

# ZAMAN SERİLERİNİN DEĞİŞİM ANALİZLERİNDE KULLANIMI: İSTANBUL SARIYER ÖRNEĞİ

Fulya Başak SARIYILMAZ<sup>1</sup>, Nebiye MUSAOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Arş. Gör., İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, [geze@itu.edu.tr](mailto:geze@itu.edu.tr)  
<sup>2</sup>Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, [musaoglune@itu.edu.tr](mailto:musaoglune@itu.edu.tr)

## ÖZET

Sarıyer ilçesi, İstanbul Boğazı'nın Avrupa yakasında, boğazın kuzey kesiminde yer alır. Karadeniz ve İstanbul Boğazı'na kıyılı olan ilçe 1980'li yıllardan beri hızlı bir arazi kullanımı değişimi yaşamıştır. Özellikle kuzeyde bulunan maden alanlarının etkileri nedeniyle zaman içerisinde ilçenin Karadeniz kıyı şeridinde değişimler oluşmuştur. Ayrıca Bölgede yapılan iş merkezleri, alışveriş merkezleri ve lüks konutlar bölgedeki yaşam alanlarının artmasına neden olmuş ve bunun sonucunda arazi kullanımı değişmiştir.

Bu çalışmada uydu görüntüleri kullanılarak arazi kullanım durumunun belirlenmesi ve zaman serisi analizleri ile oluşan değişimin istatistik analizinin yapılması amaçlanmaktadır. Bu amaçla 1987, 1997, 2000, 2001, 2003, 2005, 2009 ve 2010 tarihli (LANDSAT TM + ETM) sekiz adet uydu görüntüsü ile çalışılmıştır. Öncelikle uydu görüntüleri sınıflandırılmış ve yapay yüzeyler, orman ve yarı doğal alanlar, su varlığı ile tarım alanları olmak üzere dört adet bilgi sınıfı belirlenmiştir. Arazi çalışmaları sonucu elde edilen verilerle karşılaştırmalar yapılarak doğruluk analizleri gerçekleştirilmiş ve her bir bilgi sınıfının alanı belirlenmiştir.

Çalışmanın zaman serisi analizi bölümünde gelecek ile ilgili öngörü yapılması amaçlanmıştır. Gelecek dönemlerde bilgi sınıflarında meydana gelmesi muhtemel değişimler doğrusal trend analizi ile belirlenmiştir. Bunun için 6 adet veri seti oluşturulmuş ve analizler yapılmıştır. Bu analizlerin doğrulukları standart sapma ve güven aralığı hesaplanarak istatistik olarak incelenmiştir. Bu yöntemler ile 2015, 2017, 2021, 2025, 2027 ve 2030 yıllarındaki orman ve yarı doğal alanlar, yapay yüzeyler ve tarım alanları sınıflarının nasıl değişim göstereceği tahmin edilmiştir. Buna göre elde edilen sonuçlar 1987 yılından 2030 yılına kadar değerlendirildiğinde yapay yüzeylerde artış, tarım alanları ile orman ve yarı doğal alanlarda azalma söz konusu olacağı tespit edilmiştir.

Birçok alanda kullanım olanağı bulan zaman serisi analizleri arazi kullanımı değişimlerinin analiz edilmesi ve geleceğe yönelik öngörüler konusunda da uygulanmaktadır. Bu çalışmada Sarıyer ilçesi için yapılan zaman serisi analizleri ile değişimi etkileyen faktörler ortaya konarak ileriki yıllar için arazi kullanımında yaşanacak değişime ilişkin tahminler yapılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Değişim analizi, Doğrusal Trend Analizi, Sarıyer, Zaman Serileri Analizi

## ABSTRACT

### THE USE OF TIME SERIES ANALYSIS IN CHANGE DETECTION: CASE STUDY OF ISTANBUL, SARIYER

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. Different dated Landsat TM + ETM satellite images were classified. Four classes based on level one of CORINE database are determined as the result of classification process. These are artificial surfaces, forest and semi – natural areas, agricultural areas and water bodies.

At the second part of this study classification results were analysed by time series. After that, the results of the classification and linear trend analysis method were interpreted. By this method, significant results were obtained for 2015, 2017, 2021, 2025, 2027, and 2030 years. The standart deviation and confidence interval were calculated for all years. In conclusion, it is predicted that while the value of agricultural areas and, forest and semi – natural areas are decreasing, the value of artifical surfaces is increasing.

