebi yakın kızılötesinde derin, temiz suyun yansıtması hemen hemen sıfır olmasıdır. Ancak, suyun spektral yansıtması su yüzeyinin derinliği ile çözünmüş ve askıda kalmış organik ve inorganik maddelerin varlığı ve konsantrasyonundan etkilenir (Vural, 2008).

2.4 Yüzey Cisimlerinin Spektral Işınması

Yeryüzündeki cisimler yalnız gelen ışınımı yansıtma, bünyelerinde depo ettikleri enerjiyi geniş bir spektral bölgede öz ışıma olarak yayarlar. Her cisim kendine has fiziksel ve bünye özellikleri nedeni ile aynı ışıma etkisinde farklı ısınır ve bu ısıyı ışıma katsayılarına bağlı olarak farklı miktarlarda yayar. Yeryüzündeki cisimler daha çok görünür bölgenin dışında kızılötesi bölgede ısı ışıma yaydıklarından atmosferdeki geçirgenliğin en fazla olduğu atmosfer pencerelerinin bulunduğu bölgelerde algılama yapılır (Örmeci, 1987).

3. SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ

3.1 Sayısal Görüntü Ve Çözünürlük

3.1.1 Sayısal görüntü

Bir uzaktan algılama sisteminde algılayıcı enerjiyi (ışığı) algılar, ölçer ve miktarını bilgisayarın okuyabileceği bir sayıya çevirir. Yörüngedeki uzay aracı bu kodları sinyaller ile yeryüzündeki uydu yer istasyonuna gönderir. Bu sinyaller alınarak sayı dizilerine çevrilir, sıra ve sütunlar bir gri değerine denk gelen sayı ile ifade edilir ve bir sayısal görüntü oluştururlar. Kısaca, sayılar küçük resim elemanlarına çevrilirler ve bir araya geldiklerinde görüntünün tamamını oluştururlar. Sayısal görüntüyü oluşturan resim elemanlarına piksel adı verilir (Url-5)

Kısaca, sayısal görüntü, değişik dalga boyundaki ışınım vektörlerinin sayısal ifadesidir ve yeryüzünde küçük bir alana karşılık gelen bölgenin ortalama parlaklık değeri, bir piksele karşılık gelen sayısal değerdir (Ekercin, S., 2007).

Sayısal görüntü, basit iki değişkenin bir fonksiyonu olarak tanımlanır. $a(x,y)$ gibi bir fonksiyonla ifade edilen bir resimde a bir şiddet birimi ve x ile y değişkenleri ise resmin gerçek koordinatlarıdır (Yıldırım, K.S., İnce, C. ve Kalaycı, T.E., 2003).

3.1.2 Çözünürlük

Uydu görüntülerinde spektral çözünürlük, mekansal çözünürlük, radyometrik çözünürlük ve zamansal çözünürlük olmak üzere dört çeşit çözünürlük söz konusudur.

3.1.2.1 Spektral çözünürlük

Spektral çözünürlük, dalgaboyu kanallarının genişliği ile ilgilidir (Harrison ve Jupp, 1990). Bir algılayıcının elektromanyetik spektrumda algılama aralığı spektral çözünürlük olarak tanımlanır. Birbirinden farklı ve dar spektral aralıklarda yapılan algılama çalışma alanından detaylı bilgi çıkarılmasını sağlar.

3.1.2.2 Mekansal çözünürlük

Bir görüntüleme sisteminin mekansal çözünürlüğünü tanımlayabilmek çok kolay değildir. Mekansal çözünürlüğü belirlemede kullanılan en yaygın yöntem görüntüleme sisteminin geometrik özelliklerine bağlı olan IFOV (Instantaneous field of view) 'dur. Teknik olarak algılayıcının belirli bir yükseklikte ve anlık olarak görüntülediği alandır (Mather, 1999). Yeryüzünde algılayıcının ayırt edebildiği en küçük birim olarak ifade edilebilir. Uydu görüntüsünden üretilecek haritanın ölçeği ile mekansal çözünürlük doğrudan ilişkilidir.

3.1.2.3 Radyometrik çözünürlük

Radyometrik çözünürlük, bir algılayıcı ile alınan görüntünün, elektromanyetik enerjinin miktarına olan hassasiyetini belirler. Elektromanyetik enerjideki çok küçük değişimleri belirleyebilme kabiliyetidir (Duran, 2007).

3.1.2.4 Zamansal çözünürlük

Zamansal çözünürlük, bir algılayıcının yeryüzünün aynı bölgesini tekrar algılayabilmesi için geçen en kısa süre olarak ifade edilir. Özellikle değişim analizlerinde algılayıcının zamansal çözünürlüğü önem taşımaktadır.

3.1.2.5 Görüntü elde etme

Renkler, üç ana rengin (kırmızı, yeşil, mavi) farklı oranlarda karşılaştırılması ile elde edilir. İnsan gözü sadece görünür bölgedeki dalga boylarını algılamaktadır. Optik görüntüler oluşturulurken, sırasıyla kırmızı yeşil ve mavi bantlara ait görüntüler bilgisayar ekranında görüntülendiğinde doğal renkli görüntü, diğer tüm bant kombinasyonlarının görüntülenmesi durumunda ise yanlış renkli (false color) görüntü elde edilir. (Url-5).

3.2 Sınıflandırma

Genel olarak, sınıflandırma işlemi, bir görüntüdeki bütün piksellerin sınıflara ya da temalara göre kategorilere ayrılmasıdır (Lillesand, Kiefer, Chipman, 2004). Bir veri grubu içinde belirli bir sınıf oluşturan objelerin benzerliğinden yola çıkarak ve özelliklerine göre seçilerek gruplandırılması olarak tanımlanabilir. Otomatik sınıflandırma verilen bir obje kümesi içinde benzer objelerin homojen sınıfları oluşturması veya verilen objenin özelliğinden yola çıkarak veya daha öncede

tanımlanmış sınıfların oluşturulmasının matematik ve istatistik yöntemlerle gerçekleştirilmesidir (Url-6).

Görüntü sınıflandırma işleminin amacı görüntüyü oluşturan piksellerin parlaklık değerleri temel alınarak belirli bir kurala göre her bir pikselin arazi örtüsünü oluşturan sınıflardan birine atanması ile tematik haritanın elde edilmesidir (Çetin ve Musaoğlu, 2008). Bu durum piksel tabanlı sınıflandırma işlemi için söz konusudur. Bu çalışma kapsamında piksel tabanlı sınıflandırma işlemi gerçekleştirildiği için sadece bu sınıflandırma yöntemi ve kullanılan işlem adımları ile ilgili bilgi verilmiştir.

3.2.1 CORINE veri tabanı

CORINE, Avrupa Topluluğu ülkeleri tarafından ekonomik gelişmeyi sağlamak, çevresel ve doğal kaynak yönetim politikalarını iyileştirmek amacıyla 1985 yılında gerçekleştirilmiş olan bir programdır (Erol ve Çanga, 2003). CORINE arazi kullanımı sınıflandırma yöntemi arazi kullanım türünü üç düzeye kadar incelemeyi öngörmektedir (Başayığıt, 2003). Bu düzeyler Çizelge 3.1, Çizelge 3.2, Çizelge 3.3, Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.1 : CORINE veri tabanı – yapay yüzeyler (Url-7).

1. DÜZEY	2. DÜZEY	3. DÜZEY
1. Yapay Yüzeyler	1.1. Yerleşim Alanları	1.1.1. Yoğun Yerleşim
		1.1.2. Dağınık Yerleşim
	1.2. Endüstriyel, Ticari ve Taşımacılık Bölümleri	1.2.1. Endüstriyel ve Ticari Birimler
		1.2.2. Yollar, Raylı Sistem ve Bağlantı Noktaları
		1.2.3. Limanlar
		1.2.4. Havaalanları
	1.3. Maden, Boşaltım ve İnşaat Yapıları	1.3.1. Maden Ocakları
		1.3.2. Boşaltım Alanları
		1.3.3. İnşaat Bölümleri
	1.4. Tarımda Kullanılmayan Bitkili Alanlar	1.4.1. Yeşil Yerleşim Alanları (Park ve Bahçeler)
		1.4.2. Spor ve Dinlenme Alanları

Çizelge 3.2 : CORINE veri tabanı – tarım alanları (Url-7).

1. DÜZEY	2. DÜZEY	3. DÜZEY
2. Tarım Alanları	2.1. Sürülüp Ekilebilen Arazi	2.1.1. Kuru Tarım Alanları
		2.1.2. Sulu Tarım Alanları
		2.1.3. Çeltik Tarlaları
	2.2. Kalıcı Ürünler	2.2.1. Bağ, Üzüm Bağı
		2.2.2. Meyve Ağaçları ve meyveli Bitkiler
		2.2.3. Zeytinlik
	2.3. Meralar	2.3.3. Mera
		2.4.1. Sürekli Ürünler ile İlişkilendirilmiş Yıllık Ürünler
	2.4. Heterojen Tarım Alanları	2.4.2. Karışık Çiftçilik
		2.4.3. Önemli Doğal Bitki Alanlarının Tarım Tarafından Çoğunlukla İşgal Edilmiş Olduğu Alanlar
		2.4.4. Ormanla Karışık Tarım Alanları

Çizelge 3.3 : CORINE veri tabanı – orman ve yarı doğal alanlar (Url-7).

1. DÜZEY	2. DÜZEY	3. DÜZEY
3. Orman ve Yarı Doğal Alanlar	3.1. Ormanlar	3.1.1. Geniş Yapraklı Ormanlar
		3.1.2. Kozalaklı ve İğne Yapraklı Ormanlar
		3.1.3. Karışık Ormanlar
	3.2. Maki ve Otsu Bitkiler	3.2.1. Doğal Çayırlar
		3.2.2. Bozkır ve Fundalık
		3.2.3. Sklerofil Bitki Örtüsü
		3.2.4. Bitki Değişim Alanları
	3.3. Bitki Olmayan ve Az Bitkili Açık Alanlar	3.3.1. Plaj, Kum Tepeciği, Kumullar
		3.3.2. Verimsiz Toprak ve Kayalar
		3.3.3. Seyrek Bitkili Alanlar
		3.3.4. Yanmış Alanlar
		3.3.5. Buzul ve Kalıcı Kar

Çizelge 3.4 : CORINE veri tabanı – sulak alanlar (Url-7).

1. Düzey	2. Düzey	3. Düzey
4. Sulak Alanlar	4.1. Anakarada Sulak Alanlar	4.1.1. Karasal Bataklıklar
		4.1.2. Turbalar
	4.2. Deniz Kaynaklı Sulak Alanlar	4.2.1. Tuz Bataklığı
		4.2.2. Tuzlalar
		4.2.3. Gel – Git Düzlekleri

Çizelge 3.5 : CORINE veri tabanı – su varlığı (Url-7).

1. DÜZEY	2. DÜZEY	3. DÜZEY
5. Su Varlığı	5.1. Karasal Sular	5.1.1. Akarsu Yüzeyleri
		5.1.2. Su Kütlesi
	5.2. Deniz Suları	5.2.1. Lagünler
		5.2.2. Haliçler
		5.2.3. Deniz ve Okyanus

3.2.2 Kontrolsüz sınıflandırma

Çalışma alanında yeterli bilginin olmadığı veya bölgenin genel yapısı hakkında ön bilgiye gereksinim duyulan çalışmalarda kontrolsüz sınıflandırma yöntemi kullanılır (Musaoğlu, 1999). Kontrolsüz sınıflandırma spektral modellerin oluşturduğu istatistiksel gruplara dayanarak yapılır (Onur, 2007). Kullanıcı; işlem öncesinde, kullanılacak yöntemi, iterasyon ve küme sayısını belirler. Oluşan sınıflara spektral spektral sınıflar denir.

3.2.2.1 ISODATA yöntemi

Kontrolsüz sınıflandırmada küme merkezleri geçici olarak hesaplanarak, piksellerin dahil olacağı sınıflar belirlenir ve bu işlem, küme merkezlerinin konumlarında değişim olmayana kadar devam eder (Erdas Field Guide, 1991). ISODATA yöntemi, kontrolsüz sınıflandırma işleminde kullanılan tekrarlı ardışık kümeleme yöntemidir.

3.2.3 Kontrollü sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma, görüntüde ifade ettikleri özellikler bilinmeyen piksellerin, özellikleri kullanıcı tarafından bilinen örnek bölgelerden yararlanılarak, sınıflara ayrılması işlemidir (Campbell, 2002). Kontrollü sınıflandırma yönteminde çalışma alanındaki yeryüzü özelliklerini tanımlayan yeteri sayıdaki örnek bölgeler kullanılarak, sınıflandırılacak her bir cisim için spektral özellikleri tanımlı özellik dosyaları oluşturulur (Oruç, 2002). Oluşan sınıflara bilgi sınıfları adı verilir.

3.2.3.1 En çok benzerlik yöntemi

En çok benzerlik sınıflandırma yöntemi, sınıflar için eş olasılık eğrilerini tanımlar ve sınıflandırılacak pikselleri ait olma olasılığı en yüksek olan sınıfa atar (Oruç, 2002). Bu yöntem, bilinmeyen bir pikseli sınıflandırırken spektral örneklere ait varyans ve kovaryansın her ikisini de değerlendirir. Bunu, yapabilmek için spektral özellikleri oluşturan nokta grubunun normal dağılımlı olduğu varsayımı kabul edilir (Lillesand, Kiefer, Chipman, 2008).

3.2.4 Sınıflandırma doğruluğu

Sınıflandırma uygulamasının tamamlanabilmesi için elde edilen sonuçların doğruluğunun belirlenmesi gerekir (Richards, 1999).

Hata matrisi, raster verilerin kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma işlemlerinin doğruluk analizlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır (Çetinkaya ve Toz, 2007). Hata matrisi yardımı ile sınıflandırılmış piksellerin doğruluk yüzdeleri hesaplanır (Congalton ve Green, 1999). Birçok hata ölçüsü, bu hata matrisinden elde edilebilir. Bunlardan bazıları toplam doğruluk ile üretici ve kullanıcı doğruluklarıdır. Hata matrislerinden elde edilen sınıflar arası doğrulukların analiz edilmesinde kappa katsayısı kullanılır. Kappa katsayısı 0 ile 1 arasında değer alır ve hata matrisinin satır ve sütun toplamaları ile köşegeni üzerindeki elemanlar kullanılarak hesaplanır (Çetinkaya ve Toz, 2007).

Bu çalışmada sınıflandırma doğruluğunun belirlenmesi için kappa istatistik değeri ve toplam doğruluk hesaplanmıştır. Örnek sayıları belirlenirken binomial örnekleme yöntemi kullanılmıştır (van Genderen ve Lock, 1977; Fitzpatrick – Lins, 1981). Bu yöntemde kullanılan eşitlik aşağıdaki gibidir (3.1).

$$N = (Z^2 pq) / E^2 \quad (3.1)$$

Bu eşitlikte;

N = Örnek sayısı,

p = Beklenen doğruluk,

q = 100 – p,

E = Hesaba katılabilir hata,

Z = % 95 Güven aralığı için standart normal sapma (1.96) olarak tanımlanır.

4. ZAMAN SERİSİ ANALİZİ VE DEĞİŞİM ANALİZİ KAVRAMLARI

4.1 Değişim Analizi

Değişim analizi, sürekli değişimden elde edilen bilgiye göre, arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimini içeren temel süreç hakkında daha somut anlayışları işaret eden farklı veri yapılarının ve tematik değişim bilgilerinin ölçülmesidir. Sayısal değişim analizi, geometric düzeltmesi yapılmış çok zamanlı uzaktan algılama verileri referans alınarak arazi kullanımı ve arazi örtüsü özellikleri ile ilişkili değişimlerin belirlenmesinde kullanılan yöntemdir (Ramachandra ve Kumar, 2004). Genel olarak değişim analizi farklı zamanlara ait olan veri setlerinde, meydana gelen değişimlerin nitel ve nicel olarak tespitini hedefleyen uygulamaları içerir (Akın, 2007).

Arazi üzerindeki değişim, zamansal çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinden elde edilebilir. Değişim analizi yapabilmek için, görüntülerin farklı tarihlerde, aynı mevsimsel dönem ve atmosferik koşullarda algılanmış olması gerekmektedir. Değişimin saptanması için; görüntülere aritmetik işlemler uygulanması (oran ya da fark görüntüleri), görüntü üzerinden sayısallaştırma ya da sınıflandırma sonrası karşılaştırma yöntemleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmada sınıflandırma sonrası karşılaştırma yapılmıştır.

4.2 Zaman Serisi Analizi

Zaman değişkeniyle ilişkili bir değişken hakkında, elde edilen gözlem değerlerini zamana göre sıralanmış olarak gösteren serilere, “zaman serisi” denir (Ural-3). Düzensiz biçimde ya da sadece bir kez toplanmış verilerden zaman serisi elde edilemez (Uzel, 2008). Zaman serisi analizlerinde zaman değişkeni genellikle $t = 1, 2, \dots, n$ ile ifade edilmektedir. Buna göre bir zaman serisi, eşit aralıklı t zaman noktalarında y değişkeni ile ilgili elde edilen $y_1, y_2, \dots, y_t, \dots, y_n$ gözlem değerlerini zamana göre sıralanmış olarak gösteren seri olarak tanımlanır (Ural-3).

Zaman serileri genel olarak “kartezyen koordinatlı” bir grafikte gösterilir. Zaman serisinin kartezyen grafiği incelenmek suretiyle, zaman serisini etkileyen temel bileşenlerden hangilerinin, bu seriyi etkilediğini görsel olarak belirlemek mümkündür. Kısaca, zaman serisi gözlem değerleri üzerinde raslantısal değişmelerin yanında diğer zaman serisi bileşenlerinden hangilerinin etkili olduğunun belirlenmesi çalışmalarına, “ zaman serisi analizi” denir. Zaman serisi analizinin amacı, serinin hangi bileşenlerin etkisinde olduğunu belirlemek ve her bileşenin etkisini tahmin etmek, yani ilgili zaman serisinin özelliklerini açıklayabilmektir (Url-3).

4.2.1 Süreçler

Zaman serisi analizinde kullanılan süreçler, otoregresif süreç (AR – Autoregressive), hareketli ortalama süreci (MA – Moving Average), otoregresif - hareketli ortalama (ARMA – Autoregressive moving average) ve otoregresif bütünleşik hareketli ortalama (ARIMA – Autoregressive integrated moving average) süreçleridir.

Otoregresif zaman serilerinde serinin şimdiki değerleri geçmiş değerlerinden etkilenir. Birçok ekonomik veri otoregresif zaman serisi olarak modellenmektedir (Akdi, 2003). Bu modelde, eşitliğin sağ tarafı bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinden oluşur. Hata terimi ise rassal sürece, sıfır ortalama ve sabit varyans değerine sahiptir (Bozkurt, 2007).

Eğer, serinin gecikmeli hata terimi, şimdiki hata terimini etkiliyorsa hareketli ortalama süreci tanımlanır. Bir hareketli ortalama sürecinde değişkenin tahmin değeri hata terimlerinin tahmin değeri ile ilgilidir (Hanedar, Akkaya ve Bizim, 2005).

Herhangi bir zaman serisi verildiğinde, otokorelasyonlar ve kısmi otokorelasyonlara bakılarak, serinin model dereceleri belirlenmektedir. Ancak bazı durumlarda serinin ne otokorelasyonları ne de kısmi otokorelasyonları azalmasına rağmen, serinin model derecesi sıfır olabilir. Böyle durumlarda, seriye ne AR ne de MA serisi denilemez. Bu tür seriler, ARMA seriler olarak adlandırılmaktadır (Akdi, 2003).

Çoğu zaman serisi, gerek AR ve gerekse de MA sürecini içermektedir. Ayrıca I (Integrated) ise seri tarafından içerilen trendi ifade etmektedir. Bu süreç ARIMA olarak tanımlanır (Hanedar, Akkaya, Bizim, 2005).

4.2.2 Yöntemler

4.2.2.1 Box – Jenkins yöntemi

Box – Jenkins yöntemi tek değişkenli zaman serilerinin ileriye dönük tahmin ve kontrolünde kullanılan istatistiksel öngörü yöntemlerinden biridir. Zamana bağlı olayların raslantısal karakterde olaylar olduğu, bu olaylarla ilgili zaman serilerinin ise stokastik süreç olduğu varsayımına dayanarak geliştirilmiştir. Yöntemin uygulandığı zaman serisinin eşit aralıklı gözlem değerlerinden oluşan kesikli ve durağan bir seri olduğu varsayılmaktadır. Ancak, gerçekte zaman serilerinin ortalama ve varyansında zamana bağlı olarak bir değişim olmaktadır. Durağan olmayan zaman serilerinde görülen bu değişim, genellikle trend, düzenli, düzensiz dalgalanmalar ve tesadüfi dalgalanmaların etkisiyle gerçekleşir. Durağan olmayan zaman serilerinin Box – Jenkins yöntemiyle öngörüsü için seri bazı dönüşüm yöntemleriyle durağan hale getirilmelidir. Box – Jenkins yöntemi ile tahmin edilen zaman serisi modelleri; AR modeli, MA modeli, (ARMA) modeli ve (ARIMA) modelleridir (Kaynar, Taştan, 2009).

4.2.2.2 Bileşenlere ayırma yöntemi

Zaman serisini etkileyen temel faktörler (bileşenler)

Zaman serisini etkileyen dört bileşen bulunmaktadır. Bunlar, trend bileşeni, mevsimsel bileşen, konjonktürel bileşen ve rassal bileşendir.

Trend bileşeni

Zaman serisi gözlem değerinin uzun zaman döneminde (en az 7 yıl) artma ya da azalma yönünde gösterdiği genel eğilime “trend” adı verilir. Zaman içinde artış ya da azalış göstermeyen, hemen hemen aynı düzeyde kararlılık gösteren serilerin trendi yoktur (Url-3).

Zaman serisi çözümlemesinde bileşenlere ayırma yöntemi

İlgilenilen zaman serisinin gözlem değerleri üzerinde, mevsimsel bileşenin etkisi söz konusu değilse, seri yıllık zaman serisiyse, öngörü amacıyla yapılacak çözümlemede kullanılacak model,

$$y_t = T_t + t \quad (4.1)$$

şeklinde ifade edilir ve y_t 'nin nokta öngörü değeri $y'_t = t_t$ olur.

Çözümlenen $y_1, y_2, \dots, y_n$ serisinin t dönemindeki T_t bileşenini tahminleyebilmek için, bu serinin gözlem değerine, genellikle

$$T_t = a_0 + a_1 t \quad (4.2)$$

doğrusal trend eşitliği uygulanır. Burada a_0 ve a_1 tahminlenecek model parametrelerini göstermektedir. Trend bileşeni T_t 'nin t_t tahmini için doğrusal model

$$t_t = b_0 + b_1 t \quad (4.3)$$

eşitliği ile ifade edilir. Burada b_0 ve b_1 sırasıyla a_0 ve a_1 'in tahminlerini gösterirler ve en küçük kareler normal denklemlerinin çözülmesiyle hesaplanırlar. Doğrusal modele ilişkin sadeleştirilmiş normal denklemler

$$\sum y_t = n \cdot b_0 \quad (4.4)$$

$$\sum y_t \cdot t = b_1 \cdot \sum t^2 \quad (4.5)$$

eşitlikleri ile ifade edilir. Konjonktürel ve rassal bileşenlere ilişkin güvenilir öngörüler türetilmediği için, öngörü amacıyla çözümlemelerde genellikle bu iki bileşenle ilgilenilmez ve öngörü modellerinde bu iki bileşene yer verilmez. Bu durumda $t + 1$ ön dönem için öngörü modeli

$$y_{t+1} = T_{t+1} + r_{t+1} \quad (4.6)$$

olur.

Trend bileşeni T_t 'nin tahmini

$$t_t = b_0 + b_1 t \quad (4.7)$$

eşitliği ile ifade edildiğinden t_{t+1} ön dönem öngörü değeri

$$y'_{t+1} = t_{t+1} = b_0 + b_1 \cdot (t+1) \quad (4.8)$$

eşitliğiyle hesaplanmış olur (Url-3).

5. ÇALIŞMA ALANI VE KULLANILAN VERİLER

5.1 Çalışma Alanı

5.1.1 Coğrafi konum ve fiziksel özellikleri

Sarıyer ilçesi yaklaşık olarak 41 derece kuzey enlemi ile 29 derece doğu boylamının kesiştiği noktada bulunmaktadır. İstanbul Boğazı'nın Avrupa Yakası'nın kuzeyinde yer alan Sarıyer, kuzeyde Karadeniz, batıda Eyüp, güneyde Beşiktaş ve Şişli ilçeleri ile komşudur. Karadeniz'e ve İstanbul Boğazı'na kıyıları olan Sarıyer'de yerleşim sahil boyunca uzanmaktadır. Sahil sınırı Aşiyan'dan başlayıp Karadeniz kıyılarına kadar uzanmaktadır. Sarıyer merkez olmasına rağmen Boğaz'da Rumelihisarı'ndan başlayan sınır boyunca dizilen Emirgan, İstinye, Yeniköy, Tarabya, Büyükdere önemli semtler arasındadır. İlçenin Karadeniz'e bakan sahilleri dik yamaçlı ve ormanlık olmakla birlikte plaja elverişli kumsalları da bulunmaktadır. Mücavir alanda, Karadeniz kıyısında Kilyos (Kumköy), Kısırkaya, iç kesimlerde Gümüşdere, Uskumruköy, Zekeriyaköy, Demirciköy ve Bahçeköy bulunmaktadır. Boğaz girişinde ise Rumelifeneri, öngörünümde ise Garipçe Köyü yer almaktadır. Sarıyer'in Boğaz kıyısındaki semtleri, 1960'lı yıllara kadar, daha çok yaz aylarında kalabalıklaşan sayfiye yeri niteliği taşımaktaydı. Özellikle yolların yapılması ve sahil yolunun genişletilmesinden sonra boş alanlar yerleşime açılmış ve bu nedenle bugünkü yerleşim olgusunun temeli de atılmıştır. Kıyı kesimlerinde ve kıyı yakınlarında üst düzey gelir gruplarına ait yalılar ve köşkler, sırt biçiminde uzanan tepelerde ise gecekondular mevcuttur (Url-1).

5.1.2 Meteorolojik özellikler ve bitki örtüsü

Sarıyer, doğal bitki örtüsü açısından İstanbul İli'nin zengin ilçelerinden biridir. Belgrad Ormanı'nın doğu ucu ilçe sınırları içinde olup ayrıca Rumelikavağı-Rumelifeneri-Kilyos üçgeni içinde kalan alan, büyük ölçüde ormanlarla kaplıdır. (Url-2).

Sarıyer coğrafi konumu ve fiziki coğrafya özellikleri nedeniyle aynı enlemdeki birçok yerleşimden farklı iklimsel özellikler taşımaktadır. Boğaziçi, Akdeniz ve Orta Avrupa, Kuzey bölgesi Batı Karadeniz iklimi karakterindedir. Bölgede kış mevsiminde yağış fazla, yaz aylarında ise rüzgarlar sabit, yağışlar azdır. İlçe sınırları içerisindeki ortalama sıcaklık +20 derece, ölçülebilen en yüksek sıcaklık ise +40 derecedir. Yılda ortalama 727 kg yağmurun düştüğü ilçede, kışın kar 10-12 gün yerde kalmaktadır (Url-1).

5.1.3 Arazi kullanımı ve çevre sorunları

Boğaziçi Köprüsünden sonra Fatih Sultan Mehmet Köprüsünün gündeme gelmesiyle, 1985’de Rumeli Yakası’nda Sarıyer Maden yerleşmesinin batısı ve kuzeyindeki tepeler, yamaçlar; Büyükdere eski yerleşmesinin batısında kuzeyindeki tepeler yamaçlar, Tarabya yokuşunun her iki yanı, İstinye yokuşunun iki yanı, Anadolu Yakası’nda Çubuklu’dan başlayarak, Kanlıca yamaçları, Anadolu Hisarı, Kandilli, Vanıköy, Çengelköy, Beylerbeyi, yamaç ve tepeleri villa tipi yeni konut alanlarına mekan olmuştur. Kavacık yerleşmesinde planlı konut alanları hususunda farklı bir durum gözlenmektedir (Aysu, 1989).

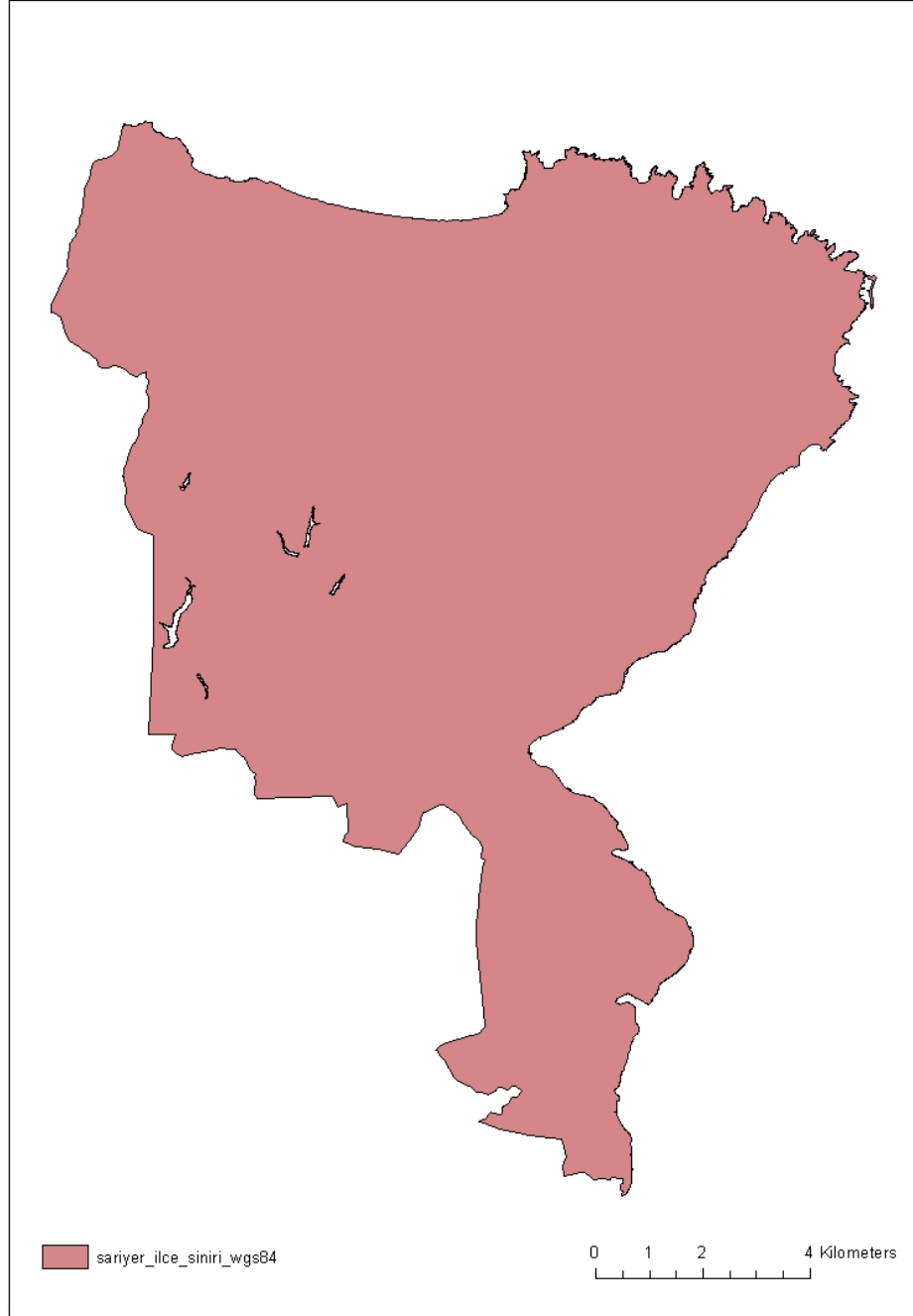
5.2 Kullanılan Veriler

5.2.1 Vektör veriler

Vektörel veri modelinde, nokta, çizgi ve poligonlar (x,y) koordinat değerleriyle kodlanarak depolanır. Poligon özelliğine sahip coğrafik varlıklar, örneğin imar adası, bina orman alanı, parsel veya göl, kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişinde aynı koordinat olan (x,y) dizi koordinatlar ile depolanır. Vektörel model coğrafik varlıkların kesin konumlarını tanımlamada yararlı bir modeldir. Ancak, süreklilik özelliği gösteren coğrafik varlıkların, örneğin toprak yapısı, bitki örtüsü, jeolojik yapı ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir model olarak bilinir. (Url-9).

Bu çalışmada kullanılan vektör veri Şekil 5.1’de gösterilen İstanbul Büyükşehir Belediyesi kaynaklı Sarıyer İlçesi sınırır.

Bu veri uydu görüntülerinden Sarıyer İlçesi sınırının belirlenmesinde ve görüntünün kesilmesi işleminde kullanılmıştır.



Şekil 5.1 : Sarıyer ilçe sınırı (İBB).

5.2.2 Raster veriler

Hüresel ya da diğer bir deyişle raster veri modeli daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafi varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. Raster görüntü birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hücrelerin her birine piksel denir (Url-9).

Bu çalışmada kullanılan bütün uydu görüntüleri raster veri formatındadır.

5.2.2.1 LANDSAT uydusu özellikleri

Landsat uydu sistemine ait özellikler Çizelge 5.1’de özetlenmiştir (Bayburt, 2009).

Çizelge 5.1 : LANDSAT uydu sistemine ait özellikler.

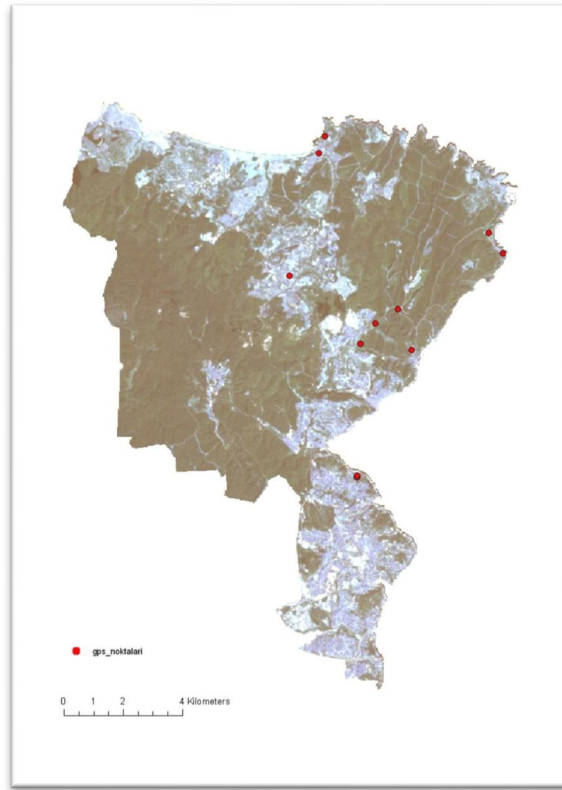
Misyon	Algılayıcı	Algılama Aralığı (μm)	Mekansal Çözünürlük (m)
1,2	RBV	0.475-0.575	80
		0.580-0.680	80
		0.690-0.830	80
3	RBV	0.505-0.750	30
1,5	MSS	0.5-0.6	79/82
		0.6-0.7	79/82
		0.7-0.8	79/82
		0.8-1.1	79/82
3	MSS	10.4-12.6	240
4,5	TM	0.45-0.52	30
		0.52-0.60	30
		0.63-0.69	30
		0.76-0.90	30
		1.55-1.75	30
		10.4-12.5	120
		2.08-2.35	30
6	ETM	TM bantı üzerinde + 0.50-0.90	30 (120 termal bant) 15 (pan)
7	ETM+	TM bantı üzerinde + 0.50-0.90	30 (60 termal bant) 15 (pan)

6. UYGULAMA

Bu bölümde, yukarıda anlatılan yöntemler kullanılarak Sarıyer İlçesi ile ilgili uygulamanın bütün işlem adımları ayrıntıları ile anlatılmıştır.

6.1 Arazi Çalışması

Çalışma alanı olan Sarıyer İlçesi'ne 5 Mart 2011 tarihinde Sarıyer İlçesi'nin kuzeydoğu bölgesine arazi örtüsü ve arazi kullanımı hakkında görüş sahibi olmak amacıyla bir arazi çalışması düzenlenmiş, fotoğraf çekilmiş ve GPS ölçmesi yapılmıştır. GPS ölçmeleri UTM WGS 84 koordinat sistemi ve datumunda yapılmıştır. Fotograflar ve GPS çizelgesi ekler bölümündedir. Şekil 6.1'de 2010 yılı uydu görüntüsü üzerinde GPS noktaları gösterilmiştir. Toplam 13 adet GPS ölçmesi yapılmasına rağmen bazı noktalarda koordinatlarının birbirine çok yakın olması sebebiyle sadece 10 tanesi uydu görüntüsü üzerinde gösterilebilmiştir.