**Keywords:** Change Detection, Linear Trend Analysis, Sarıyer, Time Series Analysis

## 1. GİRİŞ

Literatürde uzaktan algılama ve zaman serileri analizi yöntemlerini bir arada kullanan çeşitli çalışmalar mevcuttur (Ogata ve Kirimoto, 2002; Neteler, 2004; Acker, McMahan ve diğerleri, 2009; Piwowar ve Ledrew 2010; Sarıyılmaz, 2012). Bu çalışmanın amacı da uzaktan algılama ve zaman serisi analizi yöntemlerini bir arada kullanarak Sarıyer İlçesi'ne ait arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının değişimini istatistik açıdan incelemektir.

Literatürde güncel durumu ifade eden ve aynı zamanda geçmişten günümüze mekânsal değişimleri analiz eden çalışmalar ile karşılaşılmaktadır (Musaoğlu ve diğerleri, 2006; Özdemir, 2009; Yılmaz, 2009; Bektaş Balçık, 2010; Bahadır, 2011; Dams ve diğerleri, 2013). Bu çalışma ile; zaman serileri analizi yöntemi kullanılarak değişim analizinin bir adım ilerisinde, gelecek ile ilgili tahminler gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda belirli zaman aralıklarında seçilmiş sekiz adet uydu görüntüsü (Landsat TM ve ETM) ile çalışılmıştır. Bu görüntüler; 1987, 1997, 2000, 2001, 2003, 2005, 2009 ve 2010 tarihlidir, UTM WGS 84 datum ve koordinat sistemindedir.

Çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşama uzaktan algılama verilerinin işlenmesi, ikinci aşama zaman serileri analizidir. İlk aşamada arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının çalışma alanı içerisindeki dağılımının yıllara göre değişimi belirlenmiştir. Sınıflandırma işlemi CORINE veri tabanı temel alınarak gerçekleştirilmiş ve ilk seviyesine ait dört adet bilgi sınıfı elde edilmiştir. Bu sınıflar, yapay yüzeyler, orman ve yarı doğal alanlar, su varlığı ve tarım alanlarıdır. Bu çalışmada su varlığı sınıfı bu sınıftaki değişimin rastlantısal olması sebebiyle ihmal edilmiş, geriye kalan diğer üç sınıftaki değişim incelenmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında doğrusal trend analizi uygulaması yapılmış ve gelecek dönemler için öngörüler ortaya konulmuştur. Doğrusal trend analizi, sınıflandırma sonuçlarından yararlanılarak her bir sınıf için ayrı ayrı yapılmıştır. 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.

## 2. ÇALIŞMA ALANI

İstanbul Boğazı'nın Avrupa Yakası'nın kuzeyinde bulunan Sarıyer ilçesi yaklaşık olarak 41 derece kuzey enlemi ile 29 derece doğu boylamında yer almaktadır. Karadeniz'e ve İstanbul Boğazı'na kıyıları olan Sarıyer'de yerleşim genellikle sahil boyunca uzanmakla beraber bu sahil semtleri, 1960'lı yıllara kadar, daha çok yaz aylarında kalabalıklaşan sayfiye yeri niteliği taşımaktaydı. Özellikle yeni yolların yapılması ile bugünkü yerleşim olgusunun temeli de atılmıştır.(Url – 1).

Sarıyer, aynı zamanda özellikle doğal bitki örtüsü açısından İstanbul İli'nin zengin ilçelerinden biridir. Boğaz ve Karadeniz kıyılarından içerilere doğru orman bitki örtüsü yoğunluk kazanır. Orman bitki örtüsünün en güzel örneklerine kıyıda, vadi içlerinde ve Belgrad Ormanı'nda rastlanır (Aksu, 2012).

## 3. ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ

### 3.1. Zaman Serileri

Herhangi bir olaya ilişkin gözlem değerlerinin zamana göre sıralanmasıyla oluşturulan serilere “zaman serisi” denir (Özer ve İlkdoğan, 2013). Düzensiz biçimde ya da sadece bir kez toplanmış verilerden zaman serisi elde edilemez (Uzel, 2008). 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 ve genel olarak “Kartezyen koordinatlı” bir grafikte gösterilir. Bu grafiği inceleyerek zaman serisini etkileyen temel bileşenlerden hangilerinin, bu seriyi etkilediğini görsel olarak belirlemek mümkündür (Url-2). Zaman serileri analizi, öngörü yapmak üzere öngörülecek değişkenin geçmiş dönemlerindeki davranışlarına dayalı bir yaklaşımdır (Kennedy, 2006). Özetleyecek olursak, zaman serisi gözlem değerleri üzerinde rassal değişmelerin yanında diğer zaman serisi bileşenlerinden hangilerinin etkili olduğunun belirlenmesi çalışmalarına, “ zaman serisi analizi” denir ve zaman serisi analizinin amacı, serinin hangi bileşenlerin etkisinde olduğunu belirlemek ve her bileşenin etkisini tahminlemek, yani ilgili zaman serisinin özelliklerini açıklayabilmektir (Url-2).