Şekil 6.1 : GPS noktaları ve 2010 yılı görüntüsü.

6.2 Uzaktan Algılama Verilerinin İşlenmesi

Bu çalışmada, uzaktan algılama verileri ile kontrolsüz sınıflandırma, kontrollü sınıflandırma ve sınıflandırma sonuçlarının kontrolü işlem adımları izlenerek çalışılmıştır. Çalışmada 1987, 1997, 2 Temmuz 2000, 2001, 3 Temmuz 2003, 6 Haziran 2005, 5 Eylül 2009 ve 8 Eylül 2010 yıllarına ait LANDSAT TM ve ETM görüntüleri ve ERDAS Imagine 9.1 yazılımı kullanılmıştır.

6.2.1 Arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının çalışma alanı içerisindeki dağılımının belirlenmesi

6.2.1.1 Kontrolsüz sınıflandırma işlemi

Kontrolsüz sınıflandırma işlemi yapılırken, ISODATA yöntemi kullanılmıştır. Kontrolsüz sınıflandırmada termal ve pankromatik kanallar hariç diğer kanalların tamamı kullanılmıştır. Bu işlem sonucunda her görüntüde 60 spektral sınıf elde edilmiştir. Bu çalışmada kontrolsüz sınıflandırma işleminin yapılmasındaki amaç çalışma bölgesi için spektral olarak ayrılabilir sınıfları belirlemek ve daha sonra kontrollü sınıflandırma işlemi ile bu spektral sınıflardan bilgi sınıfları elde etmektir.

6.2.1.2 Kontrollü sınıflandırma işlemi

Kontrollü sınıflandırma işlemi yapılırken en çok benzerlik yöntemi kullanılmıştır. Bu işlem sonucunda her görüntüde dört adet bilgi sınıfı elde edilmiştir.

Sınıflandırma sonuçlarının görsel ve istatistik açıdan kullanılır hale getirilebilmesi için takip edilen adımlar “tekrar kodlama (recode)” ve “renklendirme” şeklinde adlandırılabilir. Tekrar kodlama ile bütün sınıflar CORINE veri tabanının birinci seviyesine göre, su varlığı, orman ve yarı doğal alanlar, yapay yüzeyler ile tarım alanları olmak üzere dört adet başlık altında toplanmıştır. Renklendirme aşaması doğruluk analizinden önceki son aşamadır. Bu aşamada her sınıf için ayırt edici renkler belirlenmiştir.

Bütün görüntülerin tekrar kodlama (recode) ve renklendirme işlemlerinin ardından aldıkları son hal ekler bölümünde gösterilmiştir.

Renklendirme işleminden sonra, sınıflandırılmış görüntülerden elde edilen sonuçlarla arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıflarının çalışma alanı içerisindeki dağılımının yıllara göre değişimi belirlenmeden önce doğruluk analizi işlemi gerçekleştirilmiştir.

Doğruluk analizinin nasıl yapıldığı 6.2.1.4 numaralı bölümde, ayrı bir başlık altında detaylı olarak açıklanmıştır.

6.2.1.3 Arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının çalışma alanı içerisindeki dağılımının yıllara göre değişimi

Sınıflandırma işlemi tamamlanmış görüntülerde, öznitelik tablosu (attribute table) düzenlenerek alan bilgisine ulaşmak mümkündür.

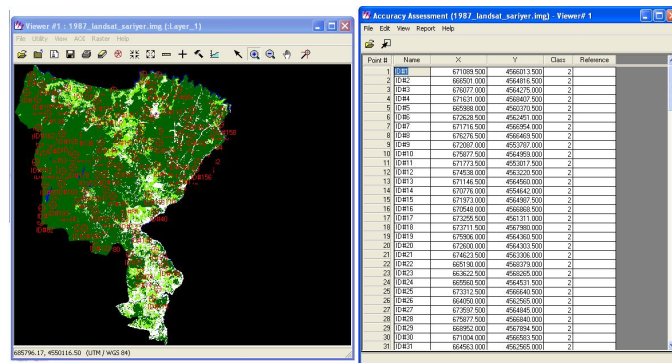
Çalışma alanı içerisinde söz konusu dört sınıfın nasıl değişim gösterdiğinin belirlenmesi amacıyla sınıflandırılmış görüntülerden elde edilen görüntü matrisleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Bu işlem ile hiç değişim göstermeyen alanların miktarı ve hangi sınıfın hangi sınıfa, hangi miktarda dönüştüğü bilgilerine ulaşmak mümkün olmuştur.

Görüntülerin birbirleriyle karşılaştırılması sonucu elde edilen görüntüler ve tablolar ekler bölümünde incelenebilir.

6.2.1.4 Sınıflandırma sonuçlarının kontrolü

Doğruluk analizi için kullanılan örnek sayısı, 3.3.3 numaralı bölümde, Sınıflandırma doğruluğu adı altında açıklandığı şekilde, güven aralığı % 95 ve beklenen doğruluk % 80 seçilerek hesaplanmıştır. % 95 Güven aralığı için standartlaştırılmış normal dağılım tablosundan elde edilen Z sabit değeri 1.96'dır. Bu şartlar altında toplam örnek sayısının 246 olduğu belirlenmiştir. Toplam örnek sayısı sınıfların görüntü üzerinde kapladıkları alana göre paylaştırılmıştır. Örnek sayısı alt sınırı 30 olarak kabul edilmiştir (van Genderen ve Lock, 1977).

Doğruluk değerlendirme tablosu ve 1987 yılı uydu görüntüsü üzerindeki seçilen rastgele noktaların görüntüsü Şekil 6.2'deki gibidir.



Şekil 6.2 : Doğruluk analizi tablosu ve rastgele seçilmiş noktaların uydu görüntüsü üzerindeki durumları

Bundan sonra yapılması gereken, tek tek her noktanın üzerine gelinerek yazılımın söylediği sınıfta olup olmadığını kontrol etmektir. Çizelge 6.1 ve 6.8 arasında doğruluk analizi sonuçlarına ulaşmak mümkündür.

Çizelge 6.1 : 1987 yılı doğruluk analizi sonuçları.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	Örnek Sayısı (Hesaplanan)	Örnek Sayısı (Kabul Edilen)	Kappa Değerleri
Su Varlığı	94.221	1	30	0.9259
Orman ve YDA	11437.4	185	185	0.8492
Yapay Yüzeyler	2117.29	34	34	0.8269
Tarım Alanları	1592.01	26	30	0.7386
Toplam	15240.921	246	279	

1987 Yılı için kappa değeri 0.8389, doğruluk % 91.40'dır.

Çizelge 6.2 : 1997 yılı doğruluk analizi sonuçları.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	Örnek Sayısı (Hesaplanan)	Örnek Sayısı (Kabul Edilen)	Kappa Değerleri
Su Varlığı	98.64	2	30	0.8533
Orman ve YDA	10606.1	171	171	0.8457
Yapay Yüzeyler	3373.47	54	54	0.6588
Tarım Alanları	1202.58	19	30	0.6289
Toplam	15280.79	246	285	

1997 Yılı için kappa değeri 0.7607, doğruluk % 86.32'dir.

Çizelge 6.3 : 2000 yılı doğruluk analizi sonuçları.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	Örnek Sayısı (Hesaplanan)	Örnek Sayısı (Kabul Edilen)	Kappa Değerleri
Su Varlığı	111.684	2	30	0.8895
Orman ve YDA	10177.7	164	164	0.8054
Yapay Yüzeyler	3808.8	61	61	0.7685
Tarım Alanları	1181.58	19	30	0.6580
Toplam	15279.764	246	285	

2000 Yılı için kappa değeri 0.7860, doğruluk % 87.02'dir.

Çizelge 6.4 : 2001 yılı doğruluk analizi sonuçları.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	Örnek Sayısı (Hesaplanan)	Örnek Sayısı (Kabul Edilen)	Kappa Değerleri
Su Varlığı	95.58	2	30	0.8895
Orman ve YDA	10220.30	164	164	0.8345
Yapay Yüzeyler	3816.09	61	61	0.7886
Tarım Alanları	1175.49	19	30	0.8480
Toplam	15307.46	246	285	

2001 Yılı için kappa değeri 0.8326, doğruluk % 89.82'dir.

Çizelge 6.5 : 2003 yılı doğruluk analizi sonuçları.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	Örnek Sayısı (Hesaplanan)	Örnek Sayısı (Kabul Edilen)	Kappa Değerleri
Su Varlığı	130.14	2	30	0.8534
Orman ve YDA	10135.4	163	163	0.8054
Yapay Yüzeyler	4004.46	64	64	0.9146
Tarım Alanları	1028.07	17	30	0.6726
Toplam	15298.07	246	287	

2003 Yılı için kappa değeri 0.8216, doğruluk % 89.20'dir.

Çizelge 6.6 : 2005 yılı doğruluk analizi sonuçları.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	Örnek Sayısı (Hesaplanan)	Örnek Sayısı (Kabul Edilen)	Kappa Değerleri
Su Varlığı	147.852	2	30	0.8534
Orman ve YDA	9930.27	160	160	0.8441
Yapay Yüzeyler	4250.61	68	68	0.7613
Tarım Alanları	978.901	16	30	0.6336
Toplam	15307.633	246	288	

2005 Yılı için kappa değeri 0.7948, doğruluk % 87.50'dir.

Çizelge 6.7 : 2009 yılı doğruluk analizi sonuçları.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	Örnek Sayısı (Hesaplanan)	Örnek Sayısı (Kabul Edilen)	Kappa Değerleri
Su Varlığı	131.4	2	30	0.7812
Orman ve YDA	9653.49	155	155	0.7533
Yapay Yüzeyler	4743.9	76	76	0.8004
Tarım Alanları	762.12	12	30	0.8127
Toplam	15290.91	245	291	

2009 Yılı için kappa değeri 0.7805, doğruluk % 86.25'dir.

Çizelge 6.8 : 2010 yılı doğruluk analizi sonuçları.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	Örnek Sayısı (Hesaplanan)	Örnek Sayısı (Kabul Edilen)	Kappa Değerleri
Su Varlığı	152.91	2	30	1.0000
Orman ve YDA	9426.42	152	152	0.8491
Yapay Yüzeyler	4993.65	80	80	0.8436
Tarım Alanları	707.04	11	30	0.7788
Toplam	15280.02	245	292	

2010 Yılı için kappa değeri 0.8590, doğruluk % 91.10'dır.

6.3 Bileşenlere Ayırma Yöntemi Ve Doğrusal Trend Analizi

Bu çalışmada mevsimsel olmayan ve doğrusal zaman serileri söz konusu olduğu için doğrusal trend analizi yapılmıştır.

Doğrusal trend analizi yapabilmek için, sınıflandırma sonucunda hektar cinsinden belirlenen tüm alan değerleri yüzdelik değerlere çevrilmiştir. Tahminler bu yüzdelik değerler üzerinden hesaplanmıştır. Çizelge 6.9 ile 6.16 arasında bu değerlere ulaşmak mümkündür.

Çizelge 6.9 : 1987 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	94.221	0.62
Orman ve YDA	11437.4	75.04
Yapay Yüzeyler	2117.3	13.89
Tarım Alanları	1592.0	10.45
Toplam	15240.9	100

Çizelge 6.10 : 1997 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	98.6	0.65
Orman ve YDA	10606.1	69.41
Yapay Yüzeyler	3373.5	22.07
Tarım Alanları	1202.6	7.87
Toplam	15280.8	100

Çizelge 6.11 : 2000 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	111.7	0.73
Orman ve YDA	10177.7	66.61
Yapay Yüzeyler	3808.8	24.93
Tarım Alanları	1181.6	7.73
Toplam	15279.8	100

Çizelge 6.12 : 2001 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	95.6	0.62
Orman ve YDA	10220.3	66.77
Yapay Yüzeyler	3816.1	24.93
Tarım Alanları	1175.5	7.68
Toplam	15307.5	100

Çizelge 6.13 : 2003 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	130.1	0.85
Orman ve YDA	10135.4	66.25
Yapay Yüzeyler	4004.5	26.18
Tarım Alanları	1028.1	6.72
Toplam	15298.1	100

Çizelge 6.14 : 2005 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	147.9	0.97
Orman ve YDA	9930.3	64.87
Yapay Yüzeyler	4250.6	27.77
Tarım Alanları	978.9	6.39
Toplam	15307.6	100

Çizelge 6.15 : 2009 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar.

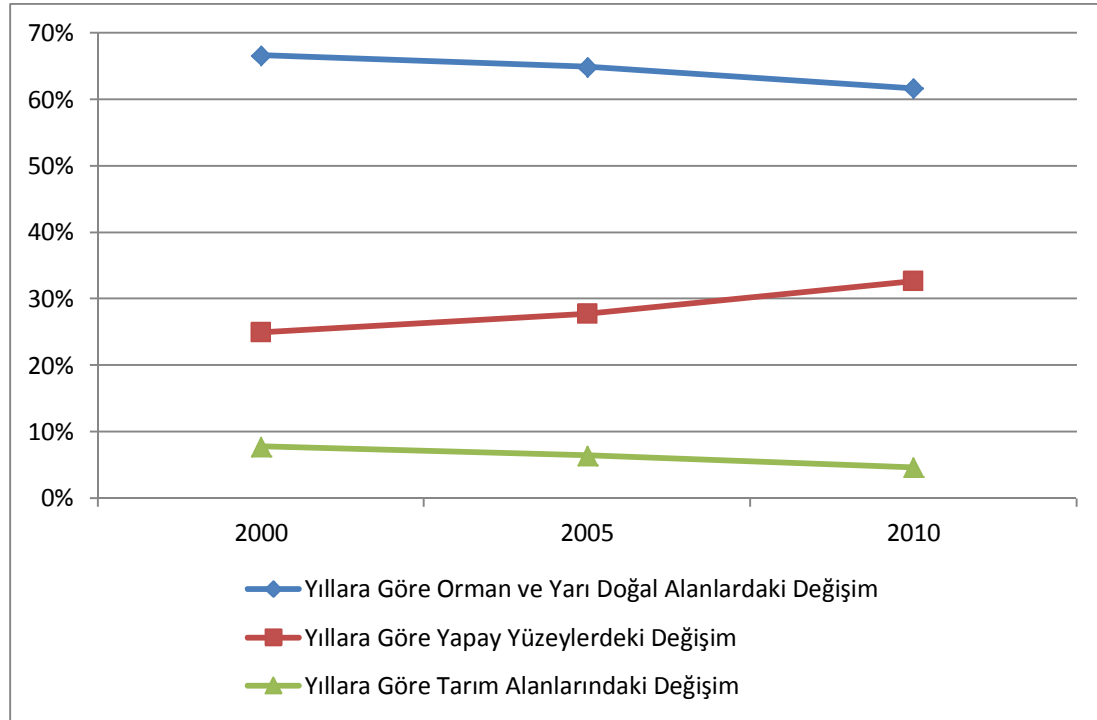
Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	131.4	0.87
Orman ve YDA	9653.5	63.13
Yapay Yüzeyler	4743.9	31.02
Tarım Alanları	762.1	4.98
Toplam	15290.9	100

Çizelge 6.16 : 2010 yılı görüntüsünde sınıfların kapladıkları alanlar.

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	152.91	1.00
Orman ve YDA	9426.42	61.69
Yapay Yüzeyler	4993.65	32.68
Tarım Alanları	707.04	4.63
Toplam	15280.02	100

6.3.1 Analiz 1 (2000 – 2005 – 2010 yılları için)

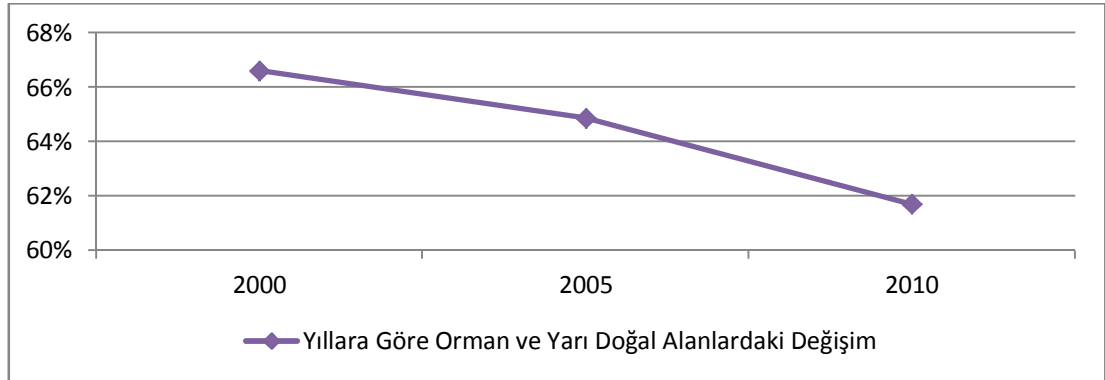
Bu analiz için 5 yıllık aralıklarla seçilen, 2000, 2005 ve 2010 yıllarından oluşan, 10 yıllık bir veri seti kullanılmıştır. Bu sonucunda yapay yüzeyler sınıfında artış gözlenirken orman ve yarı doğal alanlar ile tarım alanları sınıflarında azalma gözlenmiştir. 2030 yılında tarım alanları sınıfının tamamen yok olduğu bu analiz sonuçlarındandır. Şekil 6.3’de veri setine ait grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.3 : 2000, 2005 ve 2010 yıllarından oluşturulan veri seti.

6.3.1.1 Orman ve yarı doğal alanlar

Şekil 6.4'te analiz 1 için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.4 : 2000, 2005 ve 2010 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.17'de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu görsel tespit neticesinde t_i 'nin tahmin edilebilmesi için seri değerlerine

$$t_i = b_0 + b_1 \cdot t \quad (6.1)$$

doğrusal model uygulanmıştır (6.1).

Çizelge 6.17 : 2000, 2005 ve 2010 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y_t	t^2	$t \cdot y_t$	$t_i = b_0 + b_1 \cdot t$
2000	1	% 66.61	1	66.61	% 66.85
2005	2	% 64.87	4	129.74	% 64.39
2010	3	% 61.69	9	185.07	% 61.93
TOPLAM	6	193.17	14	381.07	

Modelin 0 ve 1 parametrelerinin tahminleri b_0 ve b_1 , En Küçük Kareler Normal Denklemleri çözülerek elde edilir. Gerekli değerler tablodan elde edilmiştir.

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$193.17 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.2)$$

$$381.42 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.3)$$

$$-2(193.17) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.4)$$

$$381.42 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.5)$$

$$-386.34 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.6)$$

$$381.42 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.7)$$

$$-4.92 = 2b_1 \rightarrow b_1 = -2.46 \quad (6.8)$$

$$193.17 = 3b_0 + 6 \cdot (-2.46) \quad (6.9)$$

$$207.93 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 69.31 \quad (6.10)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1 \cdot t = 69.31 + ((1) \cdot (-2.46)) \quad (6.11)$$

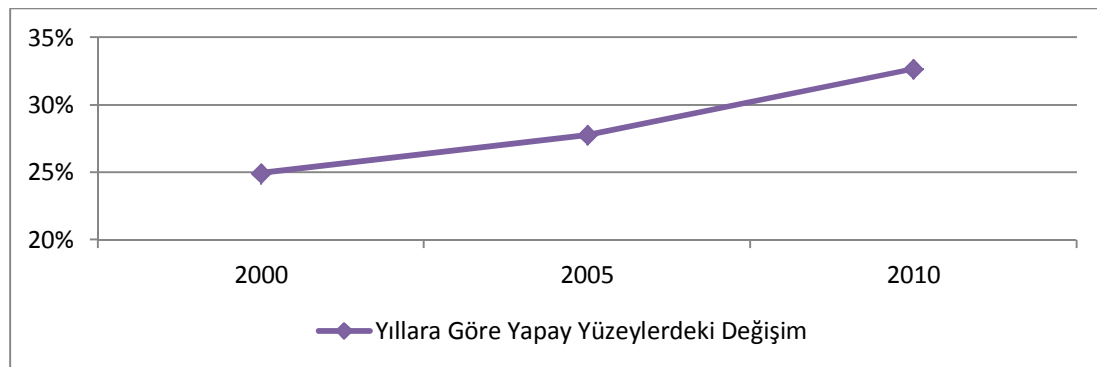
olarak elde edilir (6.11). $b_1 = -2.46$ negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 7$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2015 (t_4), 2020 (t_5), 2025 (t_6) ve 2030 (t_7) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.18'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.18: Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 1).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1 \cdot t$	tn
2015	$69.31 + 4 \cdot (-2.46)$	$t_4 = \% 59.47$
2020	$69.31 + 5 \cdot (-2.46)$	$t_5 = \% 57.01$
2025	$69.31 + 6 \cdot (-2.46)$	$t_6 = \% 54.55$
2030	$69.31 + 7 \cdot (-2.46)$	$t_7 = \% 52.09$

6.3.1.2 Yapay yüzeyler

Şekil 6.5'te analiz 1 için yapay yüzeylerdeki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.5 : 2000, 2005 ve 2010 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.19’da verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal artan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.19 : 2000, 2005 ve 2010 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
2000	1	% 24.93	1	24.93	% 24.58
2005	2	% 27.77	4	55.54	% 28.46
2010	3	% 32.68	9	98.04	% 32.34
TOPLAM	6	85.38	14	178.51	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$85.38 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.12)$$

$$178.51 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.13)$$

$$-2(85.38) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.14)$$

$$178.51 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.15)$$

$$-170.76 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.16)$$

$$178.51 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.17)$$

$$7.75 = 2b_1 \rightarrow b_1 = 3.88 \quad (6.18)$$

$$85.38 = 3b_0 + 6 \cdot (3.88) \quad (6.19)$$

$$62.10 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 20.70 \quad (6.20)$$

Denklem sonuçlarına göre t₁’in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 20.70 + ((1). (3.88)) \quad (6.21)$$

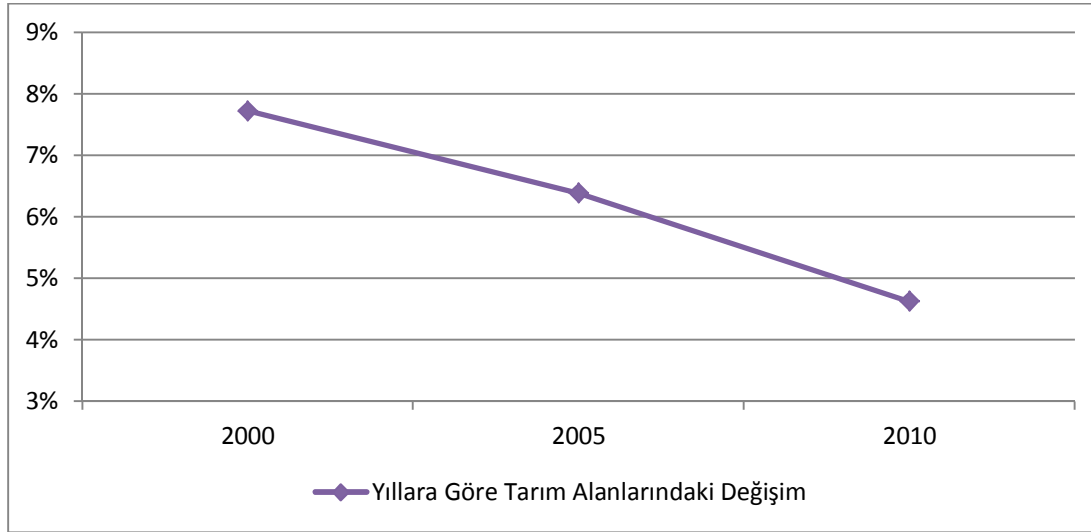
olarak elde edilir (6.21). b₁ = 3.88 pozitif bir değer olduğu için serinin trendi, artan eğilime sahiptir, denir. Bu tahmin değerlerine t için t = 1,.....,7 değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2015 (t₄), 2020 (t₅), 2025 (t₆) ve 2030 (t₇) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.20’de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.20: Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 1).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1.t$	tn
2015	$20.71 + 4. (3.88)$	$t_4 = \% 36.22$
2020	$20.71 + 5. (3.88)$	$t_5 = \% 40.10$
2025	$20.71 + 6. (3.88)$	$t_6 = \% 43.98$
2030	$20.71 + 7. (3.88)$	$t_7 = \% 47.86$

6.3.1.3 Tarım alanları

Şekil 6.6’da analiz 1 için tarım alanlarındaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.6 : 2000, 2005 ve 2010 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.21’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.21 : 2000, 2005 ve 2010 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y_t	t^2	$t.y_t$	$t_t = b_0 + b_1.t$
2000	1	% 7.73	1	7.73	% 7.80
2005	2	% 6.39	4	12.78	% 6.25
2010	3	% 4.63	9	13.89	% 4.70
TOPLAM	6	18.75	14	34.40	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$18.75 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.22)$$

$$34.40 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.23)$$

$$-2(18.75) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.24)$$

$$34.40 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.25)$$

$$-37.50 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.26)$$

$$34.40 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.27)$$

$$-3.10 = 2b_1 \rightarrow b_1 = -1.55 \quad (6.28)$$

$$18.75 = 3b_0 + 6 \cdot (-1.55) \quad (6.29)$$

$$28.05 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 9.35 \quad (6.30)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1 \cdot t = 9.35 + ((1) \cdot (-1.55)) \quad (6.31)$$

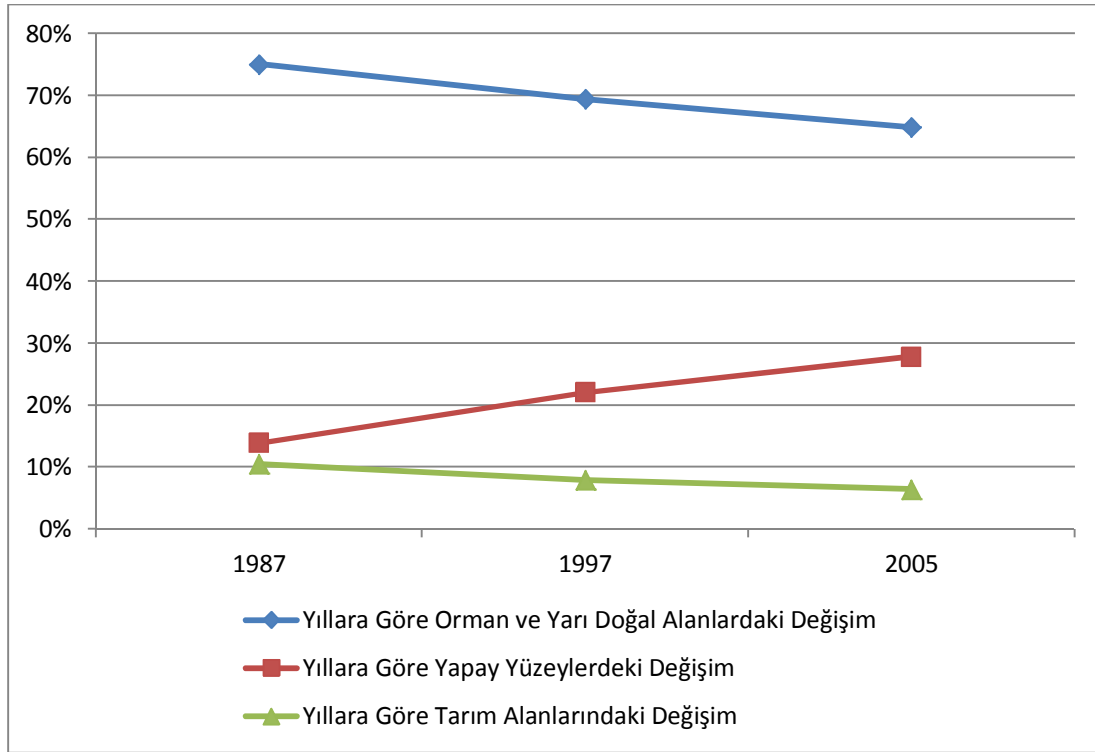
olarak elde edilir **(6.31)**. $b_1 = -1.55$ negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 6$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2015 (t_4), 2020 (t_5) ve 2025 (t_6) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.22'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.22: Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 1).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1 \cdot t$	tn
2015	$9.35 + 4 \cdot (-1.55)$	$t_4 = \% 3.15$
2020	$9.35 + 5 \cdot (-1.55)$	$t_5 = \% 1.60$
2025	$9.35 + 6 \cdot (-1.55)$	$t_6 = \% 0.05$
2030	$9.35 + 7 \cdot (-1.55)$	$t_7 = \% 0.00$

6.3.2 Analiz 2 (1987 – 1997 – 2005 yılları için)

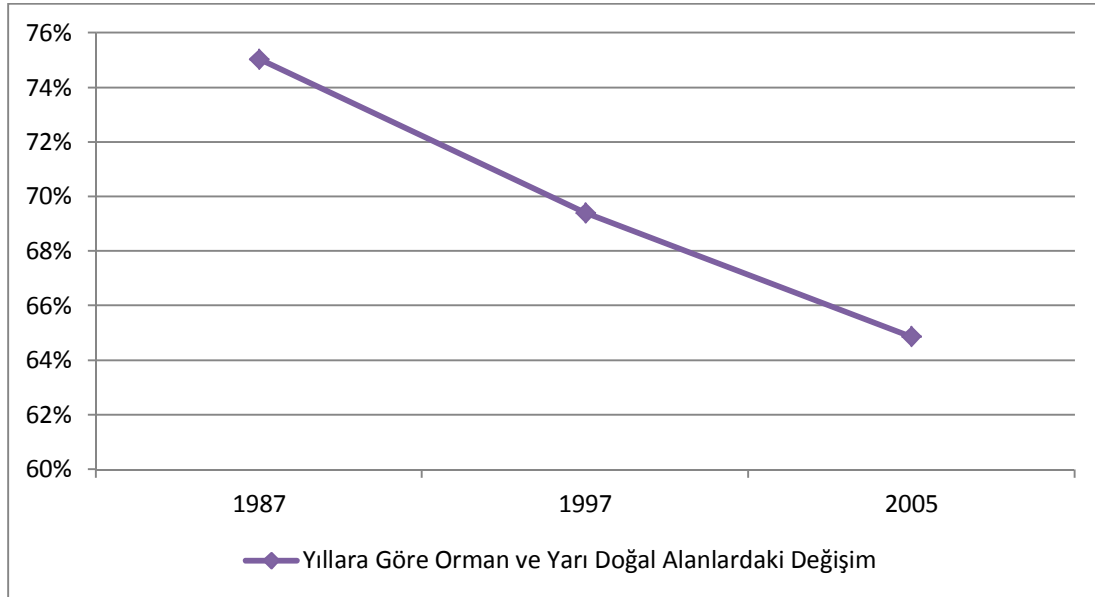
Bu analiz için aralık 10 yıl olarak belirlenmiştir ancak 2007 yılı mevcut olmadığı için 1987, 1997 ve 2005 yıllarından oluşturulan 18 yıllık bir veri seti ile çalışılmıştır. Burada 2005 yılı 2007 yılı yerine kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda 2017 ve 2027 yılları için tahmin yapılmıştır. Analiz sonucunda yapay yüzeylerde artış, orman ve yarı doğal alanlar ile tarım alanlarında azalma gözlenmiştir. Ancak analiz sonuçları kullanılabilir olarak kabul edilmemiştir. Bu analiz ile düzenli aralıklarla oluşturulmayan veri setlerinden güvenilir sonuçlar elde etmenin mümkün olmadığını göstermek amaçlanmıştır. Şekil 6.7'de veri setine ait grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.7 : 1987, 1997 ve 2005 yıllarından oluşan veri seti.

6.3.2.1 Orman ve yarı doğal alanlar

Şekil 6.8’de analiz 2 için orman ve yarı doğal alanlarındaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.8 : 1987, 1997 ve 2005 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.23’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.23 : 1987, 1997 ve 2005 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1987	1	% 75.04	1	75.04	% 74.85
1997	2	% 69.41	4	138.82	% 69.77
2005	3	% 64.87	9	194.61	% 64.69
TOPLAM	6	209.32	14	408.47	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$209.32 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.32)$$

$$408.47 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.33)$$

$$-2(209.32) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.34)$$

$$408.47 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.35)$$

$$-418.64 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.36)$$

$$408.47 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.37)$$

$$-10.17 = 2b_1 \rightarrow b_1 = -5.09 \quad (6.38)$$

$$209.32 = 3b_0 + 6 \cdot (-5.09) \quad (6.39)$$

$$239.86 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 79.95 \quad (6.40)$$

Denklem sonuçlarına göre t₁'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 79.95 + ((1). (-5.09)) \quad (6.41)$$

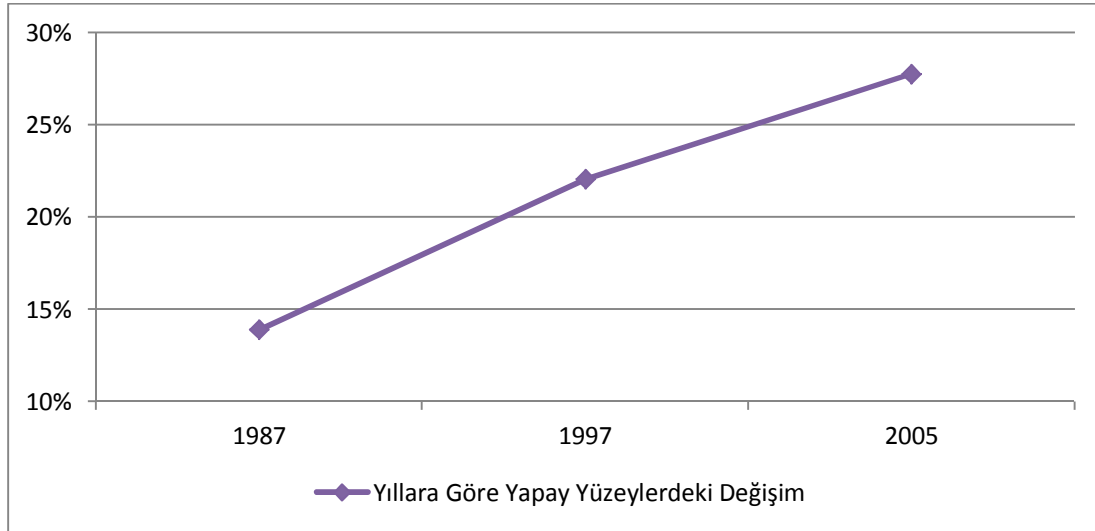
olarak elde edilir (6.41). b₁ = -5.09 negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için t = 1,...,5 değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2017 (t₄) ve 2027 (t₅) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.24'deki gibidir.

Çizelge 6.24 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 2).

Yıllar	tn = b ₀ + b ₁ .t	tn
2017	79.95 + 4. (-5.09)	t ₄ = % 59.59
2027	79.95 + 5. (-5.09)	t ₅ = % 54.50

6.3.2.2 Yapay yüzeyler

Şekil 6.9'da analiz 2 için yapay yüzeylerdeki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.9 : 1987, 1997 ve 2005 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.25'te verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal artan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.25 : 1987, 1997 ve 2005 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi.

	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1987	1	% 13.89	1	13.89	%14.30
1997	2	%22.07	4	44.14	% 21.66
2005	3	% 27.77	9	83.31	% 29.02
TOPLAM	6	63.73	14	141.34	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$63.73 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.42)$$

$$141.34 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.43)$$

$$-2(63.73) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.44)$$

$$-2(63.73) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.45)$$

$$141.34 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.46)$$

$$-127.46 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.47)$$

$$141.34 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.48)$$

$$13.88 = 2b_1 \rightarrow b_1 = 6.94 \quad (6.49)$$

$$63.73 = 3b_0 + 6 \cdot (6.94) \quad (6.50)$$

$$22.09 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 7.36 \quad (6.51)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1 \cdot t = 7.36 + ((1) \cdot (6.94)) \quad (6.52)$$

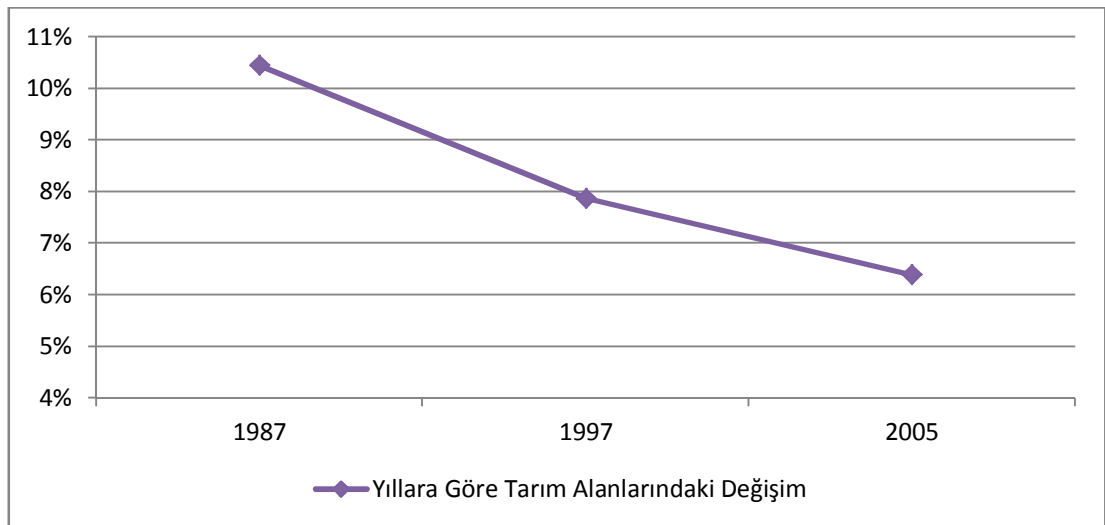
olarak elde edilir (6.52). $b_1 = 6.94$ pozitif bir değer olduğu için serinin trendi, artan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 5$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2017 (t_4) ve 2027 (t_5) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.26'da gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.26 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 2).

Yıllar	$t_n = b_0 + b_1 \cdot t$	t_n
2017	$7.36 + 4 \cdot (6.94)$	$t_4 = \% 36.38$
2027	$7.36 + 5 \cdot (6.94)$	$t_5 = \% 43.32$

6.3.2.3 Tarım alanları

Şekil 6.10'da analiz 2 için tarım alanlarındaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.10 : 1987, 1997 ve 2005 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.27’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.27 : 1987, 1997 ve 2005 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1987	1	% 10.45	1	10.45	% 10.27
1997	2	% 7.87	4	15.74	% 8.24
2005	3	% 6.39	9	19.17	% 6.21
TOPLAM	6	24.71	14	45.36	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$24.71 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.53)$$

$$45.36 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.54)$$

$$-2(24.71) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.55)$$

$$45.36 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.56)$$

$$-49.42 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.57)$$

$$45.36 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.58)$$

$$-4.06 = 2b_1 \rightarrow b_1 = -2.03 \quad (6.59)$$

$$24.71 = 3b_0 + 6 \cdot (-2.03) \quad (6.60)$$

$$36.89 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 12.30 \quad (6.61)$$

Denklem sonuçlarına göre t₁’in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 12.30 + ((1). (-2.03)) \quad (6.62)$$

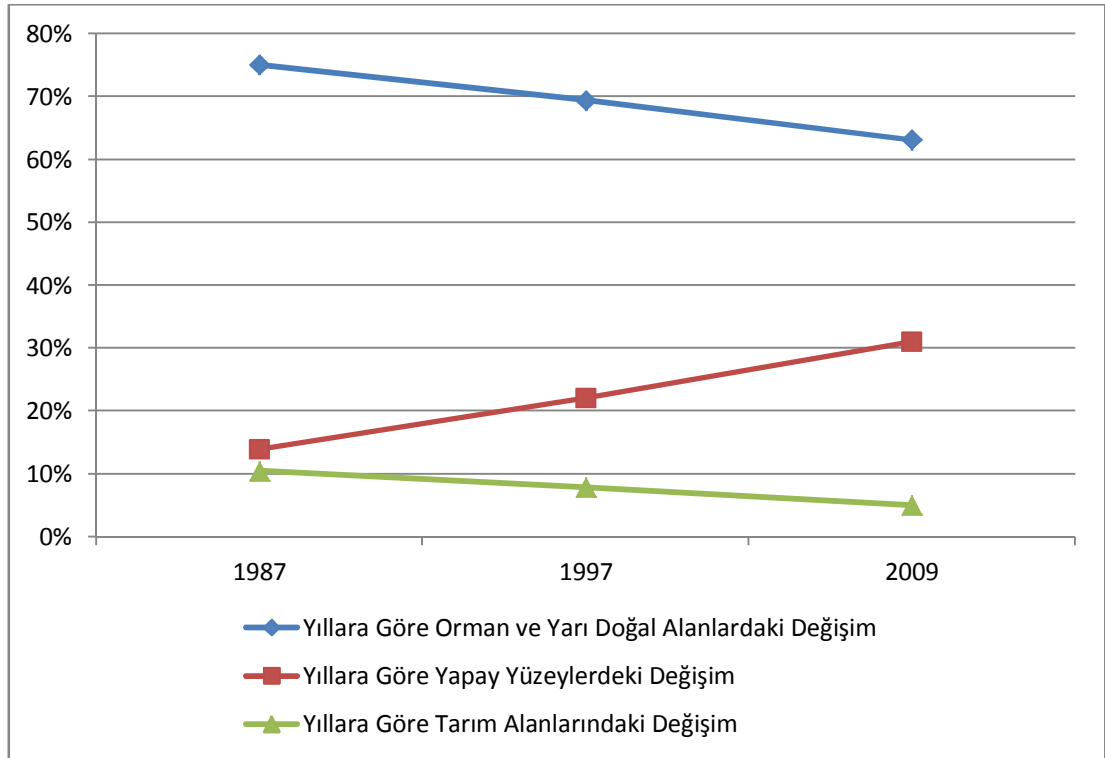
olarak elde edilir (6.62). b₁ = -2.03 negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için t = 1,...,5 değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2017 (t₄) ve 2027 (t₅) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.28’de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.28 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 2).

Yıllar	$t_n = b_0 + b_1.t$	t_n
2017	$12.30 + 4. (-2.03)$	$t_4 = \% 4.18$
2027	$12.30 + 5. (-2.03)$	$t_5 = \% 2.15$

6.3.3 Analiz 3 (1987 – 1997 – 2009 yılları için)

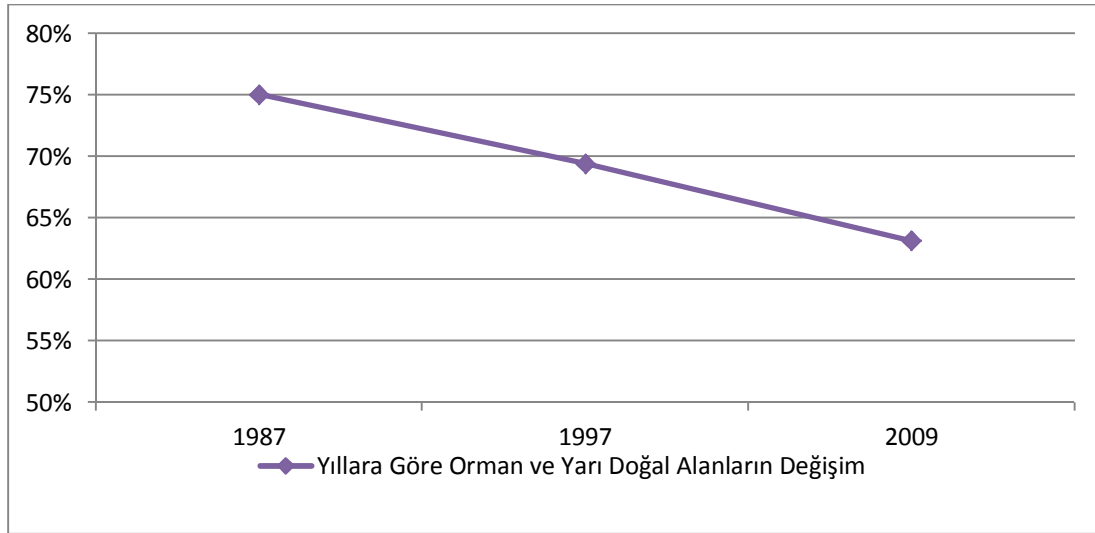
Bu analiz için aralık 10 yıl olarak belirlenmiştir. Ancak 2007 yılı mevcut olmadığı için 1987, 1997 ve 2009 yıllarından oluşturulan 22 yıllık bir veri seti ile çalışılmıştır. Bu analiz sonucunda 2017 ve 2027 yılları için tahmin yapılmıştır. Analiz sonucunda yapay yüzeylerde artış, orman ve yarı doğal alanlar ile tarım alanlarında azalma gözlenmiştir. Ancak analiz sonuçları kullanılabilir olarak kabul edilmemiştir. Bu analiz ile analiz ile , analiz 2’de olduğu gibi, düzeni aralıklarla oluşturulmayan veri setlerinden güvenilir sonuçlar elde etmenin mümkün olmadığını göstermek amaçlanmıştır. Şekil 6.11’de veri setine ait grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.11 : 1987, 1997 ve 2009 yıllarından oluşan veri seti.

6.3.3.1 Orman ve yarıdoğal alanlar

Şekil 6.12’de analiz 3 için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.12 : 1987, 1997 ve 2009 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.29’da verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.29 : 1987, 1997 ve 2009 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1987	1	% 75.04	1	75.04	% 75.15
1997	2	% 69.41	4	138.82	% 69.19
2009	3	% 63.13	9	189.39	% 63.23
TOPLAM	6	207.58	14	403.25	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$207.58 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.63)$$

$$403.25 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.64)$$

$$-2(207.58) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.65)$$

$$403.25 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.66)$$

$$-415.16 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.67)$$

$$403.25 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.68)$$

$$-11.91 = 2b_1 \rightarrow b_1 = -5.96 \quad (6.69)$$

$$207.58 = 3b_0 + 6 \cdot (-5.96) \quad (6.70)$$

$$243.34 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 81.11 \quad (6.71)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 81.11 + ((1). (-5.96)) \quad (6.72)$$

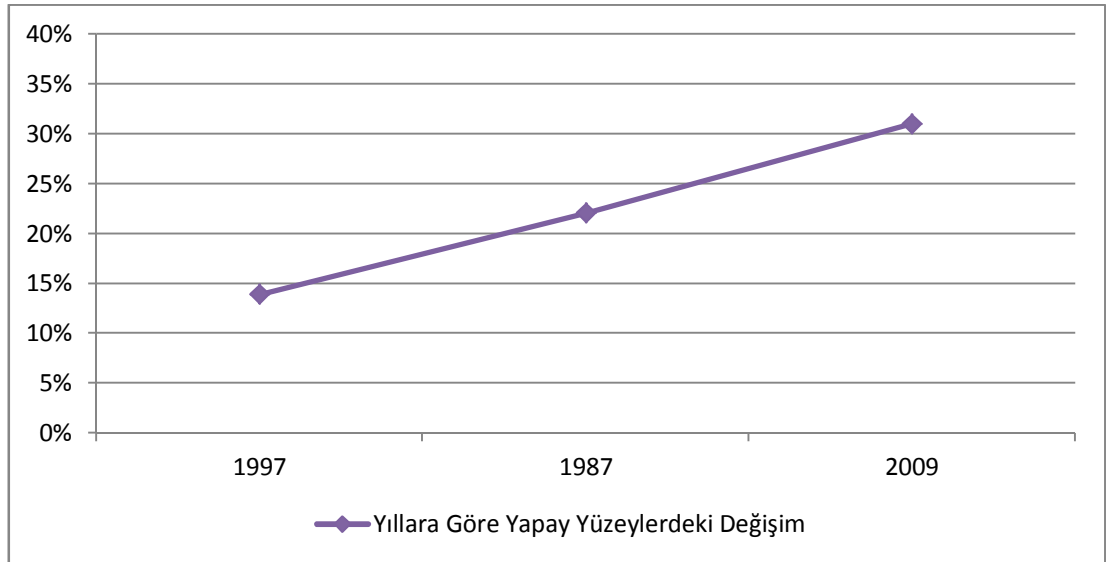
olarak elde edilir (6.72). $b_1 = -5.96$ negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 5$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_i hesaplanmıştır. Bu şekilde 2017 (t_4) ve 2027 (t_5) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.30'da gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.30 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 3).

Yıllar	$t_n = b_0 + b_1.t$	t_n
2017	$81.11 + 4 \cdot (-5.96)$	$t_4 = \% 57.27$
2027	$81.11 + 5 \cdot (-5.96)$	$t_5 = \% 51.31$

6.3.3.2 Yapay yüzeyler

Şekil 6.13'de analiz 3 için yapay yüzeylerdeki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.13 : 1987, 1997 ve 2009 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.31'de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal artan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.31 : 1987, 1997 ve 2009 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _i =b ₀ +b ₁ .t
1987	1	% 13.89	1	13.89	% 13.76
1997	2	% 22.07	4	44.14	% 22.33
2009	3	%31.02	9	93.06	% 30.90
TOPLAM	6	66.98	14	151.09	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$66.98 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.73)$$

$$151.09 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.74)$$

$$-2(66.98) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.75)$$

$$-2(66.98) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.76)$$

$$151.09 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.77)$$

$$- 133.96 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.78)$$

$$151.09 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.79)$$

$$17.13 = 2b_1 \rightarrow b_1 = 8.57 \quad (6.80)$$

$$66.98 = 3b_0 + 6 \cdot (8.57) \quad (6.81)$$

$$15.56 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 5.19 \quad (6.82)$$

Denklem sonuçlarına göre t₁'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 5.19 + ((1). (8.57)) \quad (6.83)$$

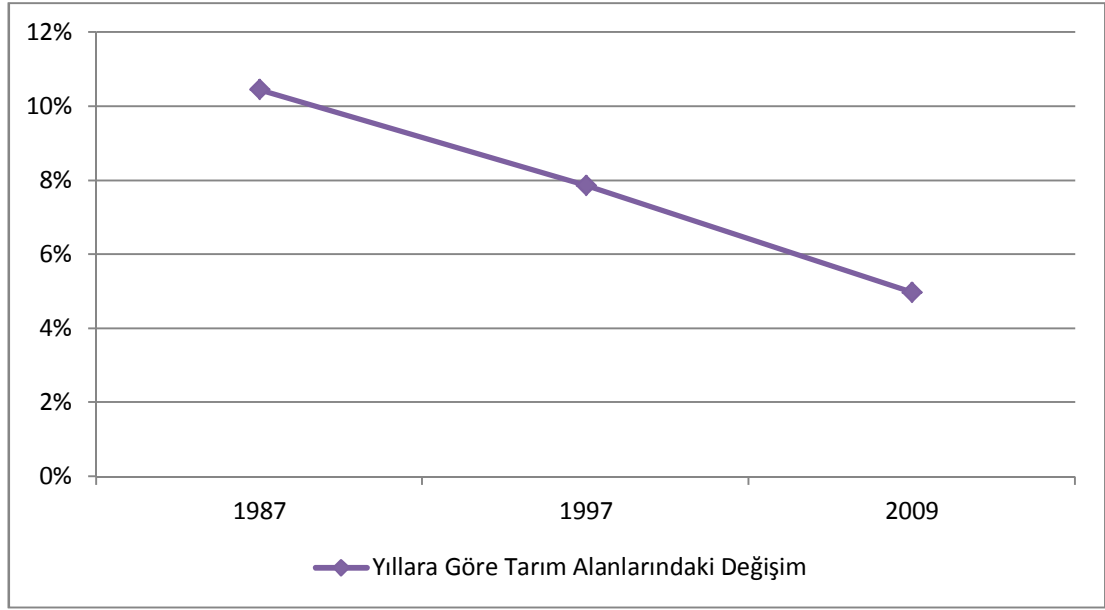
olarak elde edilir **(6.83)**. b₁ = 8.57 pozitif bir değer olduğu için serinin trendi, artan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için t = 1,...,5 değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_i hesaplanmıştır. Bu şekilde 2017 (t₄) ve 2027 (t₅) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.32'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.32 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 3).

Yıllar	$t_n = b_0 + b_1.t$	t_n
2017	$5.19 + 4. (8.57)$	$t_4 = \% 39.47$
2027	$5.19 + 5. (8.57)$	$t_5 = \% 48.04$

6.3.3.3 Tarım alanları

Şekil 6.14’de analiz 3 için tarım alanlarındaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.14 : 1987, 1997 ve 2009 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.33’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.33 : 1987, 1997 ve 2009 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y_t	t^2	$t.y_t$	$t_t=b_0+b_1.t$
1987	1	% 10.45	1	10.45	% 10.51
1997	2	% 7.87	4	15.74	% 7.77
2009	3	% 4.98	9	14.94	% 5.03
TOPLAM	6	23.30	14	41.13	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$23.30 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.84)$$

$$41.13 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.85)$$

$$-2(23.30) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.86)$$

$$41.13 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.87)$$

$$- 46.60 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.88)$$

$$41.13 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.89)$$

$$-5.47 = 2b_1 \rightarrow b_1 = -2.74 \quad (6.90)$$

$$23.30 = 3b_0 + 6 \cdot (-2.74) \quad (6.91)$$

$$39.74 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 13.25 \quad (6.92)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1 \cdot t = 13.25 + ((1) \cdot (-2.74)) \quad (6.93)$$

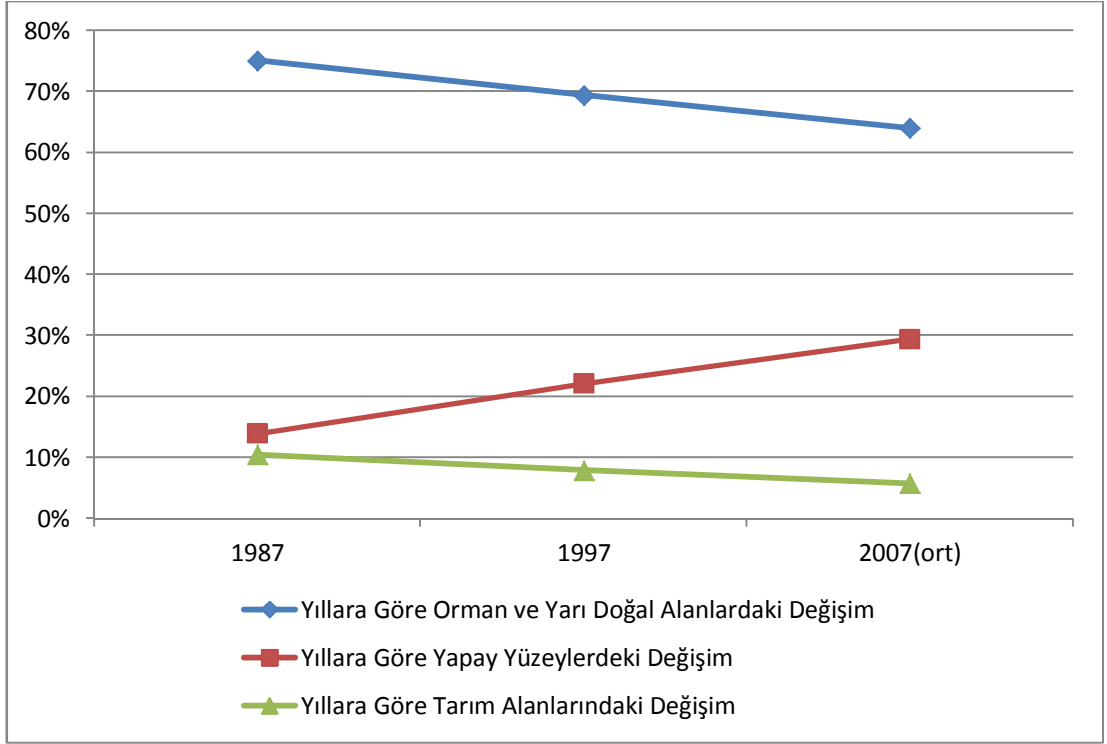
olarak elde edilir (6.93). $b_1 = -2.74$ negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 4$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_i hesaplanmıştır. Bu şekilde 2017 (t_4) , 2027 (t_5) yılları için tahmin değeri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.34'te gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.34 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 3).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1 \cdot t$	tn
2017	$13.25 + 4 \cdot (-2.74)$	$t_4 = \% 2.29$
2027	$13.25 + 5 \cdot (-2.74)$	$t_5 = \% 0.00$

6.3.4 Analiz 4 (1987 – 1997 – 2007^{Ort} yılları için)

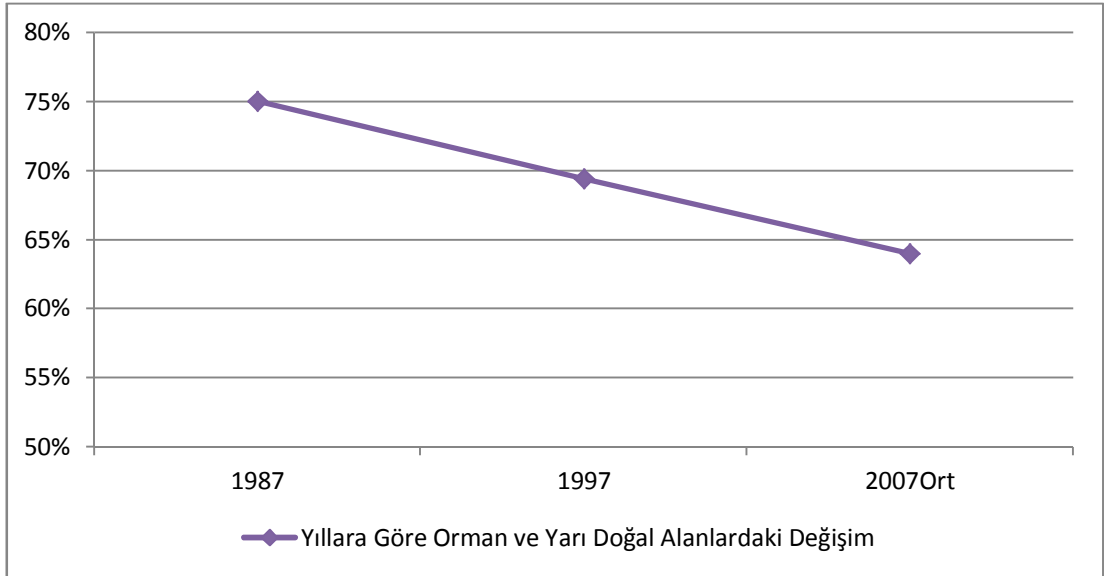
Bu analiz için aralık 10 yıl olarak belirlenmiştir. Ancak, 2007 yılı mevcut olmadığı için 2005 ve 2009 yıllarına ait verilerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Bu sayede veri setinin istenildiği gibi 10 yıl aralıkla oluşturulması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu şekilde 2017 ve 2027 yılları için tahmin yapılmıştır. Şekil 6.15'de veri setine ait grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.15 : 1987, 1997 ve 2007^{ort} yıllarından oluşan veri seti.

6.3.4.1 Orman ve yarı doğal alanlar

Şekil 6.16'da analiz 4 için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.16 : 1987, 1997 ve 2007^{ort} yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.35'te verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.35 : 1987, 1997 ve 2007^{ort} yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1987	1	% 75.04	1	75.04	% 75.00
1997	2	% 69.41	4	138.82	% 69.48
2007 ^{ort}	3	% 64.00	9	192.00	% 63.96
TOPLAM	6	208.45	14	405.86	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$208.45 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.94)$$

$$405.86 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.95)$$

$$-2(208.45) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.96)$$

$$405.86 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.97)$$

$$- 416.90 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.98)$$

$$405.86 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.99)$$

$$-11.04 = 2b_1 \rightarrow b_1 = -5.52 \quad (6.100)$$

$$208.45 = 3b_0 + 6 \cdot (-5.52) \quad (6.101)$$

$$241.57 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 80.52 \quad (6.102)$$

Denklem sonuçlarına göre t₁'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 80.52 + ((1). (-5.52)) \quad (6.103)$$

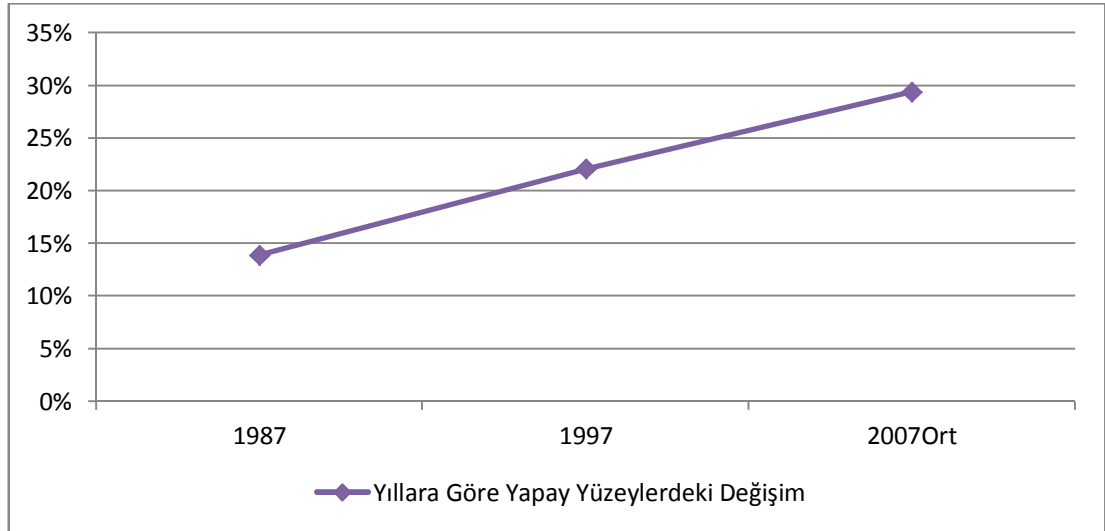
olarak elde edilir **(6.103)**. b₁ = -5.52 negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için t = 1,...,5 değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2017 (t₄) ve 2027 (t₅) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.36'da gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.36 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 4).

Yıllar	tn = b ₀ + b ₁ .t	tn
2017	80.52 + 4. (-5.52)	t ₄ = % 58.44
2027	80.52 + 5. (-5.52)	t ₅ = % 52.92

6.3.4.2 Yapay yüzeyler

Şekil 6.17’de analiz 4 için yapay yüzeylerdeki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.17 : 1987, 1997 ve 2007^{ort} yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.37’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal artan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.37 : 1987, 1997 ve 2007^{ort} yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1987	1	% 13.89	1	13.89	% 14.03
1997	2	% 22.07	4	44.14	% 21.79
2007 ^{Ort}	3	% 29.40	9	88.20	% 29.55
TOPLAM	6	65.36	14	146.23	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$65.36 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.104)$$

$$146.23 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.105)$$

$$-2(65.36) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.106)$$

$$146.23 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.107)$$

$$- 130.72 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.108)$$

$$146.23 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.109)$$

$$15.51 = 2b_1 \rightarrow b_1 = 7.76 \quad (6.110)$$

$$65.36 = 3b_0 + 6 \cdot (7.76) \quad (6.111)$$

$$18.80 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 6.27 \quad (6.112)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 6.27 + ((1). (7.76)) \quad (6.113)$$

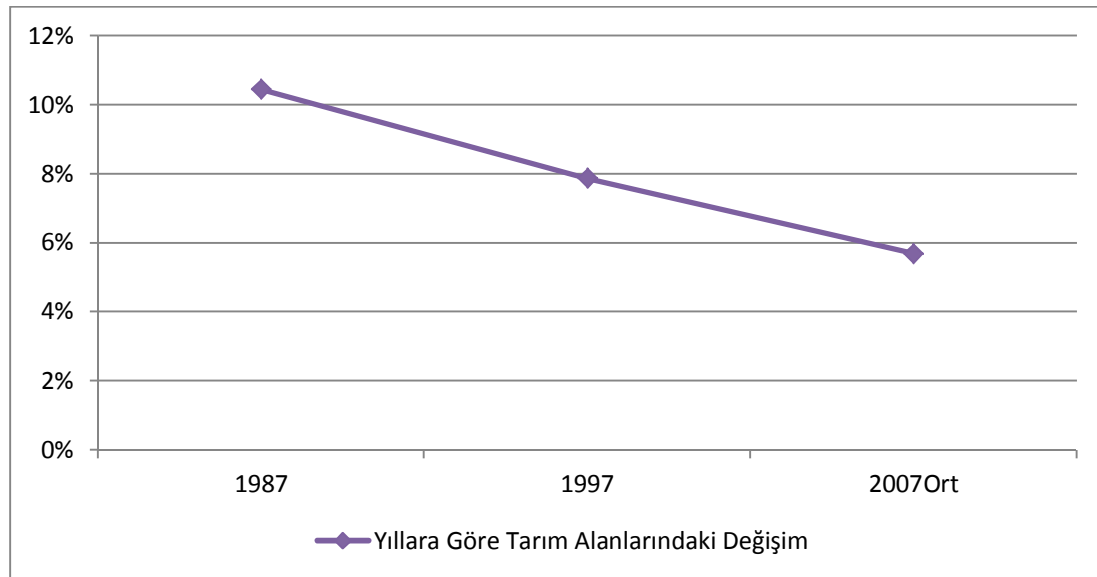
olarak elde edilir (6.111). $b_1 = 6.27$ pozitif bir değer olduğu için serinin trendi, artan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 5$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_i hesaplanmıştır. Bu şekilde 2017 (t_4) ve 2027 (t_5) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.38'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.38 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 4).

Yıllar	$t_n = b_0 + b_1.t$	t_n
2017	$6.27 + 4. (7.76)$	$t_4 = \% 37.31$
2027	$6.27 + 5. (7.76)$	$t_5 = \% 45.07$

6.3.4.3 Tarım alanları

Şekil 6.18'de analiz 4 için tarım alanlarındaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.18 : 1987, 1997 ve 2007^{ort} yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.39’da verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.39 : 1987, 1997 ve 2007^{Ort} yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1987	1	% 10.45	1	10.45	% 10.38
1997	2	% 7.87	4	15.74	% 8.00
2007 ^{Ort}	3	% 5.69	9	17.07	% 5.62
TOPLAM	6	24.01	14	43.26	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$24.01 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.114)$$

$$43.26 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.115)$$

$$-2(24.01) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.116)$$

$$43.26 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.117)$$

$$- 48.02 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.118)$$

$$43.26 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.119)$$

$$- 4.76 = 2b_1 \rightarrow b_1 = - 2.38 \quad (6.120)$$

$$24.01 = 3b_0 + 6 \cdot (-2.38) \quad (6.121)$$

$$38.29 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 12.76 \quad (6.122)$$

Denklem sonuçlarına göre t₁’in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 12.76 + ((1). (-2.38)) \quad (6.123)$$

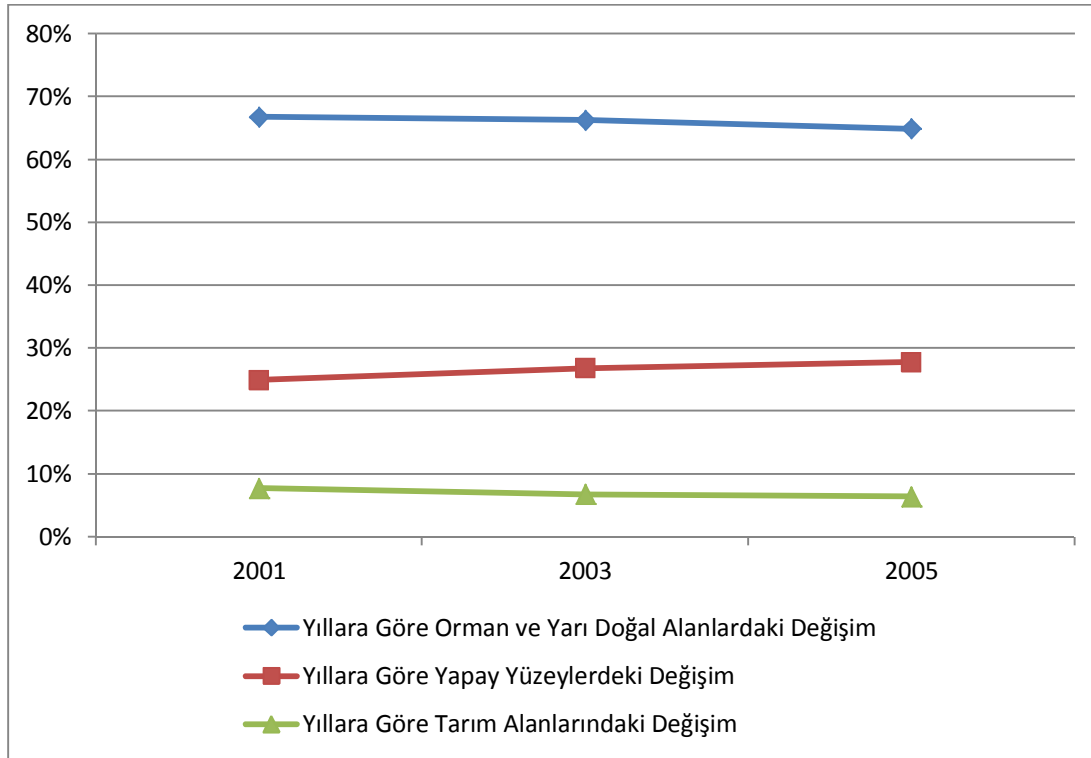
olarak elde edilir (6.123). b₁ = -2.38 negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için t = 1,...,5 değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2017 (t₄) ve 2027 (t₅) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.40’da gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.40 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 4).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1.t$	tn
2017	$12.76 + 4. (-2.38)$	$t_4 = \% 3.24$
2027	$12.76 + 5. (-2.38)$	$t_5 = \% 0.86$

6.3.5 Analiz 5 (2001 – 2003 – 2005 yılları için)

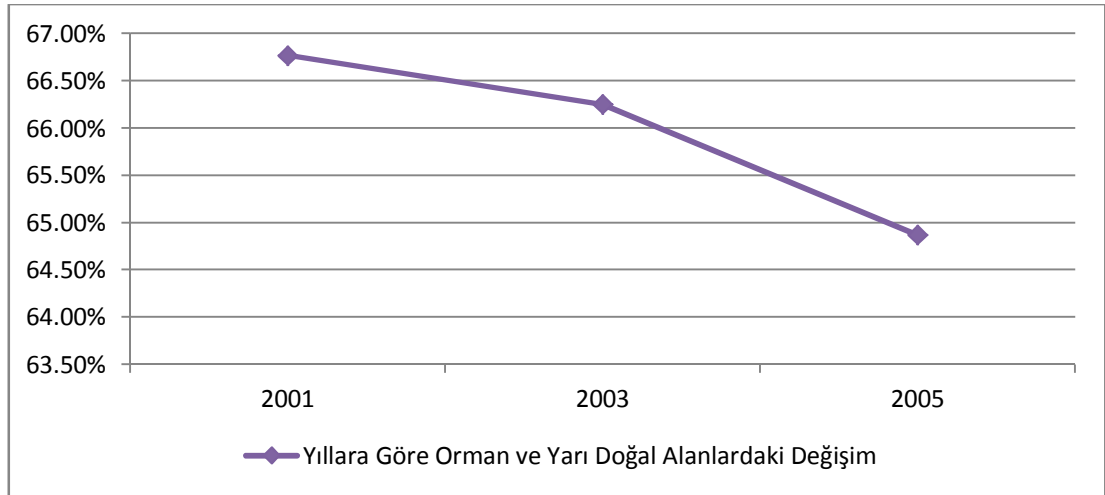
Bu analiz için 2 yıl aralıkla 2001, 2003 ve 2005 yıllarından oluşan 4 yıllık bir veri seti oluşturulmuştur. Veri setlerinin en az 7 yıllık oluşturulması uygun görüldüğü halde, eldeki verilerle 2007 yılını tahminleyebilmek ve bundan önceki analizlerle karşılaştırma yapabilmek amacıyla bu veri seti ile çalışılmasına karar verilmiştir. Bu şekilde 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023, 2025, 2027, ve 2029 yılları için tahmin yapılmıştır. Bu analiz sonucunda yapay yüzeyler sınıfında artış gözlenirken, orman ve yarı doğal alanlar ile tarım alanları sınıflarında azalma gözlenmiştir. Şekil 6.19’da veri setine ait grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.19 : 2001, 2003 ve 2005 yıllarından oluşan veri seti.