### 3.2. Süreçler

Zaman serilerinde, serinin hangi yöntemle analiz edileceğinin belirlenmesinde etkili olan süreçler söz konusudur. Bunlar, otoregresif süreç (AR), hareketli ortalama süreci (MA), ARMA ve ARIMA süreçleridir. Otokoregresif zaman serilerinde serinin şimdiki değerleri geçmiş değerlerinden etkilenir (Akdi, 2003). 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. Fakat öyle durumlar olabilir ki serinin ne otokorelasyonları ne de kısmi otokorelasyonları azalmasına rağmen, sıfır olabilir. Böyle durumlarda, seriye ne AR ne de MA serisi diyebiliriz. 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 (Hanedar, Akkaya, Bizim, 2005).

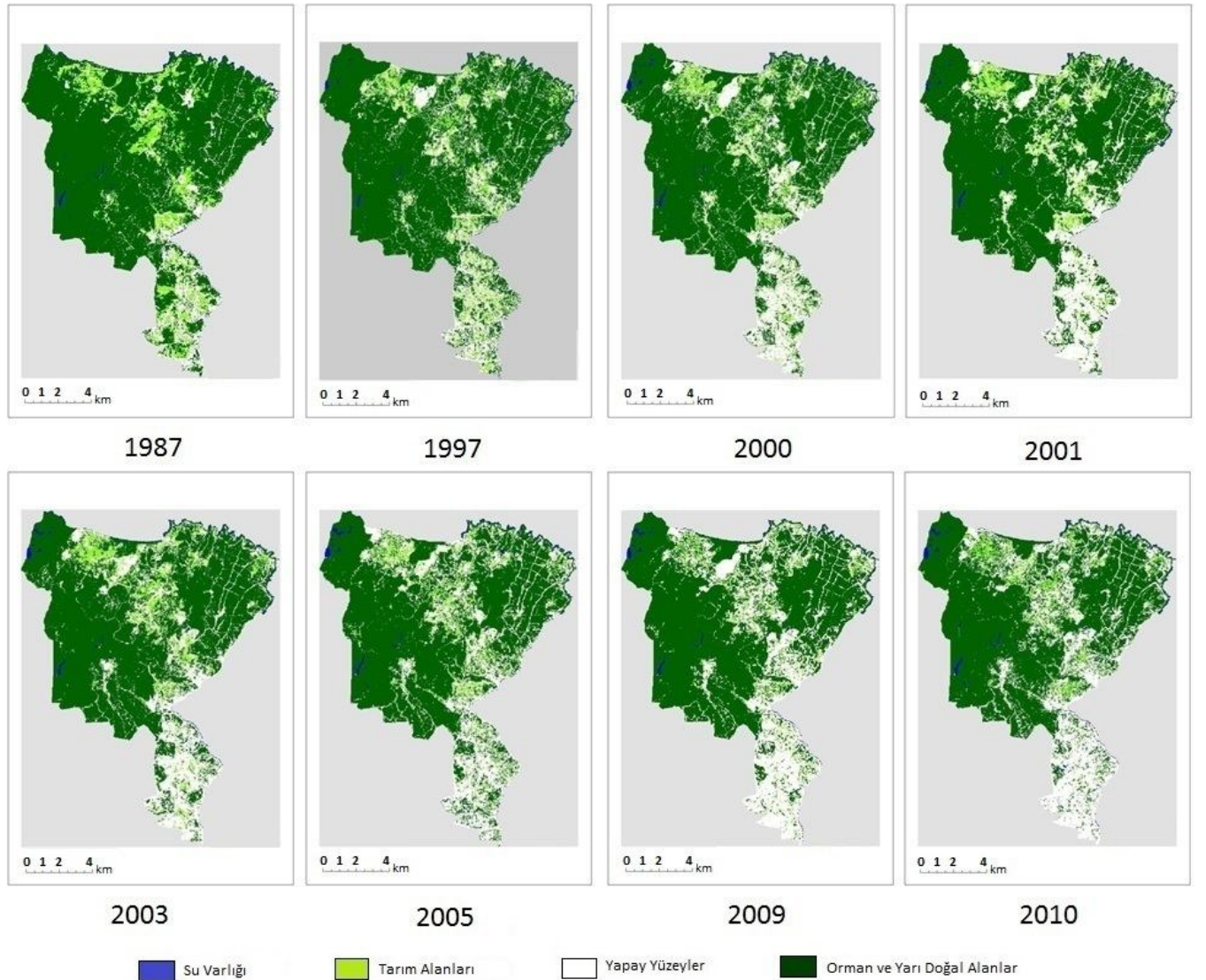
### 3.3. Yöntemler

Zaman serisi analizlerinde Box – Jenkins ve bileşenlere ayırma yöntemleri kullanılmaktadır. Box – Jenkins yöntemi tek değişkenli zaman serilerinin ileriye dönük tahmin ve kontrolünde kullanılan istatistiksel öngörü yöntemlerinden biridir ve bu yöntem ile tahmin edilen zaman serisi modelleri; otoregresif (AR) modeli, Hareketli Ortalama (MA) modeli, otoregresif - hareketli ortalama (ARMA) modeli ve otoregresif bütünleşik hareketli ortalama (ARIMA) modelleridir (Kaynar, Taştan, 2009). Bir zaman serisini etkileyen dört temel bileşen mevcuttur. Bunlar, trend bileşeni, mevsimsel bileşen, konjonktürel bileşen ve rassal bileşendir (Sarıyılmaz, 2012). Zaman serisi analizinde esas, zaman serisi bileşenlerinin, serinin gözlem değerleri üzerindeki etkilerini ayrı ayrı tahminlemek ve tahminlerden yararlanarak, serinin özelliklerini açıklamaya imkan veren bilgiler üretmektir (Url-2).