6.3.5.1 Orman ve yarı doğal alanlar

Şekil 6.20’de analiz 5 için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.20 : 2001, 2003 ve 2005 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.41’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.41 : 2001, 2003 ve 2005 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
2001	1	% 66.77	1	66.77	% 66.91
2003	2	% 66.23	4	132.50	% 65.96
2005	3	% 64.87	9	194.61	% 65.01
TOPLAM	6	197.89	14	393.88	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$197.89 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.124)$$

$$393.88 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.125)$$

$$-2(197.89) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.126)$$

$$393.88 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.127)$$

$$- 395.78 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.128)$$

$$393.88 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.129)$$

$$- 1.90 = 2b_1 \rightarrow b_1 = - 0.95 \quad (6.130)$$

$$197.89 = 3b_0 + 6 \cdot (-0.95) \quad (6.131)$$

$$203.59 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 67.86 \quad (6.132)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1 \cdot t = 67.86 + ((1) \cdot (-0.95)) \quad (6.133)$$

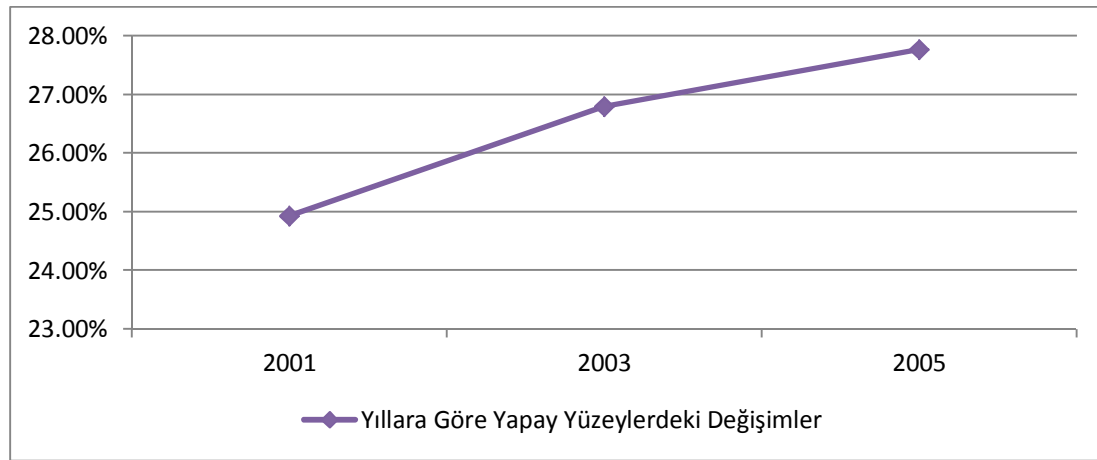
olarak elde edilir (6.133). $b_1 = -0.95$ negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 9$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2007 (t_4), 2009 (t_5), 2011 (t_6), 2013 (t_7), 2015 (t_8), 2017 (t_9), 2019 (t_{10}), 2021 (t_{11}), 2023 (t_{12}), 2025 (t_{13}), 2027 (t_{14}) ve 2029 (t_{15}) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.42'deki gibidir.

Çizelge 6.42 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 5).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1 \cdot t$	tn
2007	$67.86 + 4 \cdot (-0.95)$	$t_4 = \% 64.06$
2009	$67.86 + 5 \cdot (-0.95)$	$t_5 = \% 63.11$
2011	$67.86 + 7 \cdot (-0.95)$	$t_6 = \% 62.16$
2013	$67.86 + 7 \cdot (-0.95)$	$t_7 = \% 61.21$
2015	$67.86 + 8 \cdot (-0.95)$	$t_8 = \% 60.26$
2017	$67.86 + 9 \cdot (-0.95)$	$t_9 = \% 59.31$
2021	$67.86 + 11 \cdot (-0.95)$	$t_{11} = \% 57.45$
2025	$67.86 + 13 \cdot (-0.95)$	$t_{13} = \% 55.55$
2027	$67.86 + 14 \cdot (-0.95)$	$t_{14} = \% 54.60$
2029	$67.86 + 14 \cdot (-0.95)$	$t_{15} = \% 53.65$

6.3.5.2 Yapay yüzeyler

Şekil 6.21'de analiz 5 için yapay yüzeylerdeki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.21 : 2001, 2003 ve 2005 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.43’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal artan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.43 : 2001, 2003 ve 2005 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
2001	1	% 24.93	1	24.93	% 25.08
2003	2	% 26.80	4	53.60	% 26.50
2005	3	% 27.77	9	83.31	% 27.92
TOPLAM	6	79.50	14	161.84	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$79.50 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.134)$$

$$161.84 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.135)$$

$$-2(79.50) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.136)$$

$$161.84 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.137)$$

$$- 159.00 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.138)$$

$$161.84 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.139)$$

$$2.84 = 2b_1 \rightarrow b_1 = 1.42 \quad (6.140)$$

$$79.50 = 3b_0 + 6 \cdot (1.42) \quad (6.141)$$

$$70.98 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 23.66 \quad (6.142)$$

Denklem sonuçlarına göre t₁’in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 23.66 + ((1). (1.42)) \quad (6.143)$$

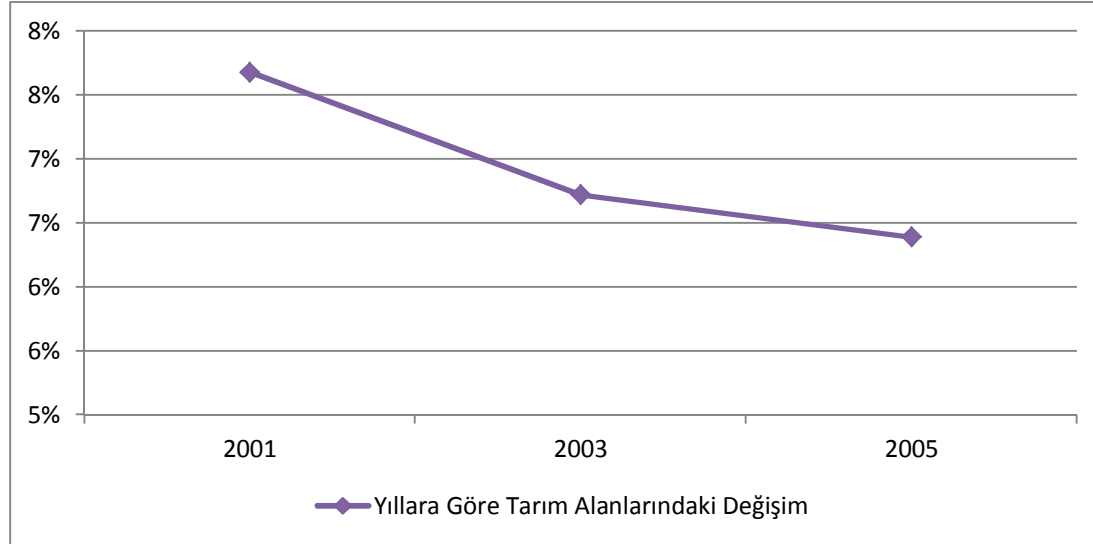
olarak elde edilir **(6.143)**. b₁ = 1.42 pozitif bir değer olduğu için serinin trendi, artan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için t = 1,...,9 değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2007 (t₄), 2009 (t₅), 2011 (t₆), 2013 (t₇), 2015 (t₈), 2017 (t₉), 2019 (t₁₀), 2021 (t₁₁), 2023 (t₁₂), 2025 (t₁₃), 2027 (t₁₄) ve 2029 (t₁₅) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.44’deki gibidir.

Çizelge 6.44 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 5).

Yıllar	$t_n = b_0 + b_1.t$	t_n
2007	$23.66 + 4. (1.42)$	$t_4 = \% 29.34$
2009	$23.66 + 5. (1.42)$	$t_5 = \% 30.76$
2011	$23.66 + 6. (1.42)$	$t_6 = \% 32.18$
2013	$23.66 + 7. (1.42)$	$t_7 = \% 33.60$
2015	$23.66 + 8. (1.42)$	$t_8 = \% 35.02$
2017	$23.66 + 9. (1.42)$	$t_9 = \% 36.44$
2021	$23.66 + 11. (1.42)$	$t_{11} = \% 39.28$
2025	$23.66 + 13. (1.42)$	$t_{13} = \% 42.12$
2027	$23.66 + 14. (1.42)$	$t_{14} = \% 43.54$
2029	$23.66 + 15. (1.42)$	$t_{15} = \% 44.96$

6.3.5.3 Tarım alanları

Şekil 6.22’de analiz 5 için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.22 : 2001, 2003 ve 2005 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.45’te verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.45 : 2001, 2003 ve 2005 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y_t	t^2	$t.y_t$	$t_t = b_0 + b_1.t$
2001	1	% 7.68	1	7.68	% 7.58
2003	2	% 6.72	4	13.44	% 6.93
2005	3	% 6.39	9	19.17	% 6.28
TOPLAM	6	20.79	14	40.29	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$20.79 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.144)$$

$$40.29 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.145)$$

$$-2(20.79) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.146)$$

$$40.29 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.147)$$

$$- 41.58 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.148)$$

$$40.29 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.149)$$

$$- 1.29 = 2b_1 \rightarrow b_1 = - 0.65 \quad (6.150)$$

$$20.79 = 3b_0 + 6 \cdot (- 0.65) \quad (6.151)$$

$$24.69 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 8.23 \quad (6.152)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 8.23 + ((1). (- 0.65)) \quad (6.153)$$

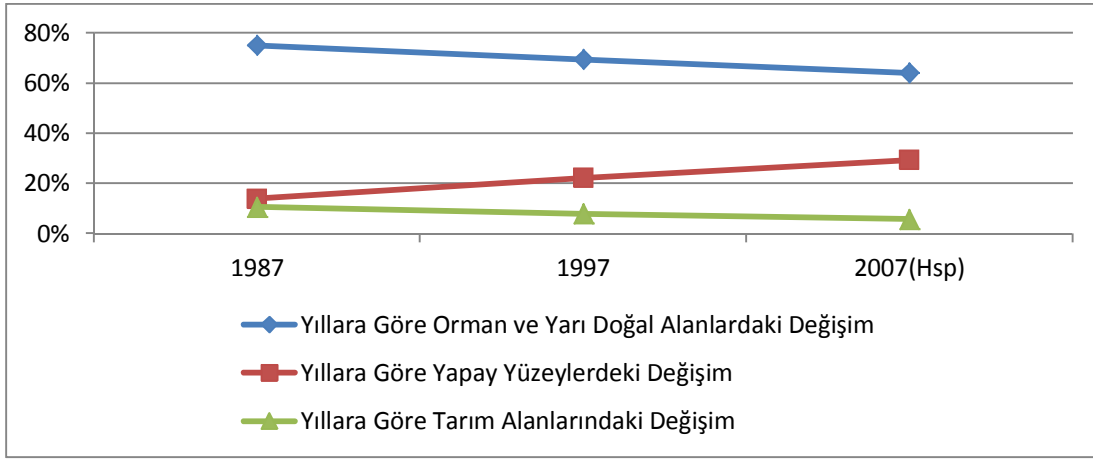
olarak elde edilir **(6.153)**. $b_1 = - 0.65$ negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 9$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_i hesaplanmıştır. Bu şekilde 2007 (t_4), 2009 (t_5), 2011 (t_6), 2013 (t_7), 2015 (t_8), 2017 (t_9), 2019 (t_{10}), 2021 (t_{11}), 2023 (t_{12}), 2025 (t_{13}), 2027 (t_{14}) ve 2029 (t_{15}) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.46'daki gibidir.

Çizelge 6.46 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 5).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1.t$	tn
2007	$8.23 + 4. (- 0.65)$	$t_4 = \% 5.63$
2009	$8.23 + 5. (- 0.65)$	$t_5 = \% 4.33$
2011	$8.23 + 6. (- 0.65)$	$t_6 = \% 4.98$
2013	$8.23 + 7. (- 0.65)$	$t_7 = \% 3.68$
2015	$8.23 + 8. (- 0.65)$	$t_8 = \% 3.03$
2017	$8.23 + 9. (- 0.65)$	$t_9 = \% 2.38$
2021	$8.23 + 11. (- 0.65)$	$t_{11} = \% 1.08$
2025	$8.23 + 13. (- 0.65)$	$t_{13} = \% 0.00$
2027	$8.23 + 14. (- 0.65)$	$t_{14} = \% 0.00$
2029	$8.23 + 15. (- 0.65)$	$t_{15} = \% 0.00$

6.3.6 Analiz 6 (1987 – 1997 – 2007^{Hsp} yılları için)

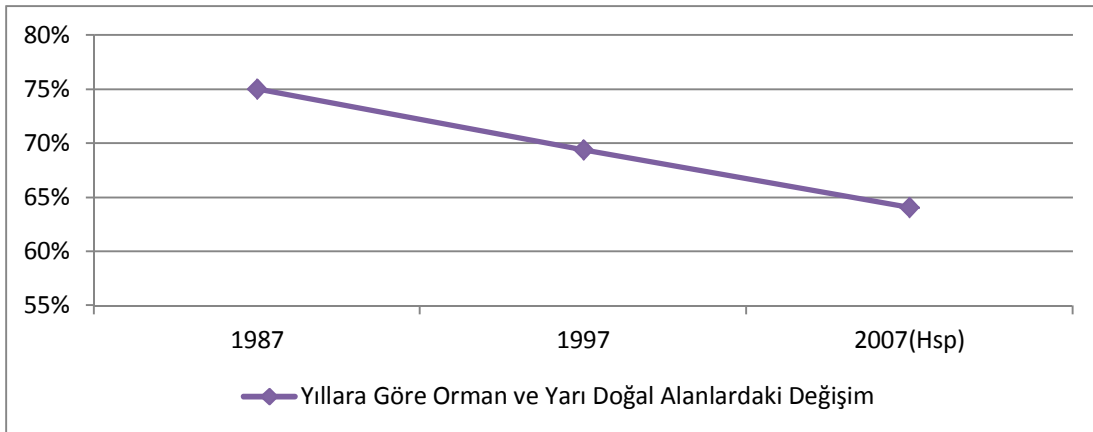
Bu analiz için aralık 10 yıl olarak belirlenmiştir. Ancak, 2007 yılı mevcut olmadığı için bir önceki analizde tahmin edilen 2007 yılı değerleri hesap işlemine dahil edilmiştir. Bu sayede veri setinin istenildiği gibi 10 yıl aralıkla oluşturulması sağlanmaya çalışılmıştır. Tahmin değerleri ile 1987 ve 1997 yıllarına ait veriler birleştirilerek oluşturulan set ile çalışılmıştır. Bu şekilde 2017 ve 2027 yılları için tahmin yapılmıştır. Daha sonra gerçekleştirilen standart sapma ve güven aralığı hesaplarında, 2007 yılına ait değerlerin trend analizi hesapları sonucunda elde edilmiş olması sebebiyle bu analizin sonuçları dikkate alınmıştır. Şekil 6.23’de veri setine ait grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.23 : 1987, 1997 ve 2007^{Hsp} yıllarından oluşan veri seti.

6.3.6.1 Orman ve yarı doğal alanlar

Şekil 6.24’de analiz 6 için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.24 : 1987, 1997 ve 2007^{Hsp} yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.47’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.47 : 1987, 1997 ve 2007^{Hsp} yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1987	1	% 75.04	1	75.04	% 74.99
1997	2	% 69.41	4	138.82	% 69.50
2007 ^{Hsp}	3	% 64.06	9	192.18	% 64.01
TOPLAM	6	208.51	14	406.04	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$208.51 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.154)$$

$$406.04 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.155)$$

$$-2(208.51) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.156)$$

$$406.04 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.157)$$

$$- 417.02 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.158)$$

$$406.04 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.159)$$

$$- 10.98 = 2b_1 \rightarrow b_1 = - 5.49 \quad (6.160)$$

$$208.51 = 3b_0 + 6 . (- 5.49) \quad (6.161)$$

$$241.45 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 80.48 \quad (6.162)$$

Denklem sonuçlarına göre t₁’in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 80.48 + ((1). (- 5.49)) \quad (6.163)$$

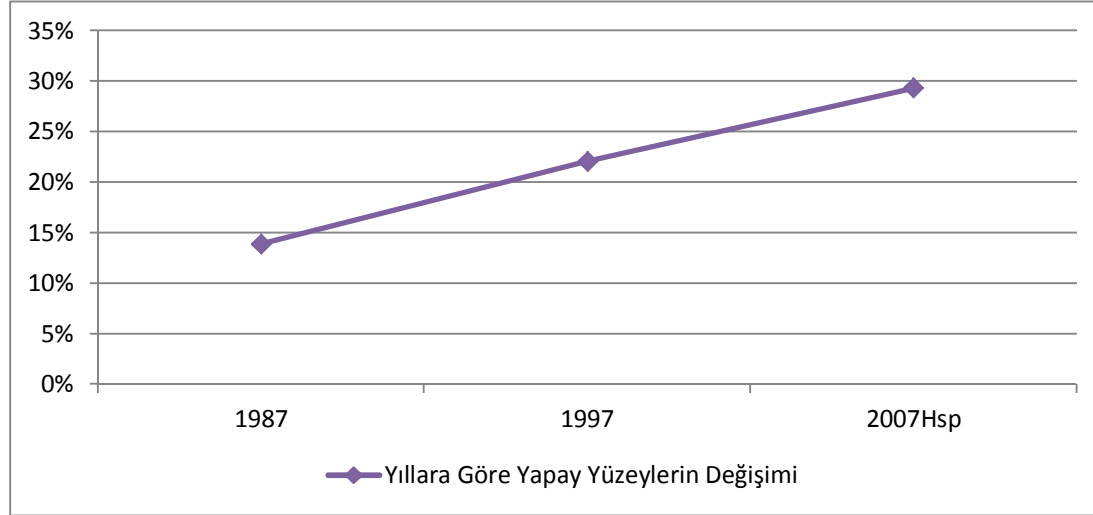
olarak elde edilir **(6.163)**. b₁ = - 5.49 negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için t = 1,...,5 değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2017 (t₄), ve 2027 (t₅) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.48’de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.48 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 6).

Yıllar	$t_n = b_0 + b_1.t$	t_n
2017	$80.48 + 4. (-5.49)$	$t_4 = \% 58.52$
2027	$80.48 + 5. (-5.49)$	$t_5 = \% 53.03$

6.3.6.2 Yapay yüzeyler

Şekil 6.25’de analiz 6 için yapay yüzeylerdeki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.25 : 1987, 1997 ve 2007^{Hsp} yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.49’da verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal artan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.49 : 1987, 1997 ve 2007^{Hsp} yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y_t	t^2	$t.y_t$	$t_t = b_0 + b_1.t$
1987	1	% 13.89	1	13.89	% 14.04
1997	2	% 22.07	4	44.14	% 21.77
2007 ^{Hsp}	3	% 29.34	9	88.02	% 29.50
TOPLAM	6	65.30	14	146.05	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$65.30 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.164)$$

$$146.05 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.165)$$

$$-2(65.30) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.166)$$

$$146.05 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.167)$$

$$- 130.60 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.168)$$

$$146.05 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.169)$$

$$15.45 = 2b_1 \rightarrow b_1 = 7.73 \quad (6.170)$$

$$65.30 = 3b_0 + 6 \cdot (7.73) \quad (6.171)$$

$$18.92 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 6.31 \quad (6.172)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1 \cdot t = 6.31 + ((1) \cdot (7.73)) \quad (6.173)$$

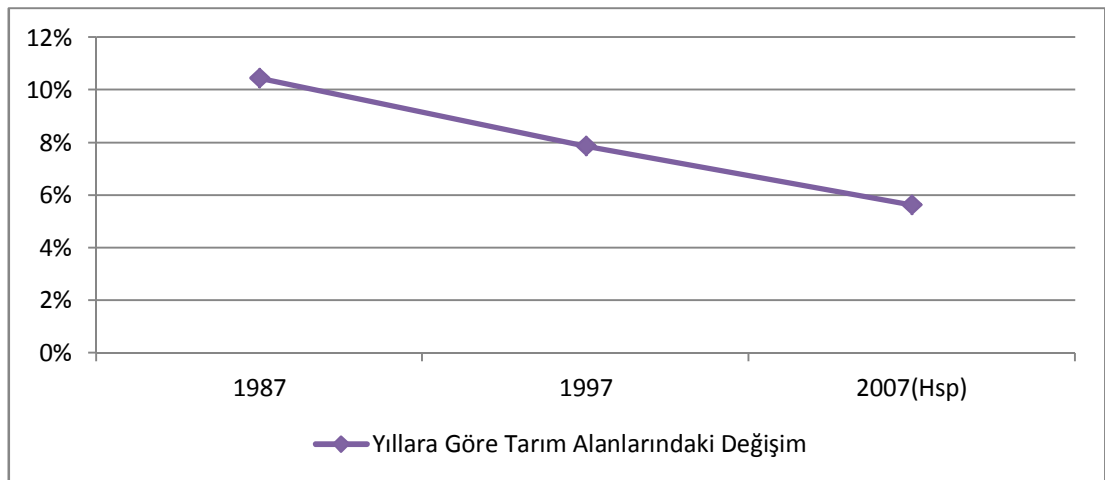
olarak elde edilir (6.173). $b_1 = 6.31$ pozitif bir değer olduğu için serinin trendi, artan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 5$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_i hesaplanmıştır. Bu şekilde 2017 (t_4), ve 2027 (t_5) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.50'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.50 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 6).

Yıllar	$t_n = b_0 + b_1 \cdot t$	t_n
2017	$6.31 + 4 \cdot (7.73)$	$t_4 = \% 37.23$
2027	$6.31 + 5 \cdot (7.73)$	$t_5 = \% 44.96$

6.3.6.3 Tarım alanları

Şekil 6.26'da analiz 6 için tarım alanlarındaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.26 : 1987, 1997 ve 2007^{Hsp} yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.51’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.51 : 1987, 1997 ve 2007^{Hsp} yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1987	1	% 10.45	1	10.45	% 10.40
1997	2	% 7.87	4	15.74	% 7.99
2007 ^{Hsp}	3	% 5.64	9	16.92	% 5.58
TOPLAM	6	23.96	14	43.11	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$23.96 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.174)$$

$$43.11 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.175)$$

$$-2(23.96) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.176)$$

$$43.11 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.177)$$

$$- 47.92 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.178)$$

$$43.11 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.179)$$

$$- 4.81 = 2b_1 \rightarrow b_1 = - 2.41 \quad (6.180)$$

$$23.96 = 3b_0 + 6 . (- 2.41) \quad (6.181)$$

$$38.42 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 12.81 \quad (6.182)$$

Denklem sonuçlarına göre t₁’in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 12.81 + ((1). (- 2.41)) \quad (6.183)$$

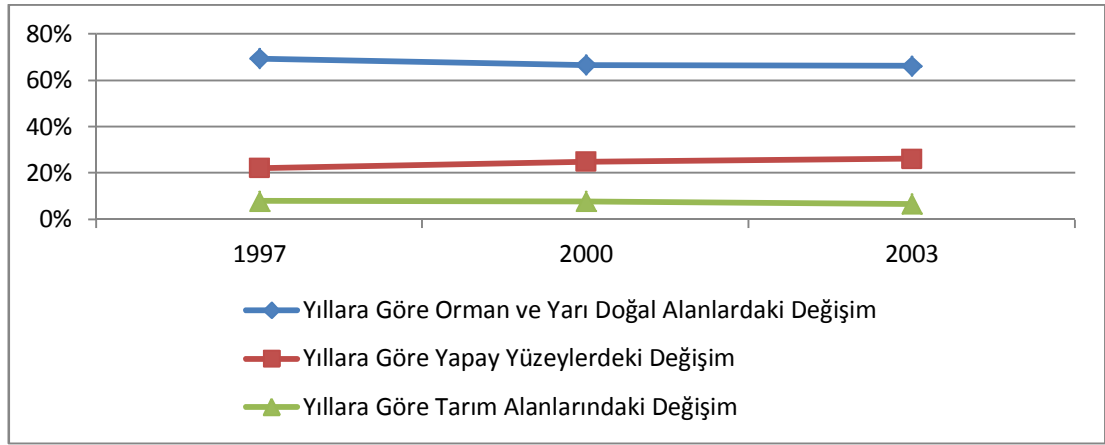
olarak elde edilir **(6.183)**. b₁ = - 2.41 negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için t = 1,...,5 değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2017 (t₄), ve 2027 (t₅) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.52’de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.52 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 6).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1.t$	tn
2017	$12.81 + 4. (- 2.41)$	$t_4 = \% 3.17$
2027	$12.81 + 5. (- 2.41)$	$t_5 = \% 0.76$

6.3.7 Analiz 7 (1997 – 2000 - 2003 yılları için)

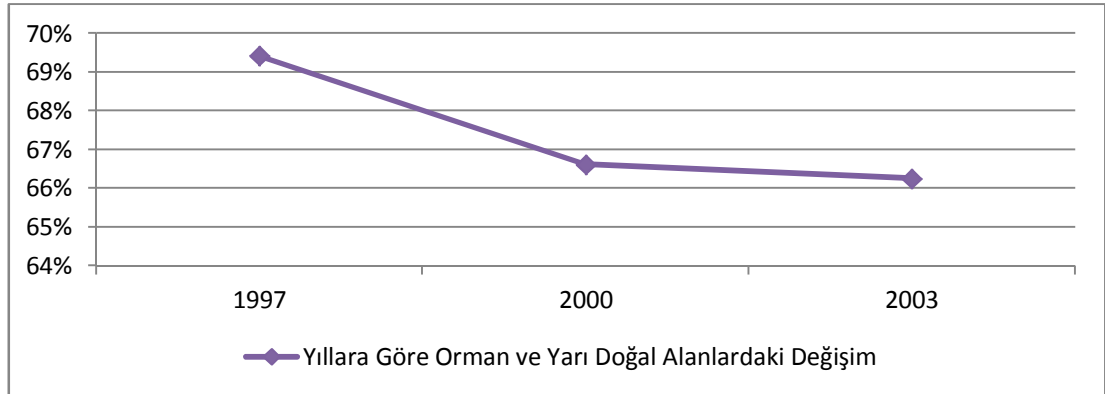
Bu analiz için 3 yıl aralıklı 1997, 2000 ve 2003 yılları ile 6 yıllık bir veri seti oluşturulmuştur. Bu analiz sonucunda elde edilecek tahmin değerlerinin yöntemin uygulanmasına yönelik yapılan bu örnek çalışmaya katkı sağlaması beklenmiştir. Bu sebeple, 7 yıldan kısa olmasına rağmen bu veri seti ile çalışılmasına karar verilmiştir. Bu şekilde 2006, 2009, 2012, 2015, 2018, 2021, 2024, 2027 ve 2030 yılları için tahmin yapılmıştır. Şekil 6.27’de veri setine ait grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.27 : 1997, 2000 ve 2003 yıllarından oluşan veri seti.

6.3.7.1 Orman ve yarı doğal alanlar

Şekil 6.28’de analiz 7 için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.28 : 1997, 2000 ve 2003 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.53’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.53 : 1997, 2000 ve 2003 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1997	1	% 69.41	1	69.41	% 69.00
2000	2	% 66.61	4	133.22	% 67.42
2003	3	% 66.25	9	198.75	% 65.84
TOPLAM	6	202.27	14	401.38	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$202.27 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.184)$$

$$401.38 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.185)$$

$$-2(202.27) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.186)$$

$$401.38 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.187)$$

$$- 404.54 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.188)$$

$$401.38 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.189)$$

$$- 3.16 = 2b_1 \rightarrow b_1 = - 1.58 \quad (6.190)$$

$$202.27 = 3b_0 + 6 \cdot (- 1.58) \quad (6.191)$$

$$211.75 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 70.58 \quad (6.192)$$

Denklem sonuçlarına göre t₁’in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 70.58 + ((1). (- 1.58)) \quad (6.193)$$

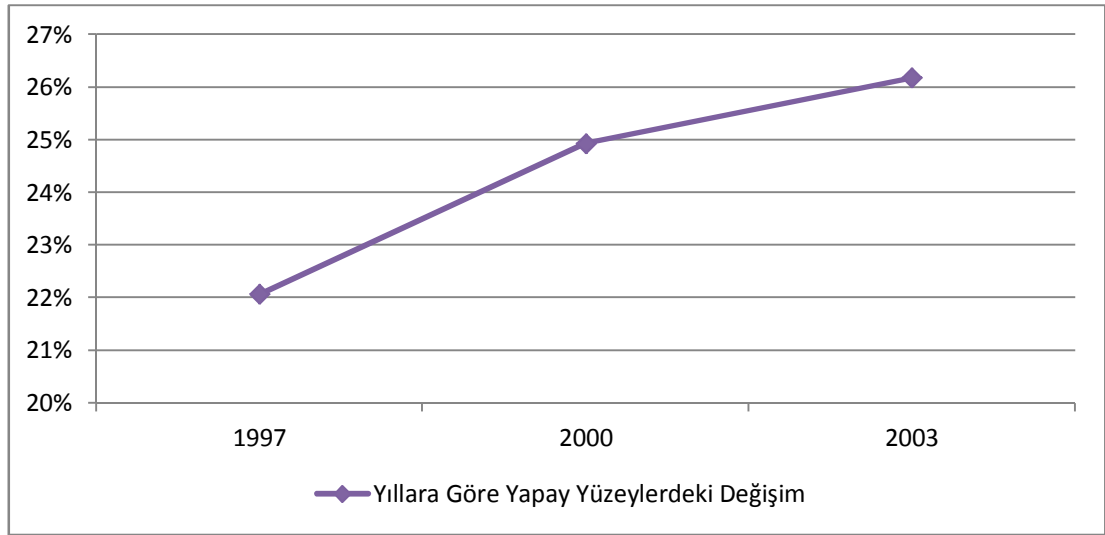
olarak elde edilir **(6.193)**. b₁ = - 1.58 negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için t = 1,...,12 değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2006 (t₄), 2009 (t₅), 2012 (t₆), 2015 (t₇), 2018 (t₈), 2021 (t₉), 2024 (t₁₀), 2027 (t₁₁)ve 2030 (t₁₂) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.54’de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.54 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 7).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1.t$	tn
2006	$70.58 + 4. (- 1.58)$	$t_4 = \% 64.26$
2009	$70.58 + 5. (- 1.58)$	$t_5 = \% 62.68$
2012	$70.58 + 6. (- 1.58)$	$t_6 = \% 61.10$
2015	$70.58 + 7. (- 1.58)$	$t_7 = \% 59.52$
2021	$70.58 + 9. (- 1.58)$	$t_9 = \% 56.36$
2027	$70.58 + 11. (- 1.58)$	$t_{11} = \% 53.20$
2030	$70.58 + 12. (- 1.58)$	$t_{12} = \% 51.62$

6.3.7.2 Yapay yüzeyler

Şekil 6.29’da analiz 7 için yapay yüzeylerdeki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.29 : 1997, 2000 ve 2003 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.55’te verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal artan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.55 : 1997, 2000 ve 2003 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y_t	t^2	$t.y_t$	$t_t=b_0+b_1.t$
1997	1	% 22.07	1	22.07	% 22.33
2000	2	% 24.93	4	49.86	% 24.39
2003	3	% 26.18	9	78.54	% 26.45
TOPLAM	6	73.18	14	150.47	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$73.18 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.194)$$

$$150.47 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.195)$$

$$-2(73.18) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.196)$$

$$150.47 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.197)$$

$$- 146.36 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.198)$$

$$150.47 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.199)$$

$$4.11 = 2b_1 \rightarrow b_1 = 2.06 \quad (6.200)$$

$$73.18 = 3b_0 + 6 \cdot (2.06) \quad (6.201)$$

$$60.82 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 20.27 \quad (6.202)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 20.27 + ((1). (2.06)) \quad (6.203)$$

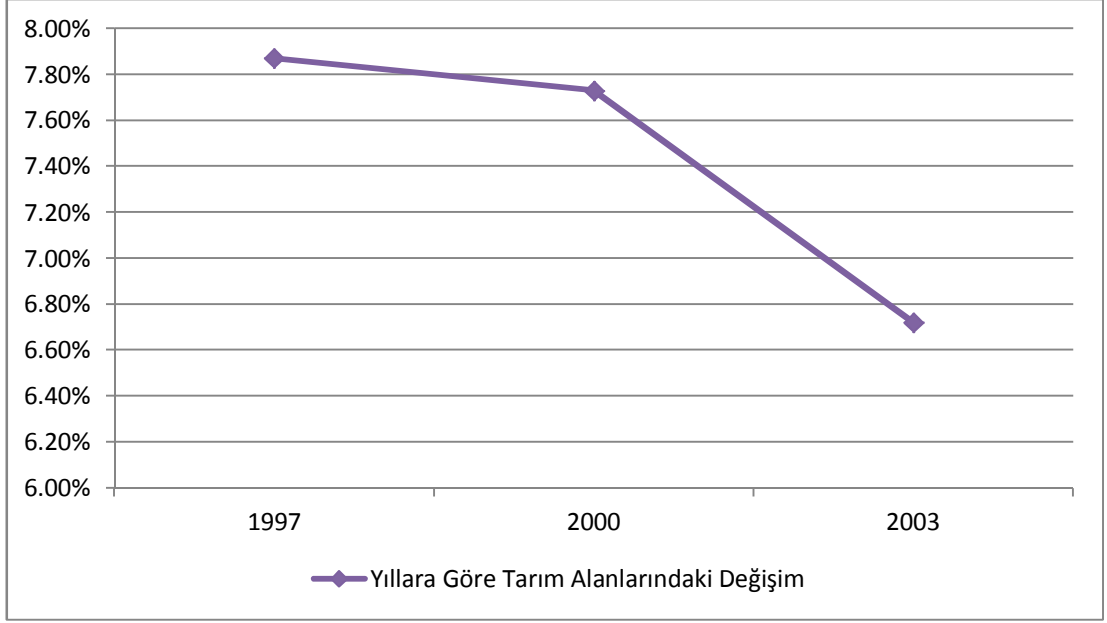
olarak elde edilir **(6.203)**. $b_1 = 2.06$ pozitif bir değer olduğu için serinin trendi, artan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 12$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_i hesaplanmıştır. Bu şekilde 2006 (t_4), 2009 (t_5), 2012 (t_6), 2015 (t_7), 2018 (t_8), 2021 (t_9), 2024 (t_{10}), 2027 (t_{11}) ve 2030 (t_{12}) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.56'da gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.56 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 7).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1.t$	tn
2006	$20.27 + 4. (2.06)$	$t_4 = \% 28.51$
2009	$20.27 + 5. (2.06)$	$t_5 = \% 30.57$
2012	$20.27 + 6. (2.06)$	$t_6 = \% 32.63$
2015	$20.27 + 7. (2.06)$	$t_7 = \% 34.69$
2021	$20.27 + 9. (2.06)$	$t_9 = \% 38.81$
2027	$20.27 + 11. (2.06)$	$t_{11} = \% 42.93$
2030	$20.27 + 12. (2.06)$	$t_{12} = \% 44.99$

6.3.7.3 Tarım alanları

Şekil 6.30'da analiz 7 için tarım alanlarındaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.30 : 1997, 2000 ve 2003 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.57’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.57 : 1997, 2000 ve 2003 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1997	1	% 7.87	1	7.87	% 8.02
2000	2	% 7.73	4	15.46	% 7.44
2003	3	% 6.72	9	20.16	% 6.86
TOPLAM	6	22.32	14	43.49	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$22.32 = 3b_0 + 6b_1 \quad (6.204)$$

$$43.49 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.205)$$

$$-2(22.32) = -2(3b_0) + -2(6b_1) \quad (6.206)$$

$$43.49 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.207)$$

$$- 44.64 = -6b_0 - 12b_1 \quad (6.208)$$

$$43.49 = 6b_0 + 14b_1 \quad (6.209)$$

$$-1.15 = 2b_1 \rightarrow b_1 = -0.58 \quad (6.210)$$

$$22.32 = 3b_0 + 6 \cdot (-0.58) \quad (6.211)$$

$$25.80 = 3b_0 \rightarrow b_0 = 8.60 \quad (6.212)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1 \cdot t = 8.60 + ((1) \cdot (-0.58)) \quad (6.213)$$

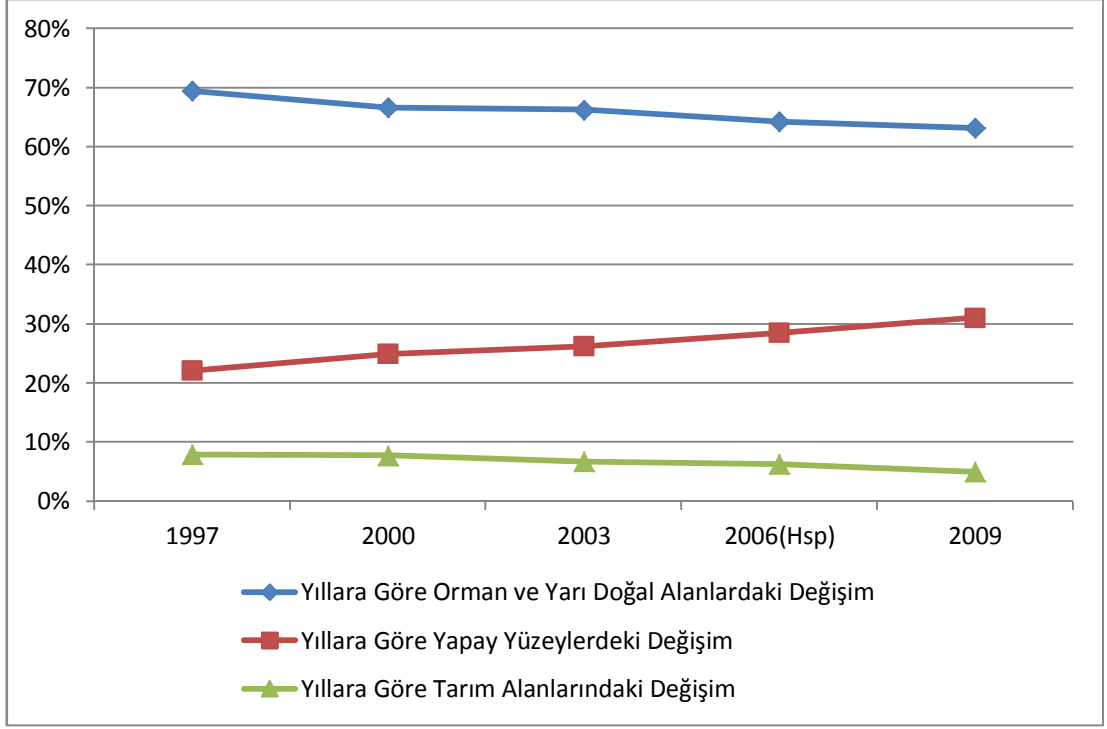
olarak elde edilir (6.213). $b_1 = -0.58$ negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 12$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2006 (t_4), 2009 (t_5), 2012 (t_6), 2015 (t_7), 2018 (t_8), 2021 (t_9), 2024 (t_{10}), 2027 (t_{11}) ve 2030 (t_{12}) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.58'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.58 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 7).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1 \cdot t$	tn
2006	$8.60 + 4 \cdot (-0.58)$	$t_4 = \% 6.28$
2009	$8.60 + 5 \cdot (-0.58)$	$t_5 = \% 5.70$
2012	$8.60 + 6 \cdot (-0.58)$	$t_6 = \% 5.12$
2015	$8.60 + 7 \cdot (-0.58)$	$t_7 = \% 4.54$
2021	$8.60 + 9 \cdot (-0.58)$	$t_9 = \% 3.38$
2027	$8.60 + 11 \cdot (-0.58)$	$t_{11} = \% 2.22$
2030	$8.60 + 12 \cdot (-0.58)$	$t_{12} = \% 1.64$

6.3.8 Analiz 8 (1997 – 2000 – 2003 – 2006^{Hsp} - 2009 yılları için)

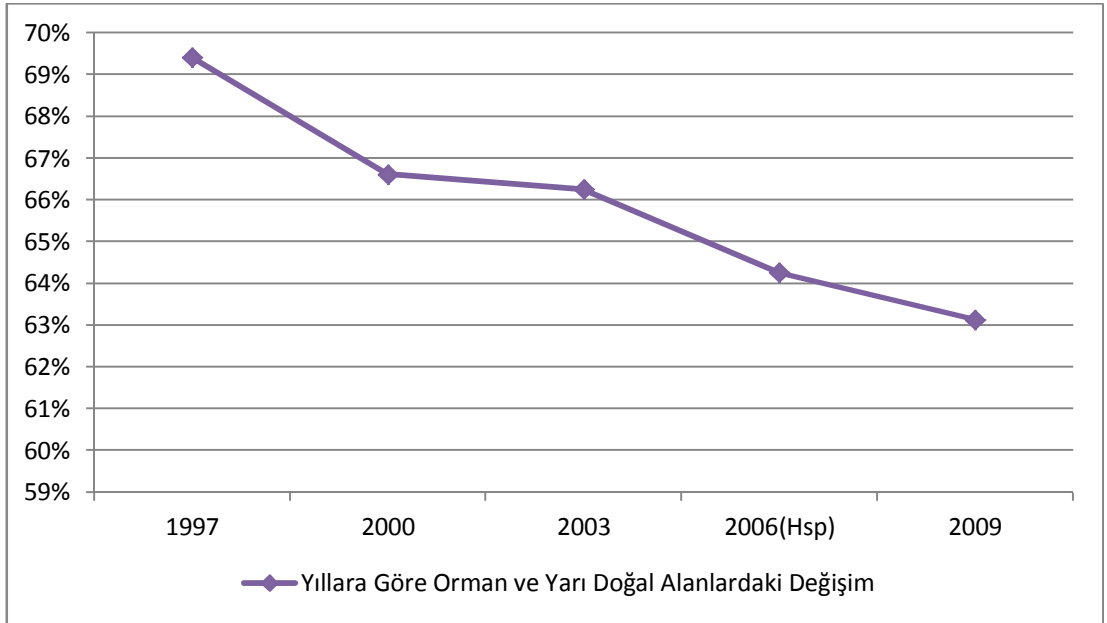
Bu analiz için 3 yıllık aralıklarla 1997, 2000, 2003, 2009 yılları ile 12 yıllık bir veri seti oluşturulmuştur. 2003 ve 2009 yılları arasında olması gereken 2006 yılı için de bir önceki analizde tahmin edilen değerler kullanılmıştır. Böylelikle elde mevcut bulununan 2009 yılına ait verilerin bir analiz içerisinde değerlendirilmesi mümkün olmuştur. Bu şekilde 2012, 2015, 2018, 2021, 2024, 2027 ve 2030 yılları için tahmin yapılmıştır. Bu analiz sonucunda yapay yüzeyler sınıfında artış gözlenirken, orman ve yarı doğal alanlar ile tarım alanları sınıflarında azalma gözlenmiştir. Buna ek olarak 2030 yılında tarım alanlarının yok olmaya çok yaklaştığı bilgisine ulaşmak mümkün olmuştur. Şekil 6.31'de veri setinine ait grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.31 : 1997, 2000, 2003, 2006^{Hsp} ve 2009 yıllarından oluşan veri seti.

6.3.8.1 Orman ve yarı doğal alanlar

Şekil 6.32’de analiz 8 için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.32 : 1997, 2000, 2003, 2006^{Hsp} ve 2009 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.59’da verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.59 : 1997, 2000, 2003, 2006^{Hsp} ve 2009 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1997	1	% 69.41	1	69.41	% 68.93
2000	2	% 66.61	4	133.22	% 67.43
2003	3	% 66.25	9	198.75	% 65.93
2006 ^{Hsp}	4	% 64.26	16	257.04	% 64.43
2009	5	% 63.13	25	315.65	% 62.93
TOPLAM	15	329.66	55	974.07	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$329.66 = 5b_0 + 15b_1 \quad (6.214)$$

$$974.07 = 15b_0 + 55b_1 \quad (6.215)$$

$$-3(329.66) = -3(5b_0) + -3(15b_1) \quad (6.216)$$

$$974.07 = 15b_0 + 55b_1 \quad (6.217)$$

$$- 988.98 = -15b_0 - 45b_1 \quad (6.218)$$

$$974.07 = 15b_0 + 55b_1 \quad (6.219)$$

$$-14.91 = 10b_1 \rightarrow b_1 = - 1.50 \quad (6.220)$$

$$329.66 = 5b_0 + 15. (- 1.50) \quad (6.221)$$

$$352.16 = 5b_0 \rightarrow b_0 = 70.43 \quad (6.222)$$

Denklem sonuçlarına göre t₁'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 70.43 + ((1). (-1.50)) \quad (6.223)$$

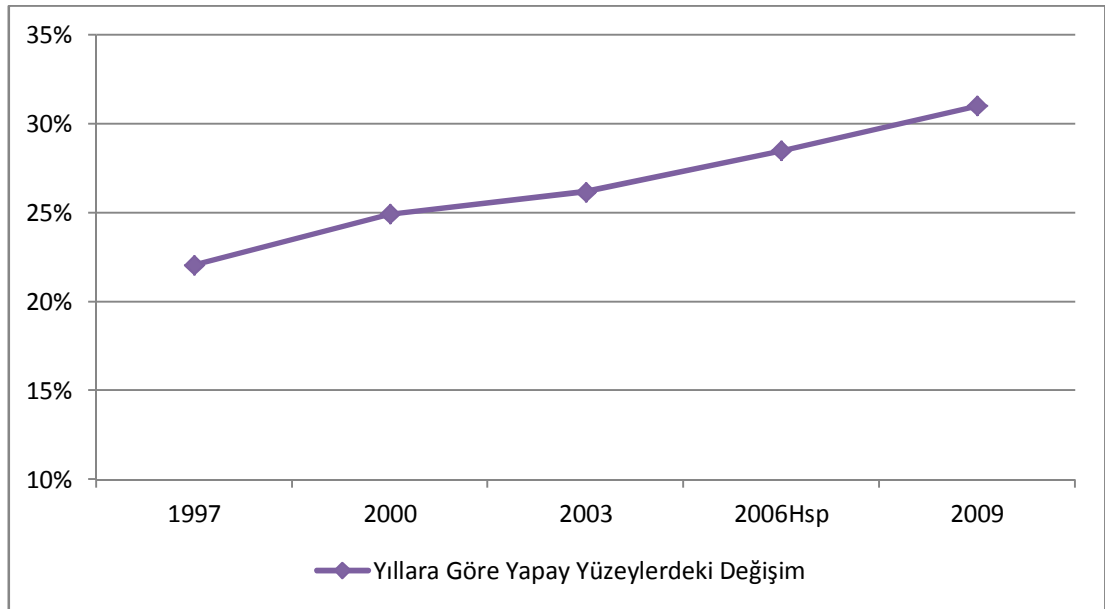
olarak elde edilir **(6.221)**. b₁ = - 1.50 negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için t = 1,...,12 değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2012 (t₆), 2015 (t₇), 2018 (t₈), 2021 (t₉), 2024 (t₁₀), 2027 (t₁₁)ve 2030 (t₁₂) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.60'da gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.60 : Orman ve yarı doğal alanların tahmin değerleri (analiz 8).

Yıllar	$t_n = b_0 + b_1.t$	t_n
2012	$70.43 + 6. (-1.50)$	$t_6 = \% 61.43$
2015	$70.43 + 7. (-1.50)$	$t_7 = \% 59.93$
2018	$70.43 + 8. (-1.50)$	$t_8 = \% 58.43$
2021	$70.43 + 9. (-1.50)$	$t_9 = \% 56.93$
2024	$70.43 + 10. (-1.50)$	$t_{10} = \% 55.43$
2027	$70.43 + 11. (-1.50)$	$t_{11} = \% 53.93$
2030	$70.43 + 12. (-1.50)$	$t_{12} = \% 52.43$

6.3.8.2 Yapay yüzeyler

Şekil 6.33'de analiz 8 için yapay yüzeylerdeki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.33 : 1997, 2000, 2003, 2006^{Hsp} ve 2009 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.61'de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal artan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.61 : 1997, 2000, 2003, 2006^{Hsp} ve 2009 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y_t	t^2	$t.y_t$	$t_t = b_0 + b_1.t$
1997	1	% 22.07	1	22.07	% 22.24
2000	2	% 24.93	4	49.86	% 24.39
2003	3	% 26.18	9	78.54	% 26.54
2006 ^{Hsp}	4	% 28.50	16	114.00	% 28.69
2009	5	% 31.02	25	155.10	% 30.84
TOPLAM	15	132.70	55	419.57	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$132.70 = 5b_0 + 15b_1 \quad (6.224)$$

$$419.57 = 15b_0 + 55b_1 \quad (6.225)$$

$$-3(132.70) = -3(5b_0) + -3(15b_1) \quad (6.226)$$

$$419.57 = 15b_0 + 55b_1 \quad (6.227)$$

$$- 398.10 = -15b_0 - 45b_1 \quad (6.228)$$

$$419.57 = 15b_0 + 55b_1 \quad (6.229)$$

$$21.47 = 10b_1 \rightarrow b_1 = 2.15 \quad (6.230)$$

$$132.70 = 5b_0 + 15. (2.15) \quad (6.231)$$

$$100.45 = 5b_0 \rightarrow b_0 = 20.09 \quad (6.232)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 20.09 + ((1). (2.15)) \quad (6.233)$$

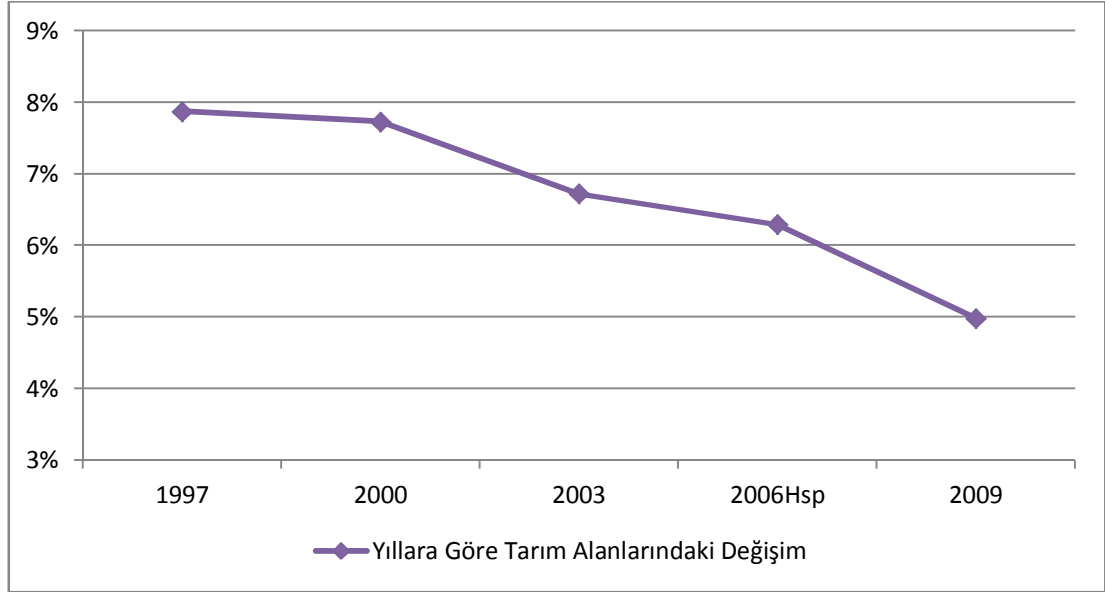
olarak elde edilir **(6.231)**. $b_1 = 2.15$ pozitif bir değer olduğu için serinin trendi, artan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 12$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_i hesaplanmıştır. Bu şekilde 2012 (t_6), 2015 (t_7), 2018 (t_8), 2021 (t_9), 2024 (t_{10}), 2027 (t_{11}) ve 2030 (t_{12}) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.62'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.62 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 8).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1.t$	tn
2012	$20.09 + 6. (2.15)$	$t_6 = \% 32.99$
2015	$20.09 + 7. (2.15)$	$t_7 = \% 35.14$
2018	$20.09 + 8. (2.15)$	$t_8 = \% 37.29$
2021	$20.09 + 9. (2.15)$	$t_9 = \% 39.44$
2024	$20.09 + 10. (2.15)$	$t_{10} = \% 41.59$
2027	$20.09 + 11. (2.15)$	$t_{11} = \% 43.74$
2030	$20.09 + 12. (2.15)$	$t_{12} = \% 45.89$

6.3.8.3 Tarım alanları

Şekil 6.34’de analiz 8 için tarım alanlarındaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.34 : 1997, 2000, 2003, 2006^{Hsp} ve 2009 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.63’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.63 : 1997, 2000, 2003, 2006^{Hsp} ve 2009 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1997	1	% 7.87	1	7.87	% 8.16
2000	2	% 7.73	4	15.46	% 7.44
2003	3	% 6.72	9	20.16	% 6.72
2006 ^{Hsp}	4	% 6.29	16	25.16	% 6.00
2009	5	% 4.98	25	24.90	% 5.28
TOPLAM	15	33.59	55	93.55	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$33.59 = 5b_0 + 15b_1 \quad (6.234)$$

$$93.55 = 15b_0 + 55b_1 \quad (6.235)$$

$$-3(33.59) = -3(5b_0) + -3(15b_1) \quad (6.236)$$

$$93.55 = 15b_0 + 55b_1 \quad (6.237)$$

$$- 100.77 = -15b_0 - 45b_1 \quad (6.238)$$

$$93.55 = 15b_0 + 55b_1 \quad (6.239)$$

$$- 7.22 = 10b_1 \rightarrow b_1 = - 0.72 \quad (6.240)$$

$$33.59 = 5b_0 + 15. (- 0.72) \quad (6.241)$$

$$44.39 = 5b_0 \rightarrow b_0 = 8.88 \quad (6.242)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 8.88 + ((1). (- 0.72)) \quad (6.243)$$

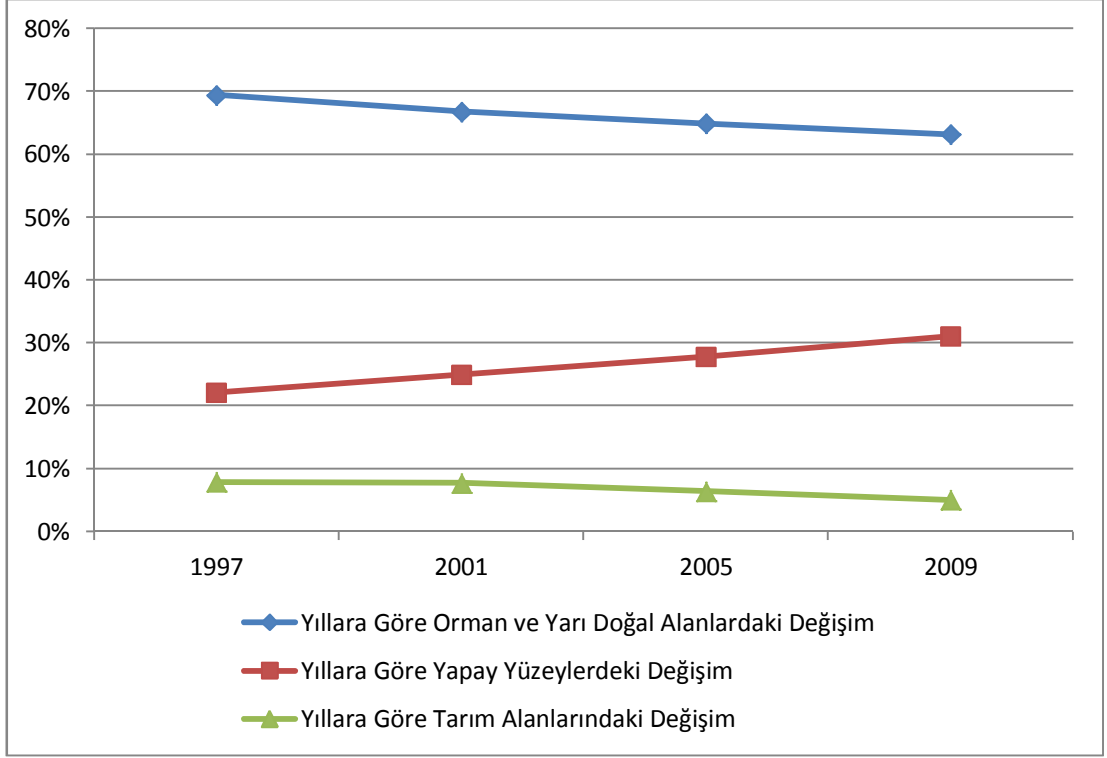
olarak elde edilir (6.243). $b_1 = - 0.72$ negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 12$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2012 (t_6), 2015 (t_7), 2018 (t_8), 2021 (t_9), 2024 (t_{10}), 2027 (t_{11}) ve 2030 (t_{12}) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.64'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.64 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 8).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1.t$	tn
2012	$8.88 + 6. (-0.72)$	$t_6 = \% 4.56$
2015	$8.88 + 7. (-0.72)$	$t_7 = \% 3.84$
2018	$8.88 + 8. (-0.72)$	$t_8 = \% 3.12$
2021	$8.88 + 9. (-0.72)$	$t_9 = \% 2.40$
2024	$8.88 + 10. (-0.72)$	$t_{10} = \% 1.68$
2027	$8.88 + 11. (-0.72)$	$t_{11} = \% 0.96$
2030	$8.88 + 12. (-0.72)$	$t_{12} = \% 0.24$

6.3.9 Analiz 9 (1997 – 2001 – 2005 – 2009 yılları için)

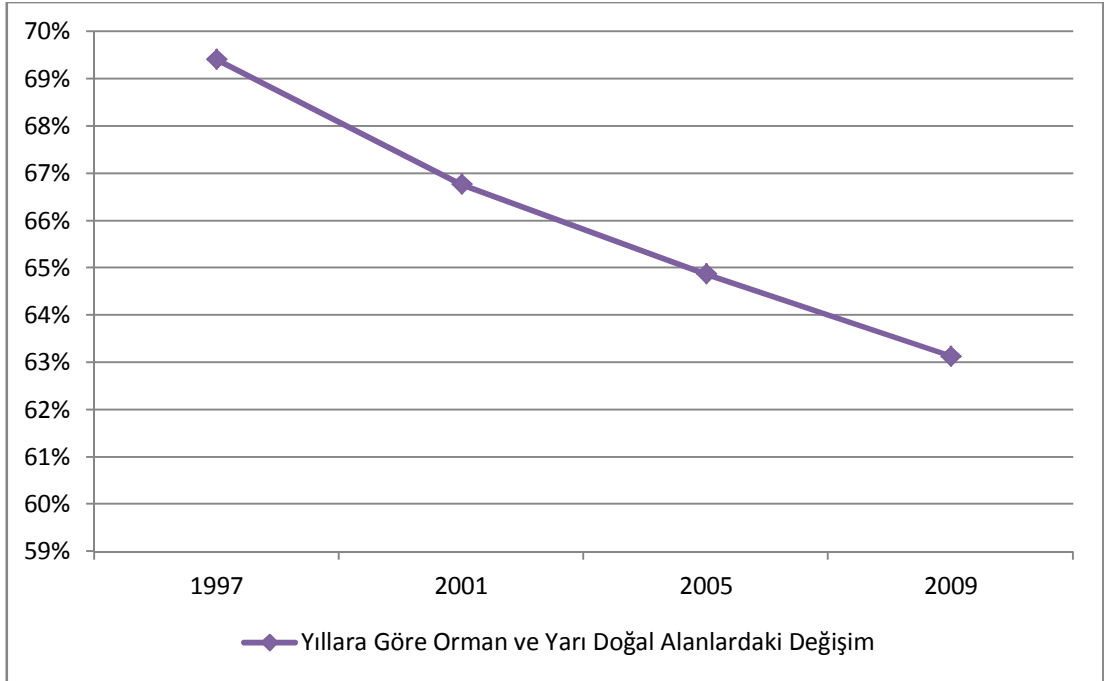
Bu analiz için 4 yıl aralıkla 1997, 2001, 2005 ve 2009 yıllarına ait verilerle 12 yıllık bir veri seti oluşturulmuştur. Bu şekilde 2013, 2017, 2021, 2025 ve 2029 yılları için tahmin yapılmıştır. Bu analiz sonucunda yapay yüzeyler sınıfında artış gözlenirken, orman ve yarı doğal alanlar ile tarım alanları sınıflarında azalma gözlenmiştir. Buna ek olarak 2029 yılında tarım alanlarının yok olmaya çok yaklaştığı bilgisine ulaşmak mümkün olmuştur. Şekil 6.35'de veri setine ait grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.35 : 1997, 2001, 2005 ve 2009 yıllarından oluşan veri seti.

6.3.9.1 Orman ve yarı doğal alanlar

Şekil 6.36'da analiz 9 için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.36 : 1997, 2001, 2005 ve 2009 yılı görüntüleri için orman ve yarı doğal alanlardaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.65'te verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.65 : 1997, 2001, 2005 ve 2009 yılları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1997	1	% 69.41	1	69.41	% 69.15
2001	2	% 66.77	4	133.54	% 67.08
2005	3	% 64.87	9	194.61	% 65.01
2009	4	% 63.13	16	252.52	% 62.94
TOPLAM	10	264.18	30	650.08	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$264.18 = 4b_0 + 10b_1 \quad (6.244)$$

$$650.08 = 10b_0 + 30b_1 \quad (6.245)$$

$$-5(264.18) = -5(5b_0) + -5(15b_1) \quad (6.246)$$

$$2(650.08) = 2(15)b_0 + 2(55)b_1 \quad (6.247)$$

$$- 1320.90 = -20b_0 - 50b_1 \quad (6.248)$$

$$1300.16 = 20b_0 + 60b_1 \quad (6.249)$$

$$- 20.74 = 10b_1 \rightarrow b_1 = - 2.07 \quad (6.250)$$

$$284.88 = 4b_0 + 10. (- 2.07) \quad (6.251)$$

$$284.88 = 4b_0 \rightarrow b_0 = 71.22 \quad (6.252)$$

Denklem sonuçlarına göre t₁'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 71.22 + ((1). (- 2.07)) \quad (6.253)$$

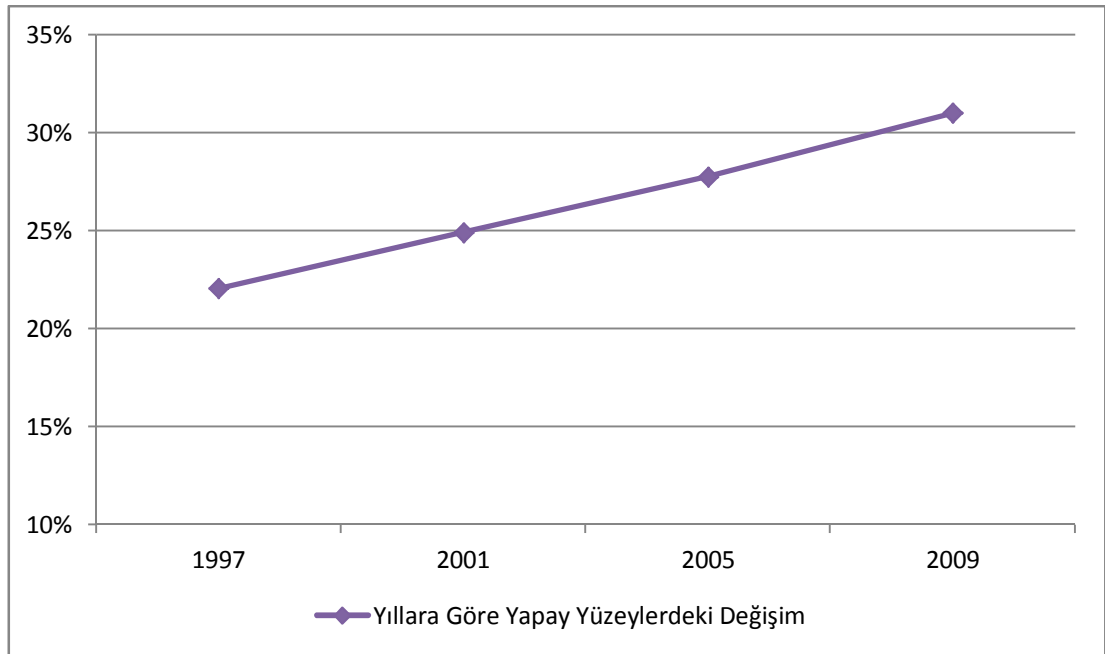
olarak elde edilir **(6.253)**. b₁ = - 2.07 negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için t = 1,...,9 değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2013 (t₅), 2017 (t₆), 2021 (t₇), 2025 (t₈) ve 2029 (t₉) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.66'da gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.66 : Orman ve yarı doğal alanlar için tahmin değerleri (analiz 9).

Yıllar	$t_n = b_0 + b_1.t$	t_n
2013	$71.22 + 5. (-2.07)$	$t_5 = \% 60.87$
2017	$71.22 + 6. (-2.07)$	$t_6 = \% 58.80$
2021	$71.22 + 7. (-2.07)$	$t_7 = \% 56.73$
2025	$71.22 + 8. (-2.07)$	$t_8 = \% 54.66$
2029	$71.22 + 9. (-2.07)$	$t_9 = \% 52.59$

6.3.9.2 Yapay yüzeyler

Şekil 6.37’de analiz 9 için yapay yüzeylerdeki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.37 : 1997, 2001, 2005 ve 2009 yılı görüntüleri için yapay yüzeylerdeki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.67’de verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal artan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.67 : 1997, 2001, 2005 ve 2009 yılları ve yapay yüzeyler sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y_t	t^2	$t.y_t$	$t_t = b_0 + b_1.t$
1997	1	% 22.07	1	22.07	% 21.99
2001	2	% 24.93	4	49.86	% 24.96
2005	3	% 27.77	9	83.31	% 27.93
2009	4	% 31.02	16	124.08	% 30.90
TOPLAM	10	105.79	30	279.32	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$105.79 = 4b_0 + 10b_1 \quad (6.254)$$

$$279.32 = 10b_0 + 30b_1 \quad (6.255)$$

$$-5(105.79) = -5(5b_0) + -5(15b_1) \quad (6.256)$$

$$2(279.32) = 2(15)b_0 + 2(55)b_1 \quad (6.257)$$

$$- 528.95 = -20b_0 - 50b_1 \quad (6.258)$$

$$558.64 = 20b_0 + 60b_1 \quad (6.259)$$

$$29.69 = 10b_1 \rightarrow b_1 = 2.97 \quad (6.260)$$

$$105.79 = 4b_0 + 10. (2.97) \quad (6.261)$$

$$76.09 = 4b_0 \rightarrow b_0 = 19.02 \quad (6.262)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 19.02 + ((1). (2.97)) \quad (6.263)$$

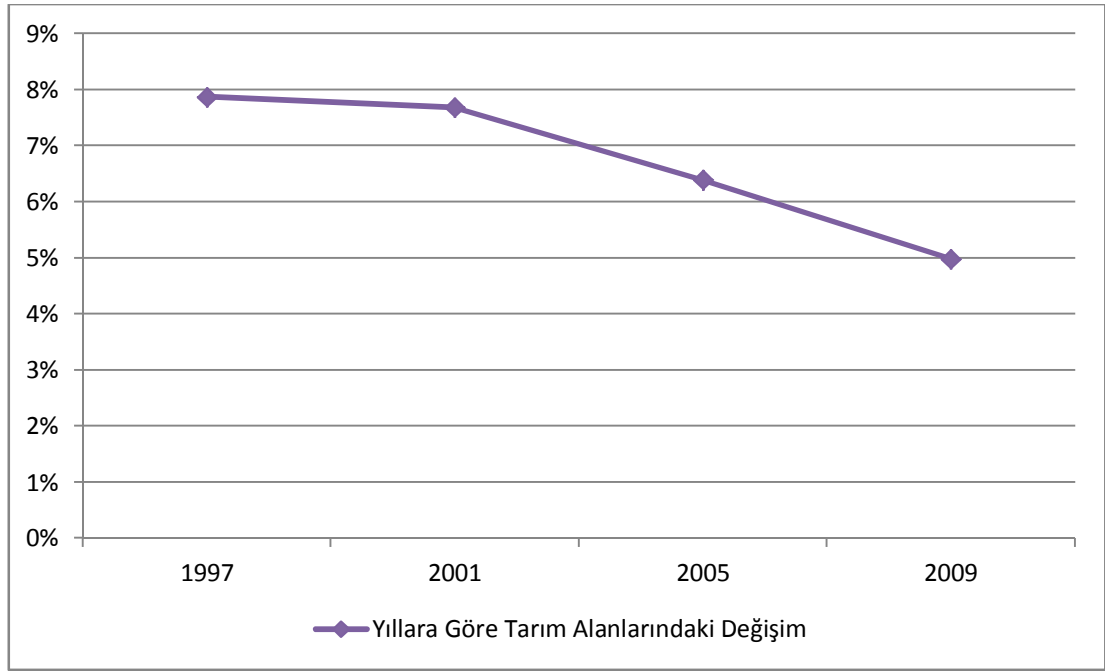
olarak elde edilir **(6.263)**. $b_1 = 2.97$ pozitif bir değer olduğu için serinin trendi, artan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 9$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_i hesaplanmıştır. Bu şekilde 2013 (t_5), 2017 (t_6), 2021 (t_7), 2025 (t_8) ve 2029 (t_9) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.68'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.68 : Yapay yüzeylerin tahmin değerleri (analiz 9).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1.t$	tn
2013	$19.02 + 5. (2.97)$	$t_5 = \% 33.87$
2017	$19.02 + 6. (2.97)$	$t_6 = \% 36.84$
2021	$19.02 + 7. (2.97)$	$t_7 = \% 39.81$
2025	$19.02 + 8. (2.97)$	$t_8 = \% 42.78$
2029	$19.02 + 9. (2.97)$	$t_9 = \% 45.75$

6.3.9.3 Tarım alanları

Şekil 6.38'de analiz 9 için tarım alanlarındaki değişimi ifade eden grafik gösterilmiştir.



Şekil 6.38 : 1997, 2001, 2005 ve 2009 yılı görüntüleri için tarım alanlarındaki değişimi gösteren grafik.

Çizelge 6.69’da verilen zaman serisinin şekilde gösterilen grafiği incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.69 : 1997, 2001, 2005 ve 2009 yılları ve tarım alanları sınıfı için doğrusal trend analizi.

t'	t	y _t	t ²	t.y _t	t _t =b ₀ +b ₁ .t
1997	1	% 7.87	1	7.87	% 8.23
2001	2	% 7.68	4	15.36	% 7.23
2005	3	% 6.39	9	19.17	% 6.23
2009	4	% 4.98	16	19.92	% 5.23
TOPLAM	10	26.92	30	62.32	

Tablodaki değerler normal denklemlerde yerlerine konularak,

$$26.92 = 4b_0 + 10b_1 \quad (6.264)$$

$$62.32 = 10b_0 + 30b_1 \quad (6.265)$$

$$-5(26.92) = -5(5b_0) + -5(15b_1) \quad (6.266)$$

$$2(62.32) = 2(15)b_0 + 2(55)b_1 \quad (6.267)$$

$$- 134.60 = -20b_0 - 50b_1 \quad (6.268)$$

$$124.64 = 20b_0 + 60b_1 \quad (6.269)$$

$$- 9.96 = 10b_1 \rightarrow b_1 = - 1.00 \quad (6.270)$$

$$26.92 = 4b_0 + 10. (- 1.00) \quad (6.271)$$

$$36.92 = 4b_0 \rightarrow b_0 = 9.23 \quad (6.272)$$

Denklem sonuçlarına göre t_1 'in doğrusal tahmin modeli

$$t_1 = b_0 + b_1.t = 9.23 + ((1). (- 1.00)) \quad (6.273)$$

olarak elde edilir (6.273). $b_1 = - 1.00$ negatif bir değer olduğu için serinin trendi, azalan eğilime sahiptir. Bu tahmin değerlerine t için $t = 1, \dots, 9$ değerleri uygulanarak tahmin değerleri t_t hesaplanmıştır. Bu şekilde 2013 (t_5), 2017 (t_6), 2021 (t_7), 2025 (t_8) ve 2029 (t_9) yılları için tahmin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 6.70'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.70 : Tarım alanlarının tahmin değerleri (analiz 9).

Yıllar	$tn = b_0 + b_1.t$	tn
2013	$9.23 + 5. (-1.00)$	$t_5 = \% 4.23$
2017	$9.23 + 6. (-1.00)$	$t_6 = \% 3.23$
2021	$9.23 + 7. (-1.00)$	$t_7 = \% 2.23$
2025	$9.23 + 8. (-1.00)$	$t_8 = \% 1.23$
2029	$9.23 + 9. (-1.00)$	$t_9 = \% 0.23$

6.3.10 Analiz sonuçlarının kontrolü

Çalışmanın bu aşamasında analiz sonuçları için standart sapma ve güven aralığı (interval) hesapları yapılmıştır. Orman ve yarı doğal alanlar, yapay yüzeyler ve tarım alanları sınıfları için yıllara göre analiz sonuçları Çizelge 6.71, 6.72 ve 6.73'de gösterilmektedir. Bu tablolarda “(*)” işareti ile gösterilen analizler, standart sapma ve güven aralığı hesaplarında kullanılan analizleri ifade etmektedir.

Standart sapma ve interval hesaplarının yapılmasında kullanılan eşitlikler aşağıdaki başlıklar altında sıralanmıştır (Akyılmaz, 2009). Aşağıdaki ifadelerde “s” standart sapmayı, “A, (A_1, A_2)” ise simetrik iki taraflı intervali ifade etmektedir.

Çizelge 6.71 : Orman ve yarı doğal alanların analiz sonuçlarına göre aldığı değerlerin yıllara göre tablosu.

	2006	2007	2009	2011	2012	2013	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2023	2024	2025	2027	2029	2030
A1(*)							59.47				57.01				54.55			52.07
A2								59.59								54.50		
A3								57.27								51.31		
A4								58.44								52.92		
A5(*)		64.06	63.11	62.16		61.21	60.26	59.31		58.40		57.45	56.50		55.55	54.60	53.65	
A6(*)								58.52								53.03		
A7(*)	64.26		62.68		61.10		59.52		57.94			56.36		54.78		53.20		51.62
A8(*)					61.43		59.93		58.43			56.93		55.43		53.93		52.43
A9(*)						60.87		58.80				56.73			54.66		52.59	
VERİ			63.13															

Çizelge 6.72 : Yapay yüzeylerin analiz sonuçlarına göre aldığı değerlerin yıllara göre tablosu.

	2006	2007	2009	2011	2012	2013	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2023	2024	2025	2027	2029	2030
A1(*)							36.22				40.10				43.98			47.86
A2								36.38								43.32		
A3								39.47								48.04		
A4								37.31								45.07		
A5(*)		29.34	30.76	32.18		33.60	35.02	36.44		37.86		39.28	40.70		42.12	43.54	44.96	
A6(*)								37.23								44.96		
A7(*)	28.51		30.57		32.63		34.69		36.75			38.81		40.87		42.93		44.99
A8(*)					32.99		35.14		37.29			39.44		41.59		43.74		45.89
A9(*)						33.87		36.84				39.81			42.78		45.75	
VERİ			31.02															

Çizelge 6.73 : Tarım alanlarının analiz sonuçlarına göre aldığı değerlerin yıllara göre tablosu.

	2006	2007	2009	2011	2012	2013	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2023	2024	2025	2027	2029	2030
A1(*)							3.15				1.60				0.05			0.00
A2								4.18								2.15		
A3								2.29								0.00		
A4								3.24								0.86		
A5(*)		5.63	4.33	4.98		3.68	3.03	2.38		1.73		1.08	0.43		0.00	0.00	0.00	
A6(*)								3.17								0.76		
A7(*)	6.28		5.70		5.12		4.54		3.96			3.38		2.80		2.22		1.64
A8(*)																		
A9(*)																		
VERİ			4.98															

6.3.10.1 2009 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı:

Orman ve yarı doğal alanlar

2009 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.74'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.74 : 2009 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
63.11	0.02	0.0004
62.68	0.45	0.2025
x (Veri) = 63.13		[vv] = 0.2029

$$s^2 = \frac{[vv]}{n} \quad (6.274)$$

$$s^2 = \frac{0.2029}{2} \quad (6.275)$$

$$s = 0,3185 \rightarrow s \approx 0.32 \quad (6.276)$$

$$A = 63.13 \pm 0.32 \quad (6.277)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$2\emptyset(Z_s) - 1 = S \quad (6.278)$$

$$\emptyset(Z_s) = (S + 1) / 2 \quad (6.279)$$

$$\emptyset(Z_s) = (0.50 + 1) / 2 \quad (6.280)$$

$$\emptyset(Z_s) = 0.75 \rightarrow (\text{Tablodan}) Z_s = 0.674 \quad (6.281)$$

$$A = \mu \pm Z_s \times S \quad (6.282)$$

$$A_1 = 63.13 + (0.674 \times 0.32) \rightarrow A_1 = 63.35 \quad (6.283)$$

$$A_2 = 63.13 - (0.674 \times 0.32) \rightarrow A_2 = 62.91 \quad (6.284)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$2\emptyset(Z_s) - 1 = S \quad (6.285)$$

$$\emptyset(Z_s) = (S + 1) / 2 \quad (6.286)$$

$$\emptyset(Z_s) = (0.90 + 1) / 2 \quad (6.287)$$

$$\emptyset(Z_s) = 0.95 \rightarrow (\text{Tablodan}) Z_s = 1.645 \quad (6.288)$$

$$A = \mu \pm Z_s \times S \quad (6.289)$$

$$A_1 = 63.13 + (1.645 \times 0.32) \rightarrow A_1 = 63.66 \quad (6.290)$$

$$A_2 = 63.13 - (1.645 \times 0.32) \rightarrow A_2 = 62.60 \quad (6.291)$$

Yapay yüzeyler

2009 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.75'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.75 : 2009 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
30.76	0.26	0.0676
30.57	0.45	0.2025
x (Veri) = 31.02		[vv] = 0.2701

$$s^2 = \frac{0.2701}{2} \quad (6.292)$$

$$s = 0,3675 \rightarrow s \approx 0.37 \quad (6.293)$$

$$A = 31.02 \pm 0.37 \quad (6.294)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 31.02 + (0.674 \times 0.37) \rightarrow A_1 = 31.27 \quad (6.295)$$

$$A_2 = 31.02 - (0.674 \times 0.37) \rightarrow A_2 = 30.77 \quad (6.296)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 31.02 + (1.645 \times 0.37) \rightarrow A_1 = 31.62 \quad (6.297)$$

$$A_2 = 31.02 - (1.645 \times 0.37) \rightarrow A_2 = 30.41 \quad (6.298)$$

Tarım alanları

2009 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.76'daki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.76 : 2009 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
4.33	0.65	0.4225
5.70	- 0.72	0.5184
x (Veri) = 4.98		[vv] = 0.9409

$$s^2 = \frac{0.9409}{2} \quad (6.299)$$

$$s = 0,6859 \rightarrow s \approx 0.69 \quad (6.300)$$

$$A = 4.98 \pm 0.69 \quad (6.301)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 4.98 + (0.674 \times 0.69) \rightarrow A_1 = 5.45 \quad (6.302)$$

$$A_2 = 4.98 - (0.674 \times 0.69) \rightarrow A_2 = 4.51 \quad (6.303)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 4.98 + (1.645 \times 0.69) \rightarrow A_1 = 6.12 \quad (6.304)$$

$$A_2 = 4.98 - (1.645 \times 0.69) \rightarrow A_2 = 3.84 \quad (6.305)$$

6.3.10.2 2015 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı

Orman ve yarı doğal alanlar

2015 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.77'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.77 : 2015 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
59.47	0.33	0.1089
60.26	- 0.46	0.2116
59.52	0.28	0.0784
59.93	-0.13	0.0169
x = 59.80		[vv] = 0.4158

$$s^2 = \frac{0.4158}{4-1} \quad (6.306)$$

$$s = 0,3723 \rightarrow s \approx 0.37 \quad (6.307)$$

$$A = 59.80 \pm 0.37 \quad (6.308)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 59.80 + (0.674 \times 0.37) \rightarrow A_1 = 60.05 \quad (6.309)$$

$$A_2 = 59.80 - (0.674 \times 0.37) \rightarrow A_2 = 59.55 \quad (6.310)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 59.80 + (1.645 \times 0.37) \rightarrow A_1 = 60.41 \quad (6.311)$$

$$A_2 = 59.80 - (1.645 \times 0.37) \rightarrow A_2 = 59.19 \quad (6.312)$$

Yapay yüzeyler

2015 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.78'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.78 : 2015 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
36.22	- 0.95	0.9025
35.02	0.25	0.0625
34.69	0.58	0.3364
35.14	0.13	0.0169
$x = 35.27$		$[vv] = 1.3183$

$$s^2 = \frac{1.3183}{4-1} \quad (6.313)$$

$$s = 0,6629 \rightarrow s \approx 0.66 \quad (6.314)$$

$$A = 35.27 \pm 0.66 \quad (6.315)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 35.27 + (0.674 \times 0.66) \rightarrow A_1 = 35.71 \quad (6.316)$$

$$A_2 = 35.27 - (0.674 \times 0.66) \rightarrow A_2 = 34.83 \quad (6.317)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 35.27 + (1.645 \times 0.66) \rightarrow A_1 = 36.36 \quad (6.318)$$

$$A_2 = 35.27 - (1.645 \times 0.66) \rightarrow A_2 = 34.18 \quad (6.319)$$

Tarım alanları

2015 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.79'daki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.79 : 2015 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
3.15	0.49	0.2401
3.03	0.61	0.3721
4.54	- 0.90	0.8100
3.84	- 0.20	0.0400
x = 3.64		[vv] = 1.4622

$$s^2 = \frac{1.4622}{4-1} \quad (6.320)$$

$$s = 0,6981 \rightarrow s \approx 0.70 \quad (6.321)$$

$$A = 3.64 \pm 0.70 \quad (6.322)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 3.64 + (0.674 \times 0.70) \rightarrow A_1 = 4.11 \quad (6.323)$$

$$A_2 = 3.64 - (0.674 \times 0.70) \rightarrow A_2 = 3.17 \quad (6.324)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 3.64 + (1.645 \times 0.70) \rightarrow A_1 = 4.79 \quad (6.325)$$

$$A_2 = 3.64 - (1.645 \times 0.70) \rightarrow A_2 = 2.49 \quad (6.326)$$

6.3.10.3 2017 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı

Orman ve yarı doğal alanlar

2017 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.80'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.80 : 2017 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
59.31	- 0.51	0.2601
58.52	0.36	0.1296
58.80	0.08	0.0064
x = 58.88		[vv] = 0.3961

$$s^2 = \frac{0.3961}{3-1} \quad (6.327)$$

$$s = 0,4450 \rightarrow s \approx 0.45 \quad (6.328)$$

$$A = 58.88 \pm 0.45 \quad (6.329)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 58.88 + (0.674 \times 0.45) \rightarrow A_1 = 59.18 \quad (6.330)$$

$$A_2 = 58.88 - (0.674 \times 0.45) \rightarrow A_2 = 58.58 \quad (6.331)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 58.88 + (1.645 \times 0.45) \rightarrow A_1 = 59.62 \quad (6.332)$$

$$A_2 = 58.88 - (1.645 \times 0.45) \rightarrow A_2 = 58.14 \quad (6.333)$$

Yapay yüzeyler

2017 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.81'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.81 : 2017 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
36.44	0.40	0.1600
37.23	- 0.39	0.1521
36.84	0.00	0.0000
x = 36.84		[vv] = 0.3121

$$s^2 = \frac{0.3121}{3-1} \quad (6.334)$$

$$s = 0,3950 \rightarrow s \approx 0.40 \quad (6.335)$$

$$A = 36.84 \pm 0.40 \quad (6.336)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 36.84 + (0.674 \times 0.40) \rightarrow A_1 = 37.11 \quad (6.337)$$

$$A_2 = 36.84 - (0.674 \times 0.40) \rightarrow A_2 = 36.57 \quad (6.338)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 36.84 + (1.645 \times 0.40) \rightarrow A_1 = 37.50 \quad (6.339)$$

$$A_2 = 36.84 - (1.645 \times 0.40) \rightarrow A_2 = 36.18 \quad (6.340)$$

Tarım alanları

2017 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.82'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.82 : 2017 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
2.38	0.55	0.3025
3.17	- 0.24	0. 0576
3.23	-0.3	0.0900
x = 2.93		[vv] = 0.4501

$$s^2 = \frac{0.4501}{3-1} \quad (6.341)$$

$$s = 0,4744 \rightarrow s \approx 0.47 \quad (6.342)$$

$$A = 2.93 \pm 0.47 \quad (6.343)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 2.93 + (0.674 \times 0.47) \rightarrow A_1 = 3.25 \quad (6.344)$$

$$A_2 = 2.93 - (0.674 \times 0.47) \rightarrow A_2 = 2.61 \quad (6.345)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 2.93 + (1.645 \times 0.47) \rightarrow A_1 = 3.70 \quad (6.346)$$

$$A_2 = 2.93 - (1.645 \times 0.47) \rightarrow A_2 = 2.16 \quad (6.347)$$

6.3.10.4 2021 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı

Orman ve yarı doğal alanlar

2021 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.83'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.83 : 2021 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
57.45	- 0.58	0.3364
56.36	0.51	0.2601
56.93	- 0.06	0.0036
56.73	0.14	0.0196
x = 56.87		[vv] = 0.6197

$$s^2 = \frac{0.6197}{4-1} \quad (6.348)$$

$$s = 0,4545 \rightarrow s \approx 0.45 \quad (6.349)$$

$$A = 56.87 \pm 0.45 \quad (6.350)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 56.87 + (0.674 \times 0.45) \rightarrow A_1 = 57.17 \quad (6.351)$$

$$A_2 = 56.87 - (0.674 \times 0.45) \rightarrow A_2 = 56.57 \quad (6.352)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 56.87 + (1.645 \times 0.45) \rightarrow A_1 = 57.61 \quad (6.353)$$

$$A_2 = 56.87 - (1.645 \times 0.45) \rightarrow A_2 = 58.14 \quad (6.354)$$

Yapay yüzeyler

2021 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.84'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.84 : 2021 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
39.28	0.06	0.0036
38.81	0.53	0.2809
39.44	- 0.10	0.0100
39.81	- 0.47	0.2209
x = 39.34		[vv] = 0.5154

$$s^2 = \frac{0.5154}{4-1} \quad (6.355)$$

$$s = 0,4145 \rightarrow s \approx 0.41 \quad (6.356)$$

$$A = 39.34 \pm 0.41 \quad (6.357)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 39.34 + (0.674 \times 0.41) \rightarrow A_1 = 39.62 \quad (6.358)$$

$$A_2 = 39.34 - (0.674 \times 0.41) \rightarrow A_2 = 39.06 \quad (6.359)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 39.34 + (1.645 \times 0.41) \rightarrow A_1 = 40.01 \quad (6.360)$$

$$A_2 = 39.34 - (1.645 \times 0.41) \rightarrow A_2 = 38.67 \quad (6.361)$$

Tarım alanları

2021 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.85'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.85 : 2021 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
1.08	1.19	1.4161
3.38	- 1.11	1.2321
2.40	- 0.13	0.0169
2.23	0.04	0.0016
x = 2.27		[vv] = 2.6667

$$s^2 = \frac{0.6667}{4-1} \quad (6.362)$$

$$s = 0,9428 \rightarrow s \approx 0.94 \quad (6.363)$$

$$A = 2.27 \pm 0.94 \quad (6.364)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 2.27 + (0.674 \times 0.94) \rightarrow A_1 = 2.90 \quad (6.365)$$

$$A_2 = 2.27 - (0.674 \times 0.94) \rightarrow A_2 = 1.64 \quad (6.366)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 2.27 + (1.645 \times 0.94) \rightarrow A_1 = 3.81 \quad (6.367)$$

$$A_2 = 2.27 - (1.645 \times 0.94) \rightarrow A_2 = 0.72 \quad (6.368)$$

6.3.10.5 2025 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı

Orman ve yarı doğal alanlar

2025 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.86'daki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.86 : 2025 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
54.55	0.37	0.1369
55.55	- 0.63	0.3969
54.66	0.26	0.0676
x = 54.92		[vv] = 0.6014

$$s^2 = \frac{0.6014}{3-1} \quad (6.369)$$

$$s = 0,5484 \rightarrow s \approx 0.55 \quad (6.370)$$

$$A = 54.92 \pm 0.55 \quad (6.371)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 54.92 + (0.674 \times 0.55) \rightarrow A_1 = 55.29 \quad (6.372)$$

$$A_2 = 54.92 - (0.674 \times 0.55) \rightarrow A_2 = 54.55 \quad (6.373)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 54.92 + (1.645 \times 0.55) \rightarrow A_1 = 55.82 \quad (6.374)$$

$$A_2 = 54.92 - (1.645 \times 0.45) \rightarrow A_2 = 54.02 \quad (6.375)$$

Yapay yüzeyler

2025 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.87'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.87 : 2025 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
43.98	- 1.02	1.0404
42.12	0.84	0.7056
42.78	0.18	0.0324
x = 42.96		[vv] = 1.7784

$$s^2 = \frac{0.7784}{3-1} \quad (6.376)$$

$$s = 0,9430 \rightarrow s \approx 0.94 \quad (6.377)$$

$$A = 42.96 \pm 0.94 \quad (6.378)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 42.96 + (0.674 \times 0.94) \rightarrow A_1 = 43.59 \quad (6.379)$$

$$A_2 = 42.96 - (0.674 \times 0.94) \rightarrow A_2 = 42.33 \quad (6.380)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 42.96 + (1.645 \times 0.94) \rightarrow A_1 = 44.51 \quad (6.381)$$

$$A_2 = 42.96 - (1.645 \times 0.94) \rightarrow A_2 = 41.41 \quad (6.382)$$

Tarım alanları

2025 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.88'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.88 : 2025 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
0.05	0.38	0.1444
0.00	0.43	0.1849
1.23	- 0.80	0.6400
x = 0.43		[vv] = 0.9693

$$s^2 = \frac{0.9693}{3-1} \quad (6.383)$$

$$s = 0,6962 \rightarrow s \approx 0.70 \quad (6.384)$$

$$A = 0.43 \pm 0.70 \quad (6.385)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 0.43 + (0.674 \times 0.70) \rightarrow A_1 = 0.90 \quad (6.386)$$

$$A_2 = 0.43 - (0.674 \times 0.47) \rightarrow A_2 = 0.00 \quad (6.387)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 0.43 + (1.645 \times 0.70) \rightarrow A_1 = 1.58 \quad (6.388)$$

$$A_2 = 0.43 - (1.645 \times 0.70) \rightarrow A_2 = 0.00 \quad (6.389)$$

6.3.10.6 2027 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı

Orman ve yarı doğal alanlar

2027 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.89'daki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.89 : 2027 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
54.60	- 0.91	0.8281
53.03	0.66	0.4356
53.20	0.49	0.2401
53.93	- 0.24	0.0576
x = 53.69		[vv] = 1.5614

$$s^2 = \frac{1.5614}{4-1} \quad (6.390)$$

$$s = 0,7214 \rightarrow s \approx 0.72 \quad (6.391)$$

$$A = 53.69 \pm 0.72 \quad (6.392)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 53.69 + (0.674 \times 0.72) \rightarrow A_1 = 54.18 \quad (6.393)$$

$$A_2 = 53.69 - (0.674 \times 0.72) \rightarrow A_2 = 53.20 \quad (6.394)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 53.69 + (1.645 \times 0.72) \rightarrow A_1 = 54.87 \quad (6.395)$$

$$A_2 = 54.92 - (1.645 \times 0.45) \rightarrow A_2 = 52.51 \quad (6.396)$$

Yapay yüzeyler

2027 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.90'daki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.90 : 2027 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
43.54	0.25	0.0625
44.96	- 1.17	1.3689
42.93	0.86	0.7396
43.74	0.05	0.0025
x = 43.79		[vv] = 2.1735

$$s^2 = \frac{2.1735}{4-1} \quad (6.397)$$

$$s = 0,8512 \rightarrow s \approx 0.85 \quad (6.398)$$

$$A = 43.79 \pm 0.85 \quad (6.399)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 43.79 + (0.674 \times 0.85) \rightarrow A_1 = 44.36 \quad (6.400)$$

$$A_2 = 43.79 - (0.674 \times 0.85) \rightarrow A_2 = 43.22 \quad (6.401)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 43.79 + (1.645 \times 0.85) \rightarrow A_1 = 45.19 \quad (6.402)$$

$$A_2 = 43.79 - (1.645 \times 0.85) \rightarrow A_2 = 42.39 \quad (6.403)$$

Tarım alanları

2027 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.91'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.91 : 2027 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
0.00	0.99	0.9801
0.76	0.23	0.0529
2.22	- 1.23	1.5129
0.96	0.03	0.0009
x = 0.99		[vv] = 2.5468

$$s^2 = \frac{2.5468}{4-1} \quad (6.404)$$

$$s = 0.9214 \rightarrow s \approx 0.92 \quad (6.405)$$

$$A = 0.99 \pm 0.92 \quad (6.406)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 0.99 + (0.674 \times 0.92) \rightarrow A_1 = 1.61 \quad (6.407)$$

$$A_2 = 0.99 - (0.674 \times 0.92) \rightarrow A_2 = 0.37 \quad (6.408)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 0.99 + (1.645 \times 0.92) \rightarrow A_1 = 2.50 \quad (6.409)$$

$$A_2 = 0.99 - (1.645 \times 0.92) \rightarrow A_2 = 0.00 \quad (6.410)$$

6.3.10.7 2030 Yılı için standart sapma ve güven aralığı hesabı

Orman ve yarı doğal alanlar

2030 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.92'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.92 : 2030 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
52.07	- 0.03	0.0009
51.62	0.42	0.1764
52.43	- 0.39	0.1521
x = 52.04		[vv] = 0.3294

$$s^2 = \frac{0.3294}{3-1} \quad (6.411)$$

$$s = 0.4058 \rightarrow s \approx 0.41 \quad (6.412)$$

$$A = 52.04 \pm 0.41 \quad (6.413)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 52.04 + (0.674 \times 0.41) \rightarrow A_1 = 52.32 \quad (6.414)$$

$$A_2 = 52.04 - (0.674 \times 0.41) \rightarrow A_2 = 51.76 \quad (6.415)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 52.04 + (1.645 \times 0.41) \rightarrow A_1 = 52.71 \quad (6.416)$$

$$A_2 = 52.04 - (1.645 \times 0.41) \rightarrow A_2 = 51.37 \quad (6.417)$$

Yapay yüzeyler

2030 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.93'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.93 : 2030 yılı yapay yüzeyler sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
43.54	- 0.14	0.0196
42.93	0.47	0.2209
43.74	- 0.34	0.1156
x = 43.40		[vv] = 0.3561

$$s^2 = \frac{0.3561}{3-1} \quad (6.418)$$

$$s = 0,4220 \rightarrow s \approx 0.42 \quad (6.419)$$

$$A = 43.40 \pm 0.42 \quad (6.420)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 43.40 + (0.674 \times 0.42) \rightarrow A_1 = 43.68 \quad (6.421)$$

$$A_2 = 43.40 - (0.674 \times 0.42) \rightarrow A_2 = 43.12 \quad (6.422)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 43.40 + (1.645 \times 0.42) \rightarrow A_1 = 44.09 \quad (6.423)$$

$$A_2 = 43.40 - (1.645 \times 0.42) \rightarrow A_2 = 42.71 \quad (6.424)$$

Tarım alanları

2030 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 6.94'deki verilere göre ve aşağıda gösterilen standart sapma eşitliği ile hesaplanmıştır. Ardından tahmin

değerinin sırasıyla %50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı aşağıda gösterilen eşitliklerle belirlenmiştir.

Çizelge 6.94 : 2030 yılı tarım alanları sınıfı için standart sapma hesabı.

Tahminler	v	vv
0.00	0.63	0.3969
1.64	- 1.01	1.0201
0.24	0.39	0.1521
x = 0.63		[vv] = 1.5691

$$s^2 = \frac{1.5691}{3-1} \quad (6.425)$$

$$s = 0.8857 \rightarrow s \approx 0.89 \quad (6.426)$$

$$A = 0.63 \pm 0.89 \quad (6.427)$$

A'nın % 50 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 0.63 + (0.674 \times 0.89) \rightarrow A_1 = 1.23 \quad (6.428)$$

$$A_2 = 0.63 - (0.674 \times 0.89) \rightarrow A_2 = 0.03 \quad (6.429)$$

A'nın % 90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı

$$A_1 = 0.63 + (1.645 \times 0.89) \rightarrow A_1 = 2.09 \quad (6.430)$$

$$A_2 = 0.63 - (1.645 \times 0.89) \rightarrow A_2 = 0.00 \quad (6.431)$$

Çizelge 6.95 : 2015, 2017, 2021, 2025, 2027 ve 2030 yılları için tahmin değerleri ve standart sapma değerlerini içeren özet çizelgesi.

	2015	2017	2021	2025	2027	2030
Orman ve Yarı	59.80 ±	58.88 ±	56.87 ±	54.92 ±	53.69 ±	52.04 ±
Doğal Alanlar	0.37	0.45	0.45	0.55	0.72	0.41
Yapay Yüzeyler	35.27 ±	36.84 ±	39.34 ±	42.96 ±	43.79 ±	43.40 ±
	0.66	0.40	0.41	0.94	0.85	0.42
Tarım Alanları	3.64 ±	2.93 ±	2.27 ±	0.43 ±	0.99 ±	0.63 ±
	0.70	0.47	0.94	0.70	0.92	0.89

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada İstanbul İli Sarıyer İlçesi'ndeki arazi kullanımı değişimi irdelenmiştir. Sarıyer İlçesi'ne yönelik böyle bir çalışmada zaman serileri analizi yöntemi ilk kez kullanılmıştır.

Çalışmaya başlamadan önce zaman serileri analizi yöntemi ve değişim analizi yöntemi ile ilgili çeşitli çalışmalar incelenmiş ve literatür özeti kısmında bir araya toplanmıştır. Uzaktan algılamanın temel prensipleri; elektromanyetik spektrum ve cisimlerin spektral yansıtma özellikleri ikinci bölümde, sayısal görüntü işleme teknikleri; sayısal görüntü, çözünürlük kavramı ve sınıflandırma işlemi üçüncü bölümde, değişim analizi, zaman serisi analizi ve yöntemleri dördüncü bölümde açıklanmıştır. Çalışma alanının coğrafi konumu ile fiziksel özellikleri, meteorolojik özellikleri ile bitki örtüsü ve arazi kullanımı ve çevre sorunları hakkında bilgi beşinci bölümde verilmiştir. Aynı şekilde kullanılan veriler de beşinci bölümde sıralanmıştır.

Uygulama aşamasında ilk olarak sınıflandırma işlemi; kontrolsüz sınıflandırma, kontrollü sınıflandırma ve doğruluk analizi işlem adımları sırasıyla gerçekleştirilmiştir. Bu işlem sonucu CORINE veri tabanı birinci seviyesine ait dört adet sınıf belirlenmiştir. Bunlar; orman ve yarı doğal alanlar, yapay yüzeyler, su varlığı ve tarım alanlarıdır. Her işlem sekiz adet uydu görüntüsünün her birine uygulanmıştır. Sınıflandırma aşamasıyla ilgili sonuçları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

- Her bir görüntü için dört adet sınıfın kapladıkları alanlar belirlenmiştir.
- Sınıflandırma aşamasından geçmiş uydu görüntüleri ile değişim analizi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem ile 7 adet değişim analizi görüntüsü elde edilmiştir. Bu görüntülerde hangi alanın hangi alana dönüştüğünü gözlemlemek mümkün olmuştur.

- Sınıflandırma aşamasında son olarak doğruluk analizi işlem adımı gerçekleştirilmiştir. Bu sayede sınıflandırma sonuçlarının kabul edilebilir değerlerde olduğu gözlenmiştir.
- Sınıflandırma işlemine yardımcı olması ve bölge ile ilgili genel bilgi edinebilmek amacıyla bir adet arazi çalışması gerçekleştirilmiş, fotoğraf çekilmiş ve GPS ölçmesi yapılmıştır. GPS ölçmeleri yapılan noktalar 8 Eylül 2010 tarihli görüntü üzerinde işaretlenerek gösterilmiştir.

Çalışma sonuçlarını değerlendirmede ikinci aşama öngörü aşamasıdır. Sınıflandırma sonuçları ile zaman serileri oluşturulmuş ve doğrusal trend analizi yapılmıştır. Bu aşama ile ilgili sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Toplam dokuz adet veri seti oluşturulmuş ve dokuz adet analiz yapılmıştır.
- Analizlerde hektar cinsinden olan sayısal değerler kullanılmamıştır. Bunun yerine hangi görüntüde hangi sınıfın ne kadar alan kapladığı yüzdelik olarak belirlenmiş ve bu değerlerle çalışılmıştır.
- Veri setleri oluşturulurken, düzensiz biçimde ya da sadece bir kez toplanmış verilerden zaman serisi elde edilemeyeceği bilgisi dikkate alınarak, her bir veri setinde görüntüler arasındaki zaman farklarının olabildiğince sabit tutulmasına dikkat edilmiştir.
- Analiz 1’de 2000, 2005 ve 2010 yıllarından oluşan 10 yıllık bir veri setiyle çalışılmıştır. Bu analiz sonucunda 2015, 2020, 2025 ve 2030 yılları için tahmin yapılmıştır.
- Analiz 2’de 1987, 1997 ve 2005 yıllarından oluşan 18 yıllık bir veri seti ile çalışılmıştır. Burada 2005 yılı 2007 yılı yerine kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda 2017 ve 2027 yılları için tahmin yapılmıştır. Aynı şekilde Analiz 3’de 1987, 1997 ve 2009 yıllarından oluşan 22 yıllık bir veri seti ile çalışılmıştır. Burada 2009 yılı 2007 yılı yerine kullanılmıştır. Sonuçta 2017 ve 2027 yılları için tahmin yapılmıştır. Burada düzenli aralıklarla oluşturulmayan veri setlerinden güvenilir sonuçlar elde etmenin mümkün olmadığı gösterilmiştir.

- Analiz 4 için aralık 10 yıl olarak belirlenmiştir. 1987 ve 1997 yıllarına ait veriler elde mevcuttur. Ancak, 2007 yılı mevcut olmadığı için 2005 ve 2009 yıllarına ait verilerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Bu sayede 20 yıllık veri setinin istenildiği gibi 10 yıl aralıkla oluşturulması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu şekilde 2017 ve 2027 yılları için tahmin yapılmıştır.
- Analiz 5'te 2001, 2003 ve 2005 yıllarından oluşan 4 yıllık bir veri seti oluşturulmuştur. Veri setlerinin en az 7 yıllık oluşturulması uygun görüldüğü halde, eldeki verilerle 2007 yılını tahminleyebilmek amacıyla bu veri seti ile çalışılmasına karar verilmiştir. Bu şekilde 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023, 2025, 2027, ve 2029 yılları için tahmin yapılmıştır.
- Analiz 6 için aralık 10 yıl olarak belirlenmiştir. Ancak, 2007 yılı mevcut olmadığı için bir önceki analizde tahmin edilen 2007 yılı değerleri hesap işlemine dahil edilmiştir. Bu sayede veri setinin istenildiği gibi 10 yıl aralıkla oluşturulması sağlanmaya çalışılmıştır. Tahmin değerleri ile 1987 ve 1997 yıllarına ait veriler birleştirilerek oluşturulan set ile çalışılmıştır. Bu şekilde 2017 ve 2027 yılları için tahmin yapılmıştır. Daha sonra gerçekleştirilen standart sapma ve güven aralığı hesaplarında, 2007 yılına ait değerlerin trend analizi hesapları sonucunda elde edilmiş olması sebebiyle bu analizin sonuçları dikkate alınmıştır.
- Analiz 7 için 3 yıl aralıklı 1997, 2000 ve 2003 yılları ile 6 yıllık bir veri seti oluşturulmuştur. Bu analiz sonucunda elde edilecek tahmin değerlerinin yöntemin uygulanmasına yönelik yapılan bu örnek çalışmaya katkı sağlaması beklenmiştir. Bu sebeple, 7 yıldan kısa olmasına rağmen bu veri seti ile çalışılmasına karar verilmiştir. Bu şekilde 2006, 2009, 2012, 2015, 2018, 2021, 2024, 2027 ve 2030 yılları için tahmin yapılmıştır.
- Analiz 8 için 3 yıllık aralıklarla 1997, 2000, 2003, 2009 yılları ile 12 yıllık bir veri seti oluşturulmuştur. 2003 ve 2009 yılları arasında olması gereken 2006 yılı için de bir önceki analizde tahmin edilen değerler kullanılmıştır. Böylelikle elde mevcut bulunan 2009 yılına ait verilerin bir analiz içerisinde değerlendirilmesi mümkün olmuştur. Bu şekilde 2012, 2015, 2018, 2021, 2024, 2027 ve 2030 yılları için tahmin yapılmıştır.

- Analiz 9 için 4 yıl aralıkla 1997, 2001, 2005 ve 2009 yıllarına ait verilerle 12 yıllık bir veri seti oluşturulmuştur. Bu şekilde 2013, 2017, 2021, 2025 ve 2029 yılları için tahmin yapılmıştır. Bu analiz sonucunda yapay yüzeyler sınıfında artış gözlenirken, orman ve yarı doğal alanlar ile tarım alanları sınıflarında azalma gözlenmiştir. Buna ek olarak 2029 yılında tarım alanlarının yok olmaya çok yaklaştığı bilgisine ulaşmak mümkün olmuştur.
- Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, istinasız bütün analizlerde orman ve yarı doğal alanlar sınıfı ile tarım alanları sınıfında azalma, yapay yüzeyler sınıfında ise artma görülmüştür. Buna ek olarak analiz 1 ve analiz 8’de 2030 yılında, analiz 9’da ise 2029 yılında tarım alanlarının yok olma seviyesine geldiği şeklinde sonuçlar elde edilmiştir.
- Analiz sonuçlarının kontrolü aşamasında 2009, 2015, 2017, 2021, 2025, 2027, ve 2030 yılları için standart sapma ve güven aralığı hesaplanmıştır. Böylece tahmin değerlerinin doğrulukları gösterilmiştir.
- Çalışma sonucunda doğrusal trend analizi yöntemi ile 2015, 2017, 2021, 2025, 2027 ve 2030 yıllarındaki orman ve yarı doğal alanlar, yapay yüzeyler ile tarım alanları sınıflarının nasıl değişim göstereceği ile ilgili olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışma incelendiğinde, 1987 yılından 2030 yılına kadar; orman ve yarı doğal alanlarda % 30.65 oranında azalma, yapay yüzeylerde % 212.46 oranında artış ve tarım alanlarında % 93.97 oranında azalma olduğu , 1987 yılından 2010 yılına kadar; orman ve yarı doğal alanlarda % 17.79 oranında azalma, yapay yüzeylerde % 135.28 oranında artış, tarım alanlarında % 55.69 oranında azalma olduğu, 2010 yılından 2030 yılına kadar; orman ve yarı doğal alanlarda % 15.64 oranında azalma, yapay yüzeylerde % 32.80 oranında artış, tarım alanlarında % 86.39 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Çalışma genel olarak değerlendirildiğinde İstanbul İli Sarıyer İlçesi sınırları içerisinde mevcut olan yapay yüzeylerde artış, tarım alanları ile orman ve yarı doğal alanlarda azalma söz konusu olacağı öngörülmüştür.

Bu çalışma geliştirilmeye ve detaylandırılmaya uygundur. İlçenin yıllara göre nüfus verileri temin edilip, sınıfların yıllara göre alansal değişimleri ile arasındaki korelasyonun belirlenmesinde kullanılabilir. Bu amaç için çeşitli matematiksel ya da

istatistiksel modellerden yararlanmak mümkündür. Çalışmayı geliştirmeye yönelik bir diğer fikir de yapılması muhtemel olan üçüncü köprünün ilçeye etkilerinin araştırılmasıdır. Bu fikir için Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'nün ilçede meydana getirdiği değişimleri incelemek faydalı olacaktır. Aynı şekilde ilçedeki değişimin incelenmesi sırasında sosyal ve ekonomik değerlendirmeler de dikkate alındığında yapılaşmanın takip edilmesi ve orman alanlarının mevcut durumunun korunması çalışmalarında yetkili ve ilgili kişilere fayda sağlayacak sonuçların elde edilmesi mümkündür.

KAYNAKLAR

- Abu Hashem, A.A., Abu – Elhassan, A. ve Kheirallah, H.N.** (1990). Time series analysis of rainfall in Alexandria, Egypt. Adres: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=688517, Alındığı Tarih: 19.04.2011.
- Acker, J.G., McMahon, E., Shen, S., Hearty, T. ve Casey, N.** (2009). Time – series analysis of remotely – sensed SeaWIFS chlorophyll in river – influenced coastal regions. EARSel eProceedings. Adres: http://www.e proceedings.org/static/vol08_2/08_2_acker1.pdf, Alındığı Tarih: 18.04.2010.
- Akar, T.** (2000). *Akarsu askı maddesi debilerinin zaman serileriyle modellenmesi ve hazne ölü hacim tahmini*, (doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akdi, Y.** (2003). *Zaman Serileri Analizi (Birim Kökler ve Kointegrasyon)*. Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Akın, A.** (2007). *Çukurova Deltası kıyı alanında arazi örtüsü değişimlerinin belirlenmesinde farklı uzaktan algılama yöntemlerinin değerlendirilmesi*, (yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Akyılmaz, O.** (2009). Matematik İstatistik ve Hipotez Testleri, Ders Notları.
- Aysu, Ç.** (1989). *Boğaziçinde mekansal değişim*, (doktora tezi), İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.
- Başayığit, L.** (2003). CORINE arazi kullanımı sınıflandırma sistemine göre arazi kullanım haritasının hazırlanması: Isparta örneği. *Tarım Bilimleri Dergisi*, **10 (4)**, 366 – 374. Alındığı Adres: <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/15/1333/15421.pdf>, Alındığı Tarih: 18.12.2011.
- Bayburt, S.** (2009). *Uydu görüntülerinin piksel ve nesne tabanlı sınıflandırma sonuçlarının karşılaştırılması (Doğu Trakya Bölgesi örneği)*, (yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bozkurt, H.** (2007). *Zaman Serileri Analizi*. Ekin Kitabevi, Ankara.
- Bozkurt, E.** (2003). *Köyceğiz Lagünü su seviyesi değişiminin zaman serisi analizi*, (yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Campbel, J.B.** (2002). *Introduction To Remote Sensing*. Third Edition, London and New York.

- Çelik, H.** (2006). *İstanbul Sarıyer İlçesine ait uzaktan algılama uydu verileri ile mekansal veri analizleri* (yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çetin, M. ve Musaoğlu, N.** (2008). İbrelî orman türlerinin hiperspektral uydu görüntüsü ile ayırt edilebilirliğinin araştırılması. *İTÜ Dergisi/d, Mühendislik, Cilt: 7, Sayı: 5*, 34 – 40.
- Çetinkaya, B ve Toz, G.** (2007). Coğrafi veri seçim işlemi sonuçlarının değerlendirilmesinde hata matrisinin kullanımı. *İTÜ Dergisi/d, Mühendislik, Cilt: 6, Sayı: 5-6*, 59 – 68.
- Congalton R. G. ve Green K.** (1999). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. Lewis Publication, Boca Raton, Florida.
- Duran, C.** (2007). Uzaktan algılama teknikleri ile bitki örtüsü analizi. *Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, DOA Dergisi, 13*, 45 – 46 Alındığı Adres: <http://www.doa.gov.tr/doadergisi/doa13/algilama.pdf>, Alındığı Tarih: 18.12.2011.
- Eğrioğlu, E. ve Aladağ, Ç.H.** (2006). Yapay sinir ağları ve ARIMA modellerinin melez yaklaşımı ile zaman serilerinde öngörü. Adres: <http://www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o15s3.pdf>, Alındığı Tarih: 7.12.2011.
- Erdas Field Guide**, (1991). Second Edition, Erdas Inc. Atlanta, GA, USA.
- Erdoğan, H. ve Gülal, E.** (2009). Boğaziçi Köprüsü hareketlerinin zaman dizileri analizi ile belirlenmesi. *HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 100*, 3 – 12 Alındığı Adres: http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/33943ff8a14617d_ek.pdf, Alındığı Tarih: 19.04.2010.
- Erol, E. ve Çanga, M. R.** (2003). Coğrafi bilgi sistemi tekniği kullanılarak erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (2)*, 136 – 143. Alındığı Adres: <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/15/1322/15246.pdf>, Alındığı Tarih: 18.12.2011.
- Ekercin, S.** (2007). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri entegrasyonu ile Tuz Gölü vey akın çevresinin zamana bağlı değişim analizi*, (doktora tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Fitzpatrick – Lins, K.** (1981). Comparison of sampling procedures and data analysis for a land use and land cover map. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 47*, 343 – 351.
- Hanedar, A.Ö., Akkaya, O. ve Bizim, Ç.** (2005). Durağanlık Analizi, Birim Kök Testleri ve Trend. Adres: <http://www.deu.edu.tr/userweb/onder.hanedar/dosyalar/Metin.pdf>. Alındığı Tarih: 04.12.2011.
- Harrison, B.A. ve Jupp, D.L.B.** (1990). *Introduction to remotely sensed data*. CSIRO, Australia.

- Kaynar, O. ve Taştan, S.** (2009). Zaman serisi analizinde MLP yapay sinir ağları ve ARIMA modelinin karşılaştırılması. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, **33**, 161 – 172. Alındığı Adres: <http://iibf.erciyes.edu.tr/dergi/sayi33/9.k%C4%B1s%C4%B1m.pdf>, Alındığı Tarih: 19.04.2010.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. ve Chipman, J.W.** (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation*. Fifth Edition, Wiley, USA.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. ve Chipman, J.W.** (2008). *Remote Sensing and Image Interpretation*. Sixth Edition, Wiley, USA.
- Mather, P.M.** (1999). *Computer Processing of Remotely – Sensed Images : An Introduction*, John Wiley & Sons, USA.
- Musaoğlu, N.** (1999). *Elektro – optic ve aktif mikrodalga algılayıcılarından elde edilen uydu verilerinden orman alanlarında meşcere tiplerinin ve yetiştirme ortamı birimlerinin belirlenme olanakları*, (doktora tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Neteler, M.** (2004). MODIS time series remote sensing for epidemiological modeling. International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences. Adres: <http://gisws.media.osaka-cu.ac.jp/gisideas04/viewpaper.php?id=81>. Alındığı Tarih: 18.04.2010.
- Ogata, S., Kirimoto, K. ve Ide, M.** (2002). Time series image analysis of Dalian, China by remote sensing, *Trans. of the Society of Instrument and Control Engineers*, 2099 – 2101. Adres: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=1195719. Alındığı Tarih: 19.04.2010.
- Onur, I.** (2007). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemleriyle kıyı bölgelerde arazi örtüsü/arazi kullanımı değişiminin izlenmesi ve analizi: Antalya-Kemer örneği*, (yüksek lisans tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Oruç, M.** (2002). *Zonguldak bölgesindeki doğal olmayan çevresel değişimlerin uydu görüntü verileri ile analizi*, (yüksek lisans tezi), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Örmeci, C.** (1987). *Uzaktan Algılama (Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri)*. Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul.
- Örüklü, E.** (1988). *Uzaktan Algılama*. Yıldız Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Piwowar, J.M. ve Ledrew, E.F.** (2002). ARMA time series modeling of remote sensing imagery: a new approach for climate change studies. *International Journal of Remote Sensing*, **24**, 5225 – 5248. Adres: <http://dx.doi.org/10.1080/01431160110109552> Alındığı Tarih: 19.04.2010.
- Ramachandra, T.V. ve Kumar, U.**, (2004). Geographic resources decision support system for land use, land cover dynamics analysis. Proceedings of the FOSS/GRASS Users Conference, Bangkok, Thailand. Adres: <http://gisws.media.osaka-cu.ac.jp/grass04/viewpaper.php?id=5> Alındığı Tarih: 17.02.2012

- Richards, J.A.** (1999). *Remote Sensing Digital Image Analyst*. Third Edition, Springer Verlag, Berlin NY.
- Url-1** < <http://www.sariyer.bel.tr/sayfalar/738/sariyer-tarihi.aspx> >, alındığı tarih: 11.10.2011.
- Url-2** < <http://tr.wikipedia.org/wiki/Sar%C4%B1yer> >, alındığı tarih: 11.10.2011.
- Url-3** < <http://web.sakarya.edu.tr/~adurmus/statistik/acikogretim/unite14.pdf> >, alındığı tarih: 13.10.2011.
- Url-4** <http://tr.wikipedia.org/wiki/Zaman_serisi>, alındığı tarih: 7.12.2011.
- Url-5** <<http://www.cscrs.itu.edu.tr/content/uzaktanalgilama.php#> > alındığı tarih: 29.11.2011.
- Url-6** < <http://www.yildiz.edu.tr/~bayram/sgi/saygi.htm> > alındığı tarih: 02.12.2011.
- Url-7** <<http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>> alındığı tarih: 02.12.2011.
- Url-8** <http://www.sariyer.bel.tr/userfiles/files/Sariyer_Belediyesi_2010_2014_Stratejik_Plan.pdf > alındığı tarih: 11.12.2011.
- Url-9** < <http://www.gislab.ktu.edu.tr/gisnedir/cbs.htm> > 11.12.2011.
- Uzel, S.,** (2008). *Zaman serisi analizi yöntemi üzerine bir uygulama*, (yüksek lisans tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldırım, K.S., İnce, C. ve Kalaycı, T.E.** (2003). Görüntü İşleme. Adres: <http://yzgrafik.ege.edu.tr/~tekrei/dosyalar/sunum/gi.pdf>, Alındığı Tarih: 01.12.2011.
- Van Genderen, J.L. ve Lock, B.F.** (1977). Testing land use map accuracy. *Photogrametric Engineering and Remote Sensing*, **43**, 1135 – 1137.
- Vural, E.** (2008). *Boğaziçi sit alanındaki arazi kullanımının zamansal değerlendirmesi* (yüksek lisans tezi). İstanbul teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

EKLER

EK A: Standart normal dağılım tablosu.

EK B: Çalışma alanına ait GPS tablosu ve fotoğraflar.

EK C: Sınıflandırılmış görüntüler.

EK D: Değişim analizi görüntüleri ve değişim analizi tabloları.

EK A: Standart normal dağılım tablosu.

Çizelge A 1: Standart normal dağılım tablosu.

Z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	0	0,003989	0,007978	0,011966	0,015953	0,019939	0,023922	0,027903	0,031881	0,035856
0,1	0,039828	0,043795	0,047758	0,051717	0,05567	0,059618	0,063559	0,067495	0,071424	0,075345
0,2	0,07926	0,083166	0,087064	0,090954	0,094835	0,098706	0,102568	0,10642	0,110261	0,114092
0,3	0,117911	0,12172	0,125516	0,1293	0,133072	0,136831	0,140576	0,144309	0,148027	0,151732
0,4	0,155422	0,159097	0,162757	0,166402	0,170031	0,173645	0,177242	0,180822	0,184386	0,187933
0,5	0,191462	0,194974	0,198468	0,201944	0,205401	0,20884	0,21226	0,215661	0,219043	0,222405
0,6	0,225747	0,229069	0,232371	0,235653	0,238914	0,242154	0,245373	0,248571	0,251748	0,254903
0,7	0,258036	0,261148	0,264238	0,267305	0,27035	0,273373	0,276373	0,27935	0,282305	0,285236
0,8	0,288145	0,29103	0,293892	0,296731	0,299546	0,302337	0,305105	0,30785	0,31057	0,313267
0,9	0,31594	0,318589	0,321214	0,323814	0,326391	0,328944	0,331472	0,333977	0,336457	0,338913
1	0,341345	0,343752	0,346136	0,348495	0,35083	0,353141	0,355428	0,35769	0,359929	0,362143
1,1	0,364334	0,3665	0,368643	0,370762	0,372857	0,374928	0,376976	0,379	0,381	0,382977
1,2	0,38493	0,386861	0,388768	0,390651	0,392512	0,39435	0,396165	0,397958	0,399727	0,401475
1,3	0,4032	0,404902	0,406582	0,408241	0,409877	0,411492	0,413085	0,414657	0,416207	0,417736
1,4	0,419243	0,42073	0,422196	0,423641	0,425066	0,426471	0,427855	0,429219	0,430563	0,431888
1,5	0,433193	0,434478	0,435745	0,436992	0,43822	0,439429	0,44062	0,441792	0,442947	0,444083
1,6	0,445201	0,446301	0,447384	0,448449	0,449497	0,450529	0,451543	0,45254	0,453521	0,454486
1,7	0,455435	0,456367	0,457284	0,458185	0,45907	0,459941	0,460796	0,461636	0,462462	0,463273
1,8	0,46407	0,464852	0,46562	0,466375	0,467116	0,467843	0,468557	0,469258	0,469946	0,470621

1,9	0,471283	0,471933	0,472571	0,473197	0,47381	0,474412	0,475002	0,475581	0,476148	0,476705
2	0,47725	0,477784	0,478308	0,478822	0,479325	0,479818	0,480301	0,480774	0,481237	0,481691
2,1	0,482136	0,482571	0,482997	0,483414	0,483823	0,484222	0,484614	0,484997	0,485371	0,485738
2,2	0,486097	0,486447	0,486791	0,487126	0,487455	0,487776	0,488089	0,488396	0,488696	0,488989
2,3	0,489276	0,489556	0,48983	0,490097	0,490358	0,490613	0,490863	0,491106	0,491344	0,491576
2,4	0,491802	0,492024	0,49224	0,492451	0,492656	0,492857	0,493053	0,493244	0,493431	0,493613
2,5	0,49379	0,493963	0,494132	0,494297	0,494457	0,494614	0,494766	0,494915	0,49506	0,495201
2,6	0,495339	0,495473	0,495604	0,495731	0,495855	0,495975	0,496093	0,496207	0,496319	0,496427
2,7	0,496533	0,496636	0,496736	0,496833	0,496928	0,49702	0,49711	0,497197	0,497282	0,497365
2,8	0,497445	0,497523	0,497599	0,497673	0,497744	0,497814	0,497882	0,497948	0,498012	0,498074
2,9	0,498134	0,498193	0,49825	0,498305	0,498359	0,498411	0,498462	0,498511	0,498559	0,498605
3	0,49865	0,498694	0,498736	0,498777	0,498817	0,498856	0,498893	0,49893	0,498965	0,498999

EK B**Çizelge B.1 : GPS ölçme tablosu.**

NOKTA NO	E	N	Z(m)	AÇIKLAMA
1	35671898	4557015	48	Mehmet Efendi Sk. Kireçburnu (14:35)
2	35671896	4557050	48	Alakır Sk. Kireçburnu (14:37)
3	35673759	4561364	23	Maslak Sk. (15:05)
4	35672008	4561565	108	Rumeli Kavağı – Garipçe Yolu (15:15)
5	35672525	4562251	207	Koç Ünsiversitesi Yolu (Garipçe tabelasından saptıktan sonra) (15:23)
6	35673282	4562741	205	Koç Üniversitesi (15:30)
7	35676357	4565330	64	Garipçe Mezarlığı (15:40)
8	35676841	4564637	0	Garipçe Sahil (15:45)
9	35670605	4568036	11	Kilyos Merkez (16:16)
10	35670512	4568251	8	Kilyos Merkez (16:23)
11	35670729	45688471	8	Kilyos, Jandarmayı Geçince (16:33)
12	35670817	4568629	9	Kilyos, Tahsiliye Cd. (16:40)
13	35669614	4563877	51	Zekeriya köy Merkez (16:48)



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

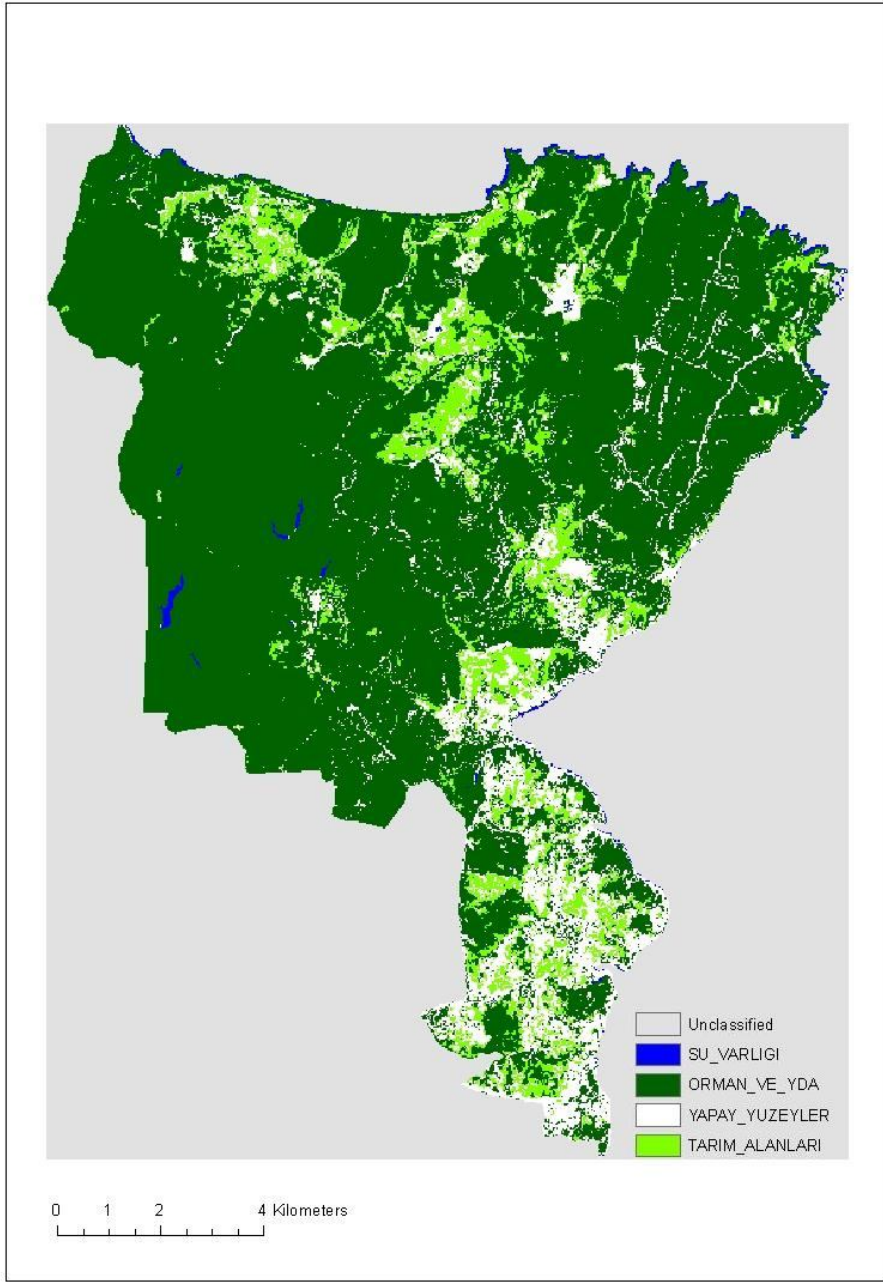


(g)

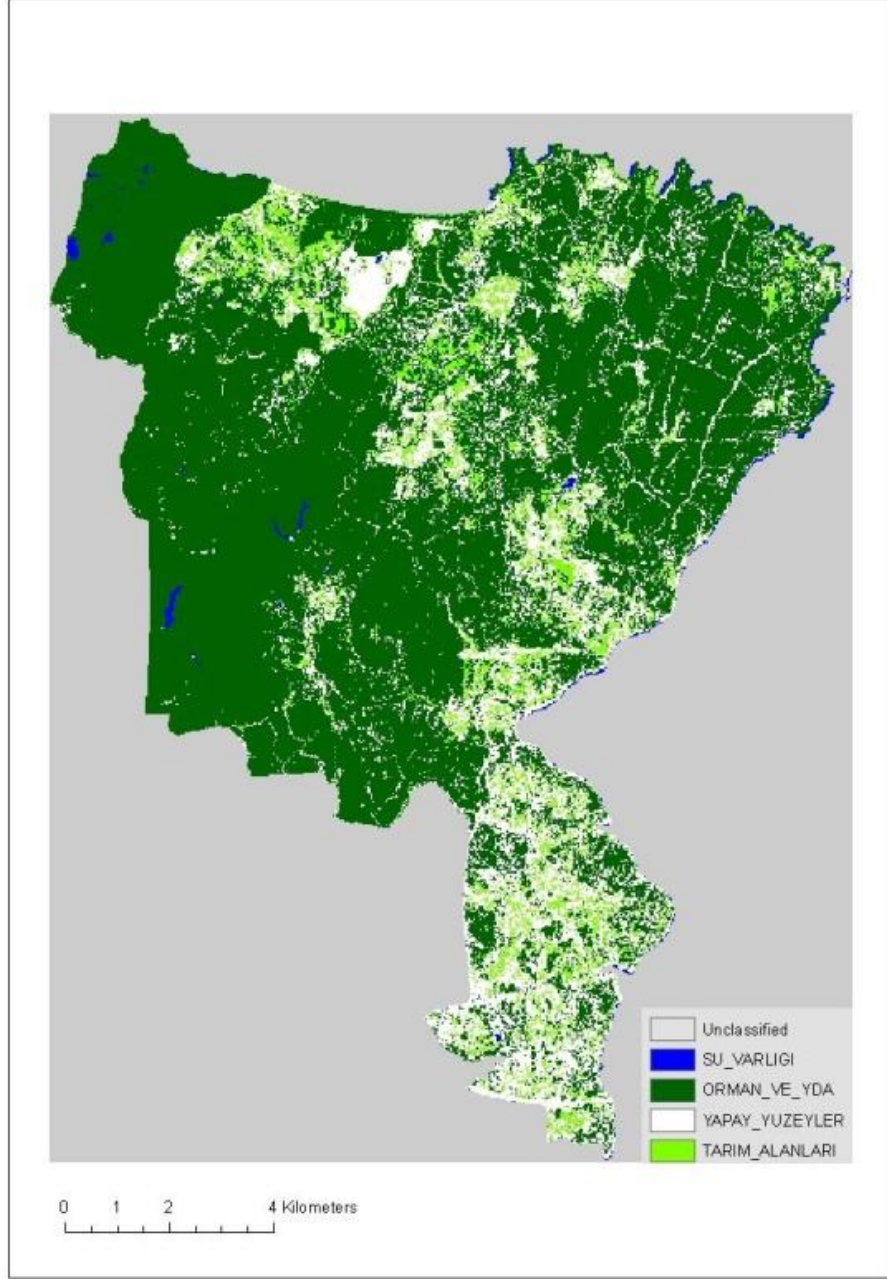


(h)

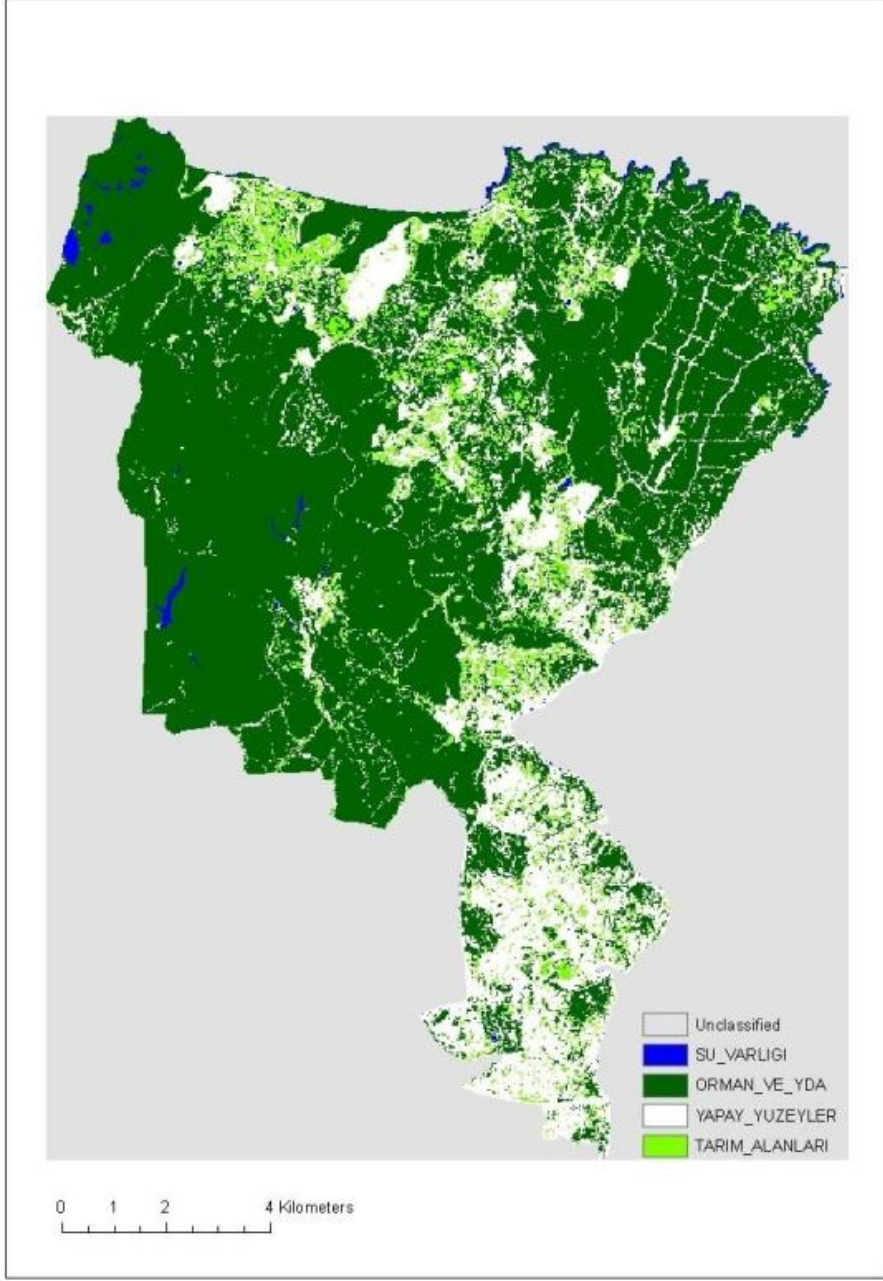
Şekil B.1 : Çalışma alanının çeşitli fotoğrafları : (a) Yapay yüzeyler – 1. (b) Orman ve yarı doğal alanlar ile karışmış yapay yüzeyler. (c) Orman ve yarı doğal alanlar – 1. (d) Yapay yüzeyler – 2. (e) Yapay yüzeyler – 3. (f) Yapay yüzeyler – 4. (g) Orman ve yarı doğal alanlar – 2. (h) Bir kumsal görünümü.



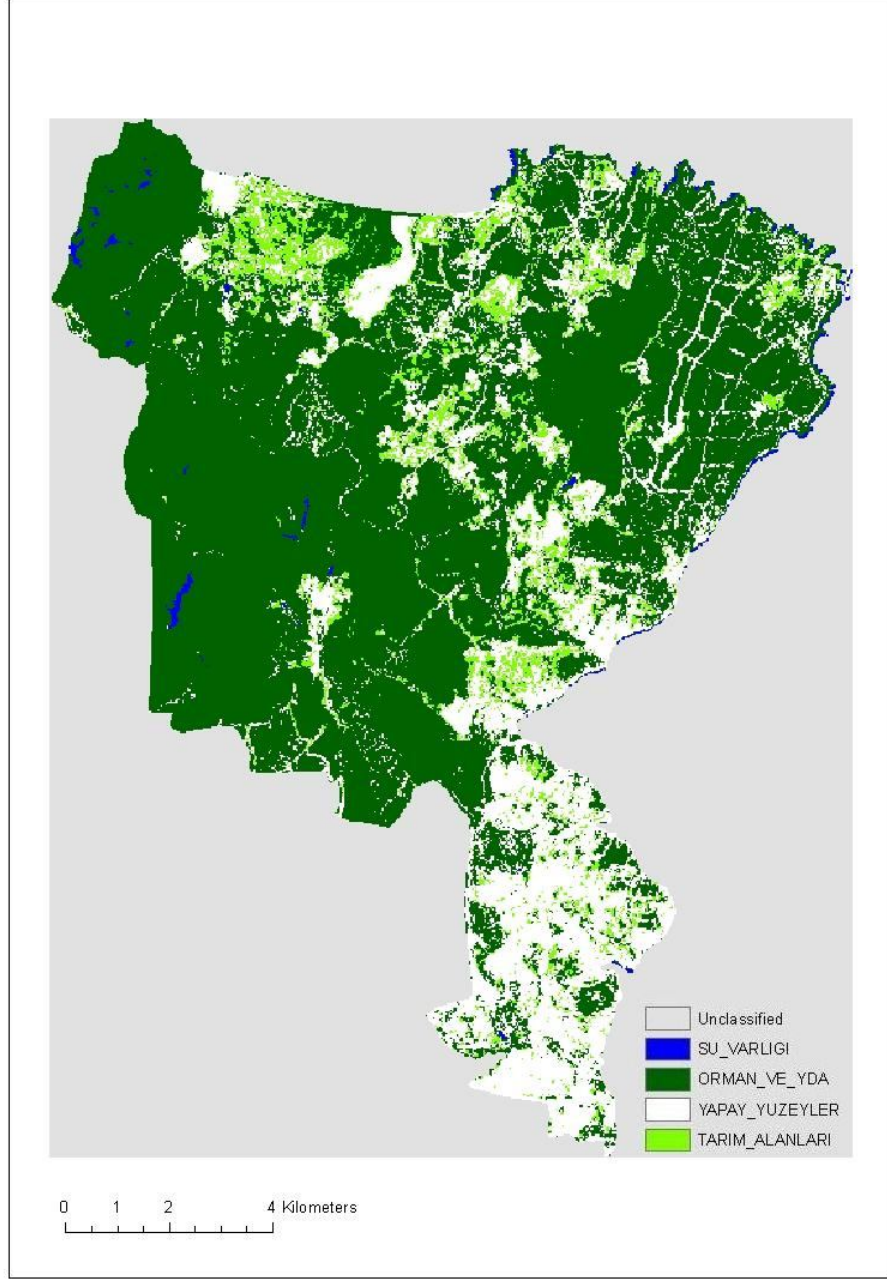
Şekil C.1 : Sınıflandırılmış 1987 yılı görüntüsü.



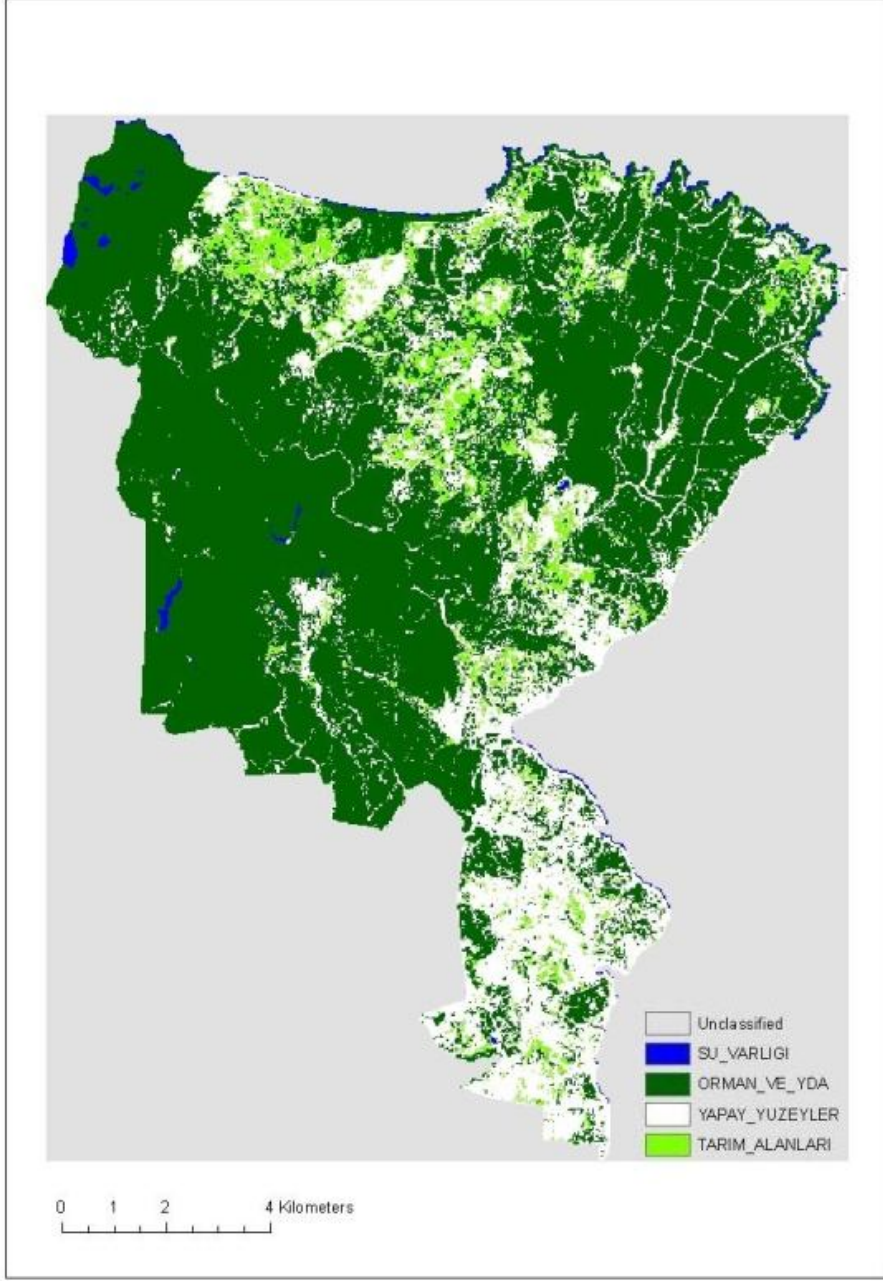
Şekil C.2 : Sınıflandırılmış 1997 yılı görüntüsü.



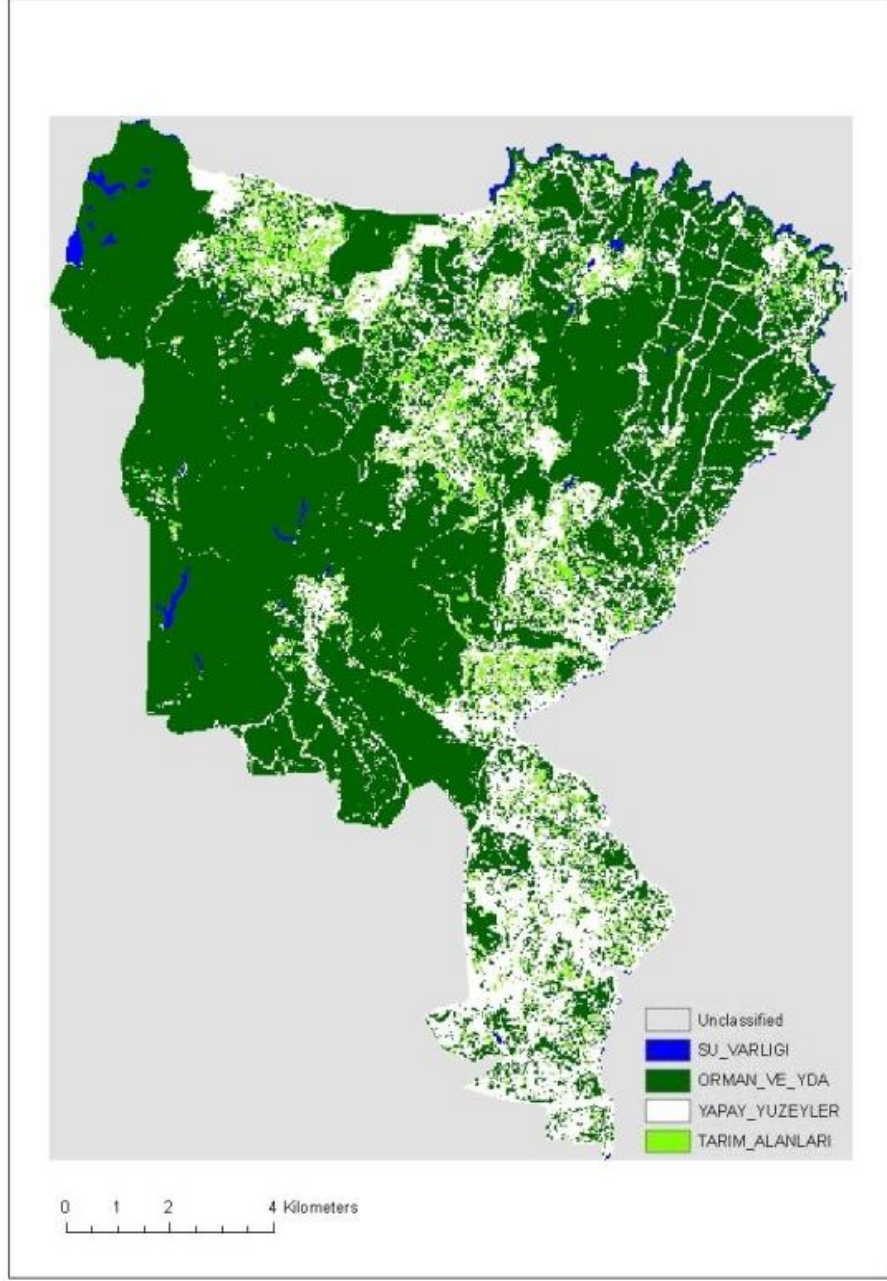
Şekil C.3 : Sınıflandırılmış 2000 yılı görüntüsü.



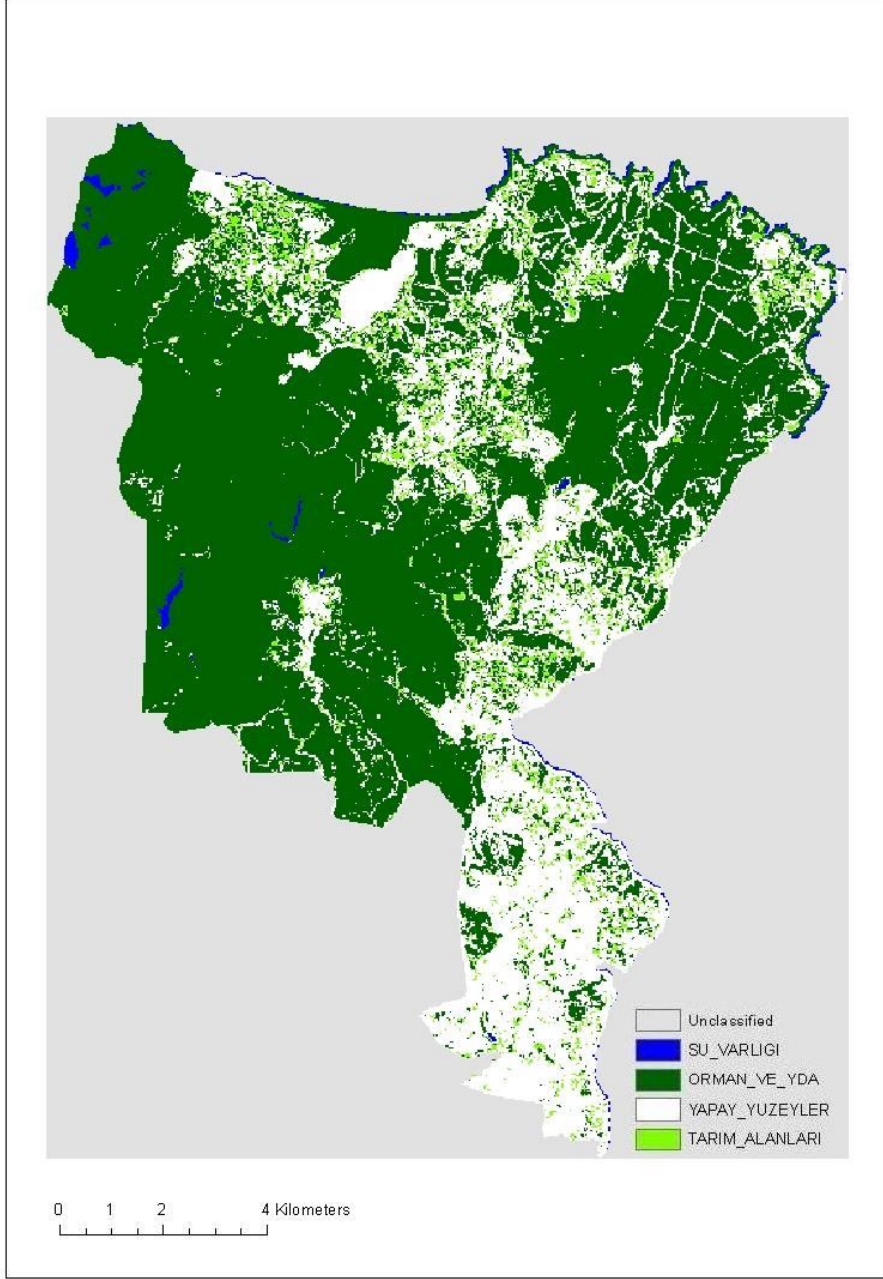
Şekil C.4 : Sınıflandırılmış 2001 yılı görüntüsü.



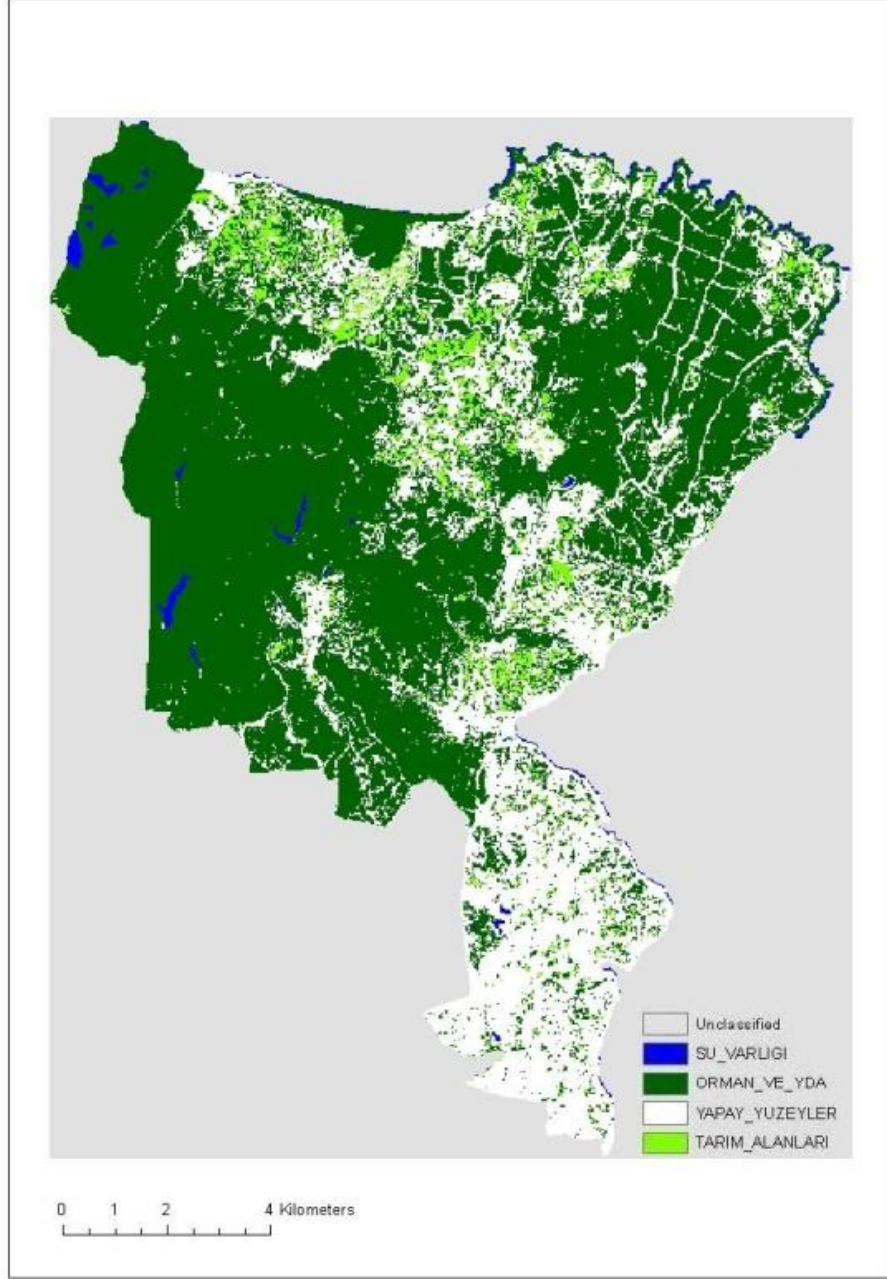
Şekil C.5 : Sınıflandırılmış 2003 yılı görüntüsü.



Şekil C.6 : Sınıflandırılmış 2005 yılı görüntüsü.

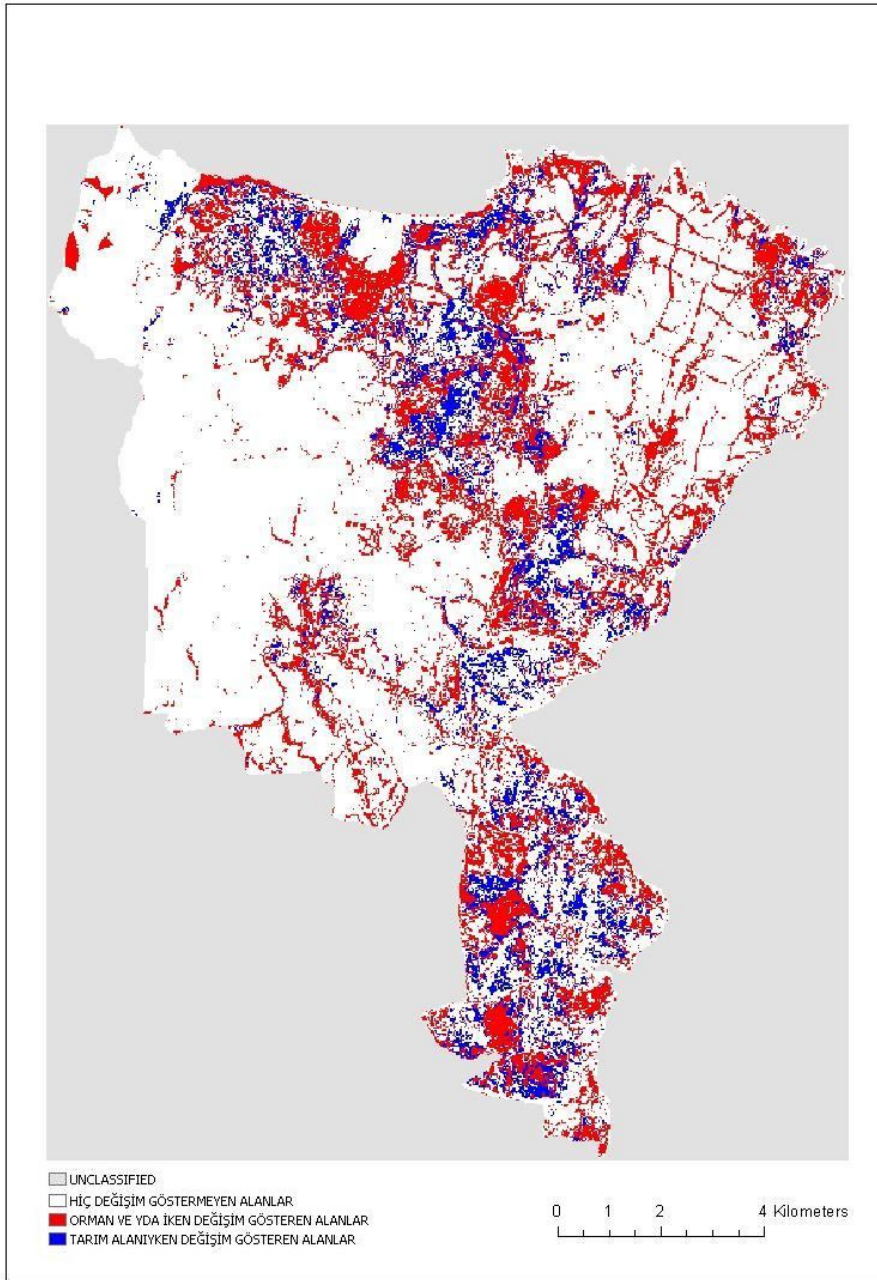


Şekil C.7 : Sınıflandırılmış 2009 yılı görüntüsü.

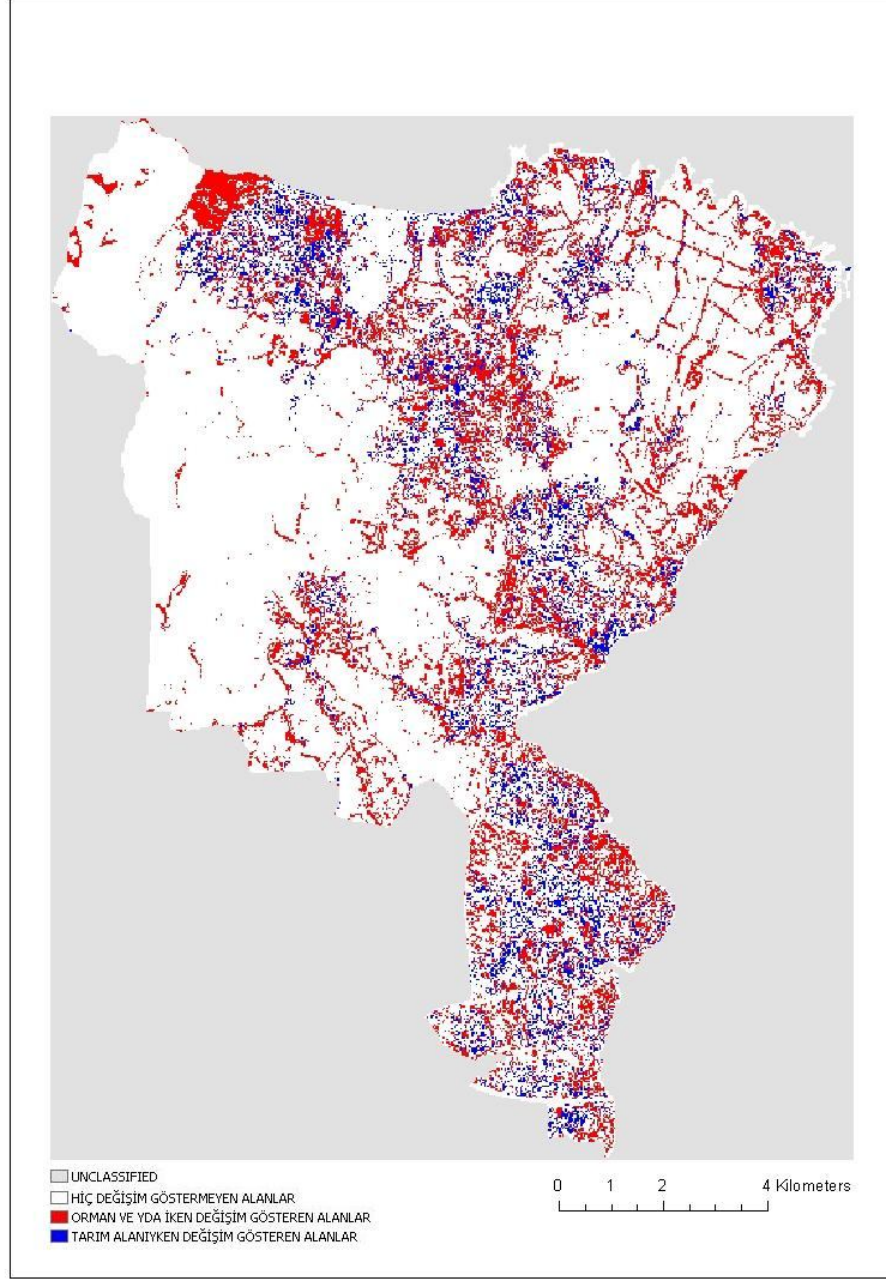


Şekil C.8 : Sınıflandırılmış 2010 yılı görüntüsü.

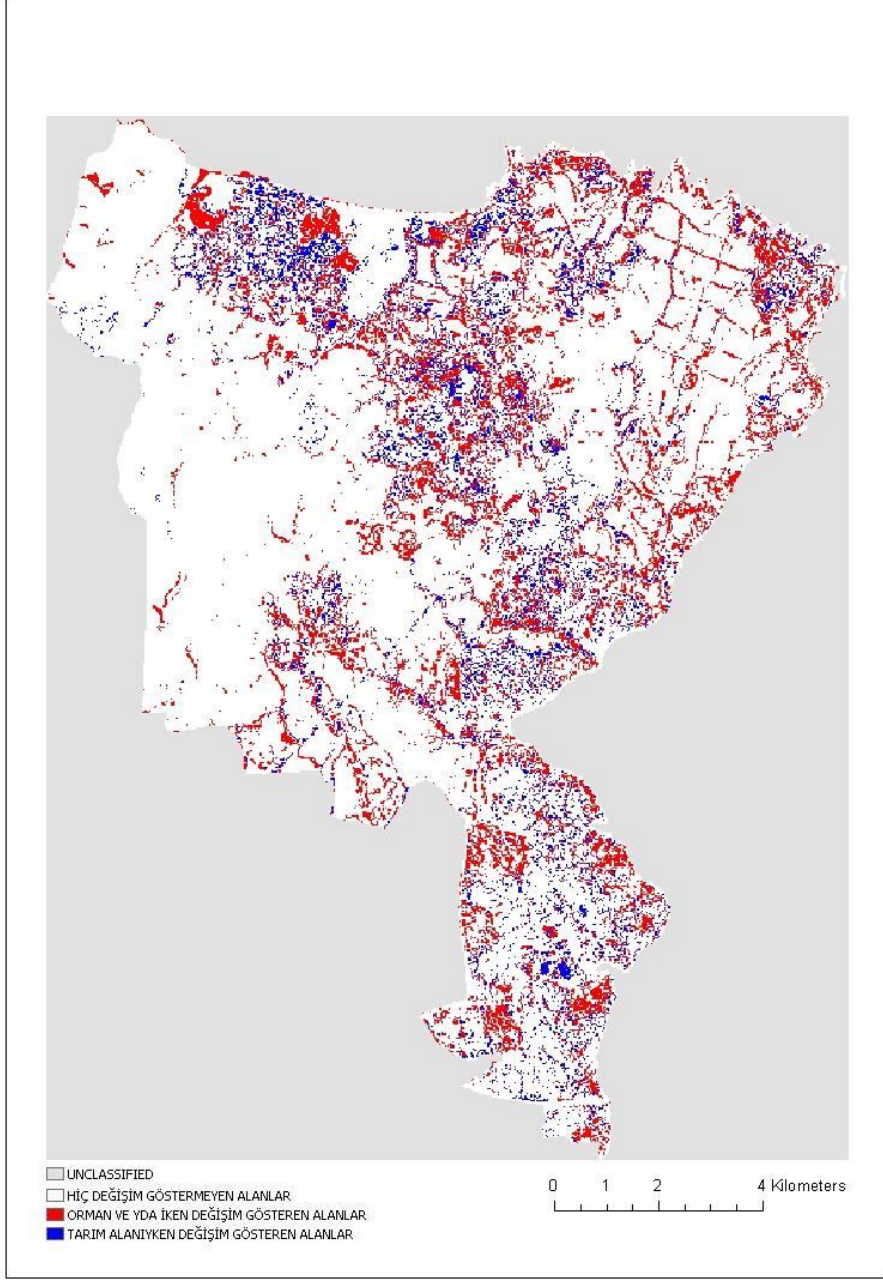
EK D



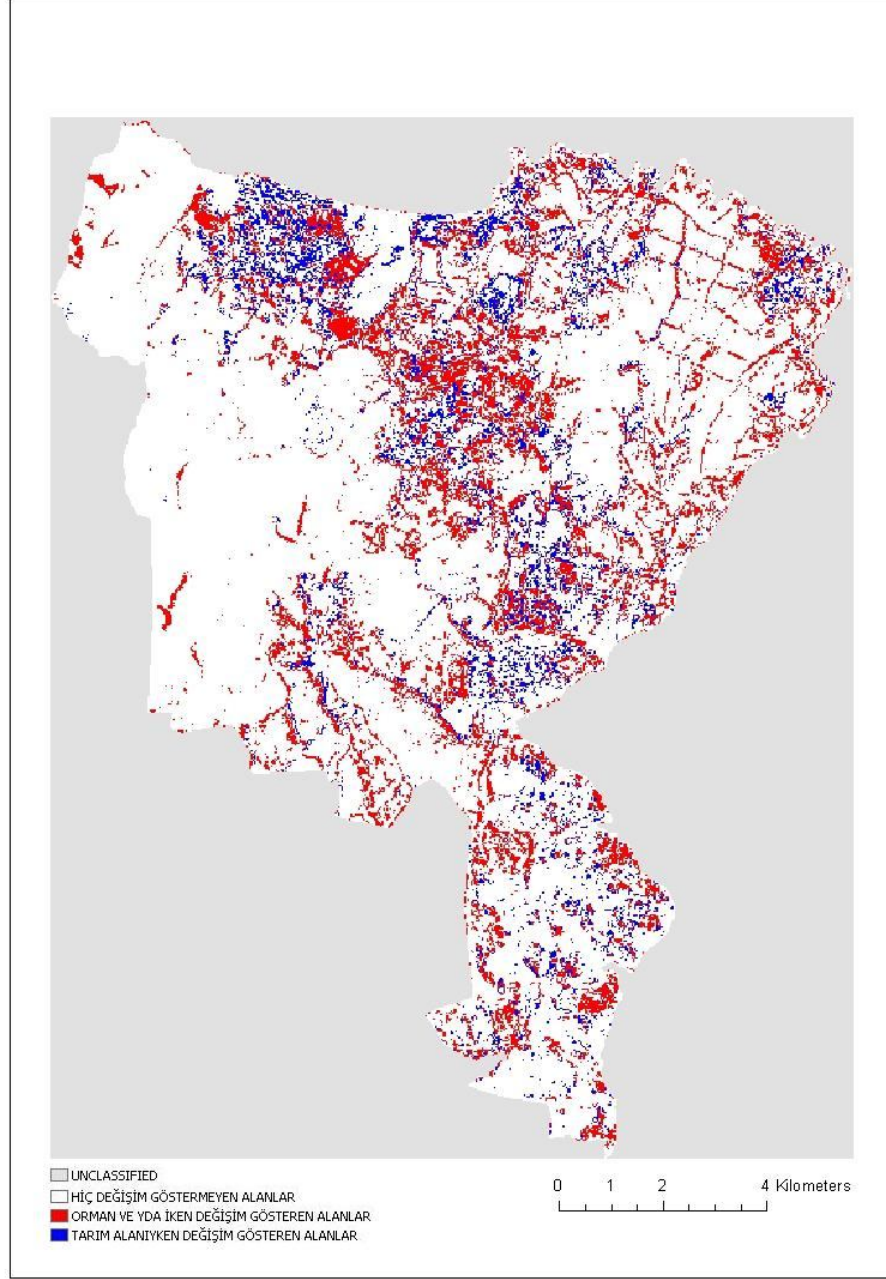
Şekil D.1 : 1987 ve 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü.



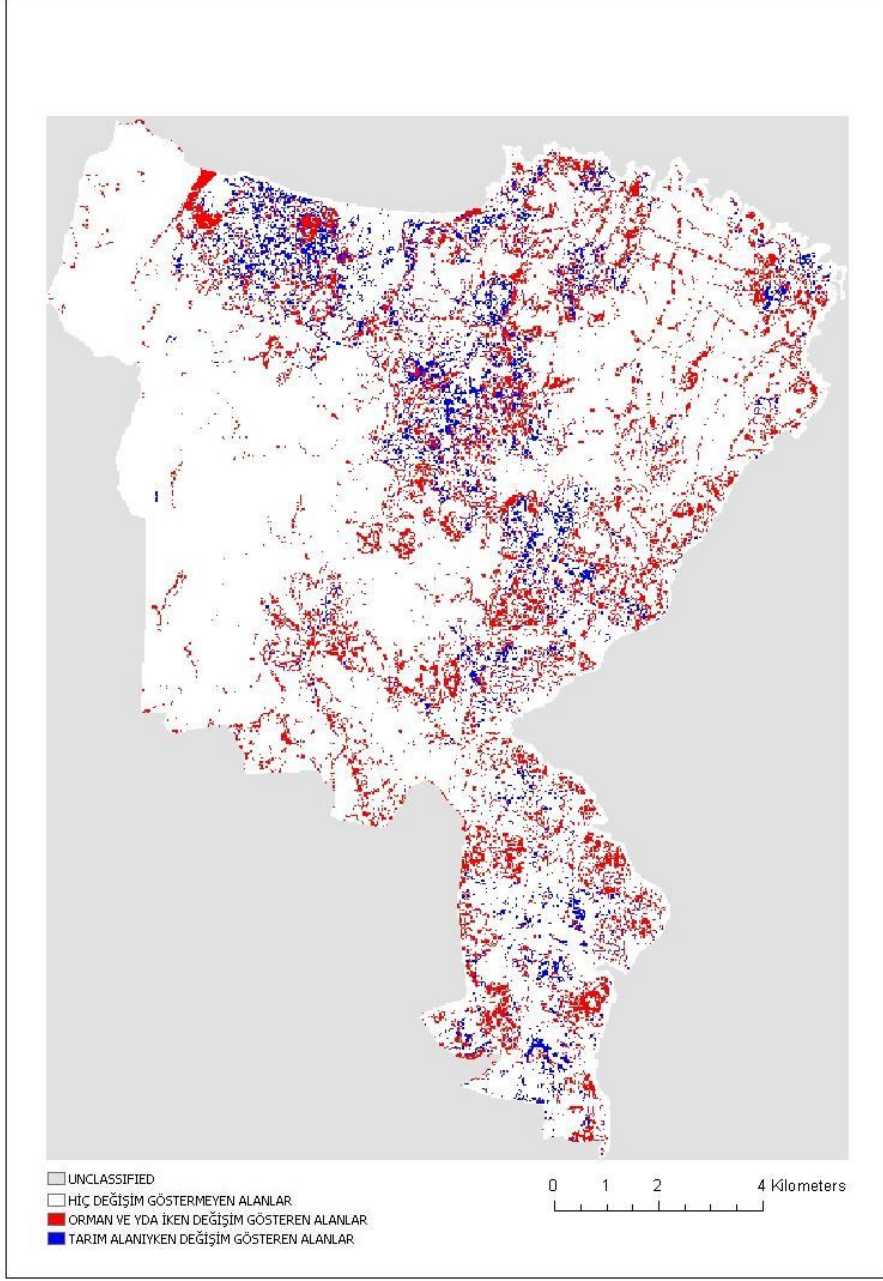
Şekil D.2 : 1997 ve 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü.



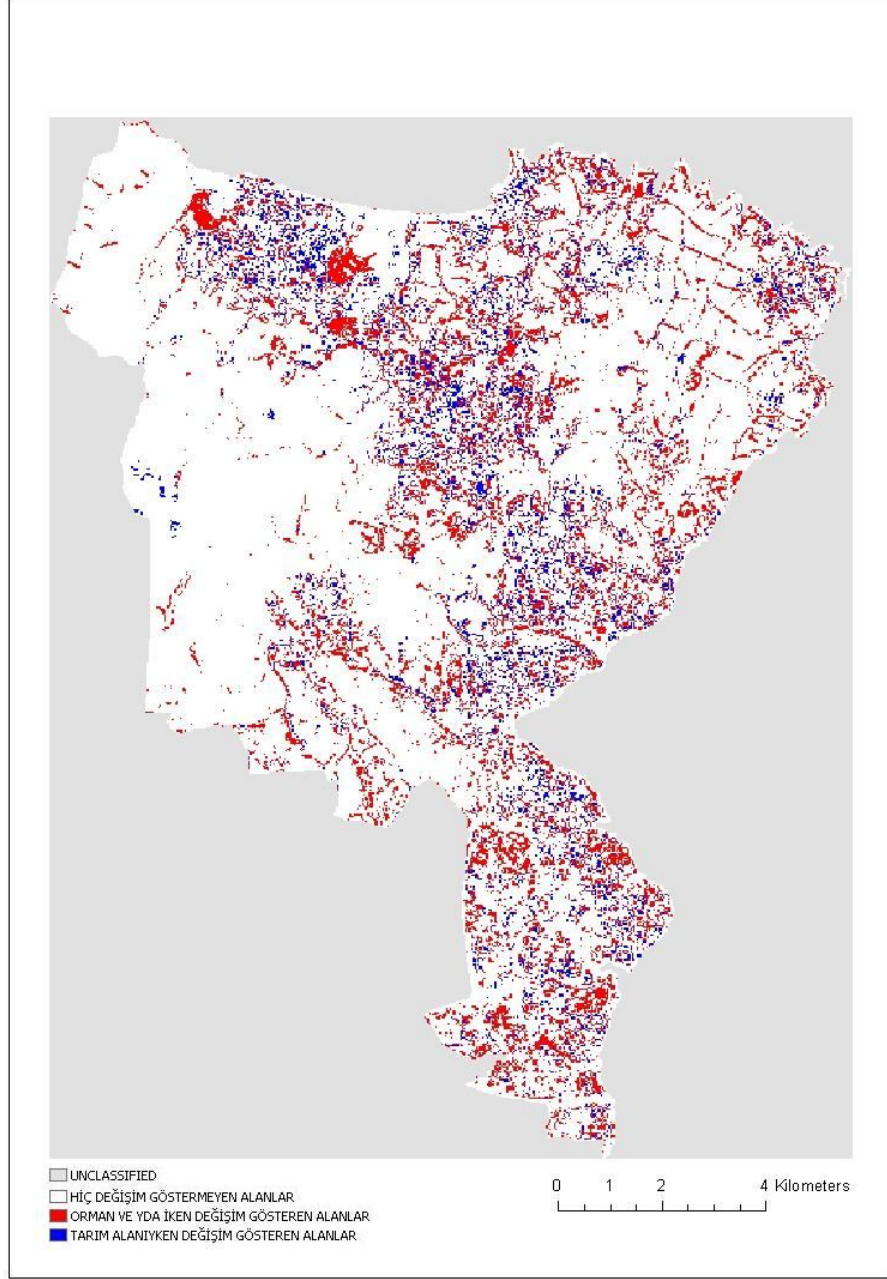
Şekil D.3 : 2000 ve 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü.



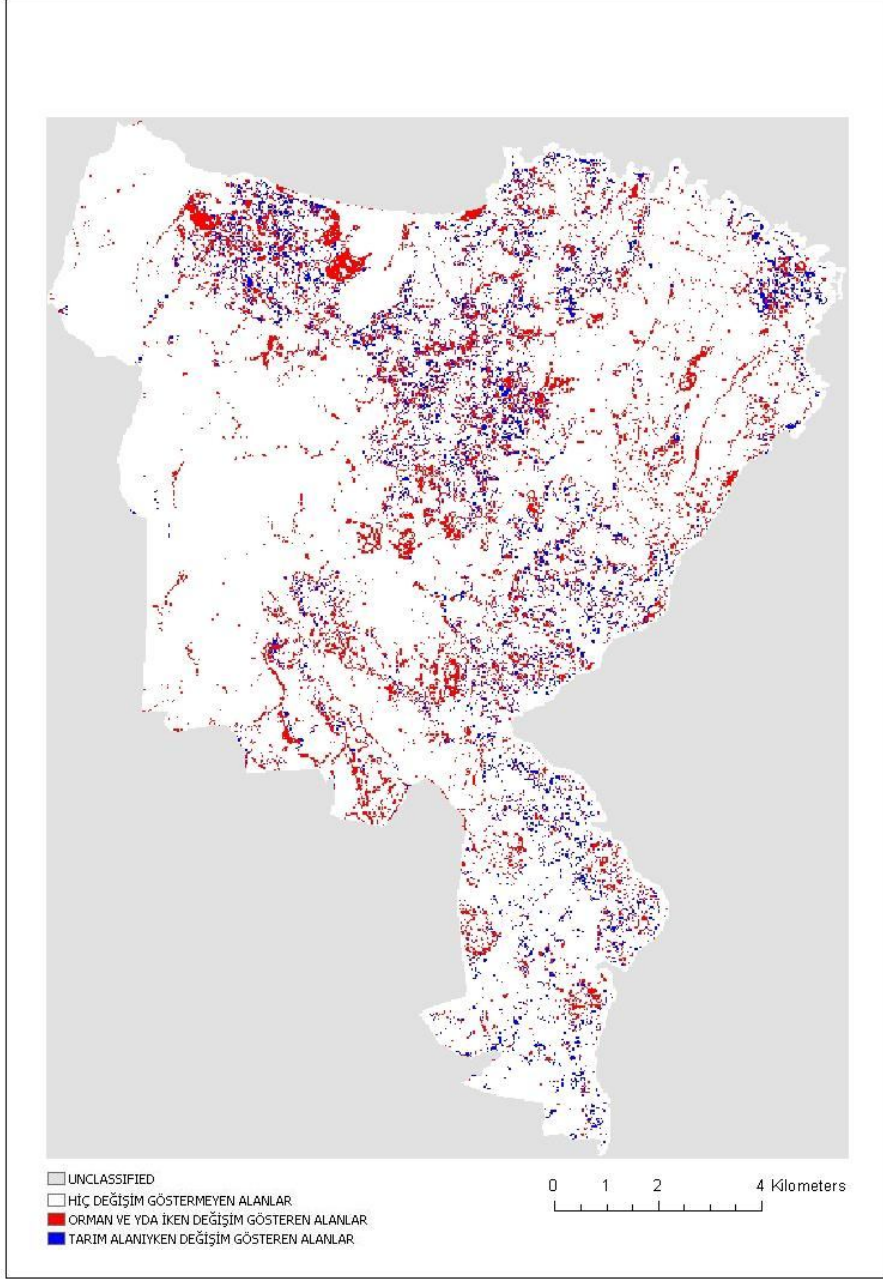
Şekil D.4 : 2001 ve 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü.



Şekil D.5 : 2003 ile 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü



Şekil D.6 : 2005 ile 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü.



Şekil D.7 : 2009 ile 2010 yılları arasındaki değişim analizi görüntüsü.

**Çizelge D.1 : 1987 – 2010 yılları
arasındaki değişim.**

1987	2010	Alan	%
İçin	İçin	(Hektar)	
Sınıf	sınıf		
No	No		
SU VARLIĞI (1)			
1	1	43.6	52.03
1	2	27.3	32.56
1	3	12.5	14.92
1	4	0.4	0.49
ORMAN VE YARI DOĞAL ALANLAR			
(2)			
2	1	78.4	0.69
2	2	8424.0	73.71
2	3	2655.6	23.24
2	4	270.2	2.36
YAPAY YÜZEYLER (3)			
3	1	11.9	0.56
3	2	479.5	22.77
3	3	1454.0	69.05
3	4	160.3	7.61
TARIM ALANLARI (4)			
4	1	0.9	0.06
4	2	456.1	28.65
4	3	823.3	51.72
4	4	311.6	19.57

**Çizelge D.2 : 1997 – 2010 yılları
arasındaki değişim.**

1997	2010	Alan	%
İçin	İçin	(Hektar)	
Sınıf	sınıf		
No	No		
SU VARLIĞI (1)			
1	1	56.4	70.93
1	2	11.1	13.91
1	3	11.9	14.93
1	4	0.2	0.23
ORMAN VE YARI DOĞAL ALANLAR			
(2)			
2	1	51.8	0.49
2	2	8138.4	76.90
2	3	2133.1	20.16
2	4	259.3	2.45
YAPAY YÜZEYLER (3)			
3	1	16.3	0.49
3	2	970.1	28.91
3	3	2100.7	62.59
3	4	269.0	8.01
TARIM ALANLARI (4)			
4	1	3.1	0.25
4	2	296.6	24.70
4	3	687.8	57.26
4	4	213.7	17.79

Çizelge D.3: 2000 – 2010 yılları arasındaki değişim.

2000	2010	Alan	%
İçin	İçin	(Hektar)	
Sınıf	sınıf		
No	No		
SU VARLIĞI (1)			
1	1	62.7	61.76
1	2	30.2	29.76
1	3	8.4	8.24
1	4	0.2	0.24
ORMAN VE YARI DOĞAL ALANLAR			
(2)			
2	1	52.3	0.51
2	2	8041.8	79.18
2	3	1845.5	18.17
2	4	217.1	2.14
YAPAY YÜZEYLER (3)			
3	1	22.1	0.58
3	2	971.3	25.58
3	3	2512.1	66.15
3	4	292.1	7.69
TARIM ALANLARI (4)			
4	1	1.1	0.10
4	2	378.6	32.06
4	3	562.9	47.66
4	4	238.3	20.18

Çizelge D.4 : 2001 – 2010 yılları arasındaki değişim.

2001	2010	Alan	%
İçin	İçin	(Hektar)	
Sınıf	sınıf		
No	No		
SU VARLIĞI (1)			
1	1	33.4	42.60
1	2	33.1	42.25
1	3	11.5	14.69
1	4	0.4	0.46
ORMAN VE YARI DOĞAL ALANLAR			
(2)			
2	1	78.5	0.77
2	2	7976.5	78.31
2	3	1855.9	18.22
2	4	275.3	2.70
YAPAY YÜZEYLER (3)			
3	1	25.8	0.68
3	2	997.7	26.26
3	3	2515.9	66.20
3	4	260.8	6.86
TARIM ALANLARI (4)			
4	1	3.1	0.26
4	2	412.4	35.14
4	3	552.2	47.05
4	4	206.0	17.55

**Çizelge D.5 : 2003 – 2010 yılları
arasındaki değişim.**

2003	2010	Alan	%
İçin	İçin	(Hektar)	
Sınıf	sınıf		
No	No		
SU VARLIĞI (1)			
1	1	114.1	91.95
1	2	5.5	4.42
1	3	4.5	3.63
1	4	0.0	0
ORMAN VE YARI DOĞAL ALANLAR			
(2)			
2	1	22.6	0.22
2	2	8371.1	82.63
2	3	1613.4	15.93
2	4	123.7	1.22
YAPAY YÜZEYLER (3)			
3	1	13.8	0.34
3	2	794.3	19.84
3	3	2937.2	73.35
3	4	259.1	6.47
TARIM ALANLARI (4)			
4	1	0.7	0.07
4	2	269.2	26.18
4	3	398.3	38.75
4	4	359.8	35.00

**Çizelge D.6 : 2005- 2010 yılları
arasındaki değişim.**

2005	2010	Alan	%
İçin	İçin	(Hektar)	
Sınıf	sınıf		
No	No		
SU VARLIĞI (1)			
1	1	69.0	53.90
1	2	38.3	29.94
1	3	20.1	15.67
1	4	0.6	0.49
ORMAN VE YARI DOĞAL ALANLAR			
(2)			
2	1	40.1	0.41
2	2	7930.2	80.11
2	3	1721.0	17.38
2	4	208.0	2.10
YAPAY YÜZEYLER (3)			
3	1	25.7	0.61
3	2	1126.2	26.58
3	3	2752.5	64.96
3	4	332.6	7.85
TARIM ALANLARI (4)			
4	1	0.9	0.09
4	2	332.9	33.95
4	3	446.3	45.53
4	4	200.3	20.43

Çizelge D.7 : 2009- 2010 yılları arasındaki değişim.

2009	2010	Alan	%
İçin	İçin	(Hektar)	
Sınıf	sınıf		
No	No		
SU VARLIĞI (1)			
1	1	121.2	92.51
1	2	4.4	3.37
1	3	5.4	4.12
1	4	0.0	0
ORMAN VE YARI DOĞAL ALANLAR			
(2)			
2	1	19.6	0.20
2	2	8361.4	86.64
2	3	988.0	10.24
2	4	281.6	2.92
YAPAY YÜZEYLER (3)			
3	1	9.3	0.20
3	2	785.3	16.56
3	3	3663.6	77.24
3	4	284.8	6.00
TARIM ALANLARI (4)			
4	1	0.3	0.03
4	2	288.99	37.93
4	3	296.5	38.91
4	4	176.2	23.13

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Fulya Başak SARIYILMAZ

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul – Fatih / 15 Ağustos 1985

E-Posta: fbasak_g@hotmail.com; geze@itu.edu.tr

Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 2003-2008.

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

- Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Uzaktan Algılama Anabilim Dalı, Araştırma Görevlisi, 7 Ocak 2009 – 14 Temmuz 2009
- İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Araştırma Görevlisi, 14 Temmuz 2009 – Devam ediyor. (35. Madde Görevlendirmesi ile).

Yayın ve Patent Listesi:

Geze F.B., İnce G., Maktav D., Yeğen E. B., Onöz B., 2008: CBS Kullanılarak Dijital Yüzey Modelleri ile Havza Sınırlarının Belirlenmesi. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Çalıştay ve Paneli Erciyes Üniversitesi*, Ekim 13 – 15, 2008 Kayseri, Türkiye