## 4. UYGULAMA

### 4.1 Uzaktan Algılama Verilerinin İşlenmesi

Bu çalışmada, uzaktan algılama verileri ile kontrolsüz sınıflandırma, kontrollü sınıflandırma ve sınıflandırma sonuçlarının kontrolü işlem adımları izlenerek çalışılmıştır. Kontrolsüz sınıflandırma işlemi yapılırken, ISODATA yöntemi kullanılmıştır. 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. Kontrollü sınıflandırma işlemi yapılırken en çok benzerlik yöntemi kullanılmıştır. Bu işlem sonucunda her görüntüde CORINE veri tabanının birinci seviyesine göre dört adet bilgi sınıfı elde edilmiştir. Bunlar; su varlığı, orman ve yarı doğal alanlar, yapay yüzeyler ile tarım alanlarıdır (Şekil 1).



Şekil 1. Sınıflandırılmış Uydu Görüntüleri.

Sınıflandırılmış görüntülerden elde edilen bilgiler ile zaman serisi analizi yöntemi uygulamasına geçmeden önce doğruluk analizi işlemi gerçekleştirilmiştir. Çizelge 1’de doğruluk analizi sonuçları verilmektedir.

**Çizelge 1.** Doğruluk Analizi Sonuçları.

GÖRÜNTÜNÜN AİT OLDUĞU TARİH	KAPPA İSTATİSTİK DEĞERİ	GENEL DOĞRULUK (%)
1987	0,8389	91,40
1997	0,7607	86,32
2000	0,7860	87,02
2001	0,8326	89,82
2003	0,8216	89,20
2005	0,7948	87,50
2009	0,7805	86,25
2010	0,8590	91,10

## 4.2 Bileşenlere Ayırma Yöntemi ve Doğrusal Trend Analizi

Zaman serileri trend bileşeni, mevsimsel bileşen, konjonktürel bileşen ve rassal bileşenden oluşur. Bu bileşenlerden biri veya birkaçı seriyi etkileyebilir.

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 2).

**Çizelge 2.** Yıllara Göre Sınıflandırma Sonuçları Özet Çizelgesi.

Hektar / %	1987	1997	2000	2001	2003	2005	2009	2010
Su	94.221/	98.6/	111.7/	95.6/	130.1/	147.9/	131.4/	152.91/
Varlığı	0.62	0.65	0.73	0.62	0.85	0.97	0.87	1.00
Orman ve								
Yarı	11437.4/	10606.1/	10177.7/	10220.3/	10135.4/	9930.3/	9653.5/	9426.42/
Doğal	75.04	69.41	66.61	66.77	66.25	64.87	63.13	61.69
Alanlar								
Yapay	2117.3/	3373.5/	3808.8/	3816.1/	4004.5/	4250.6/	4743.9/	4993.65/
Yüzeyler	13.89	22.07	24.93	24.93	26.18	27.77	31.02	32.68
Tarım	1592.0/	1202.6/	1181.6/	1175.5/	1028.1/	978.9/	762.1/	707.04/
Alanları	10.45	7.87	7.73	7.68	6.72	6.39	4.98	4.63
Toplam	15240.9/	15280.8/	15279.8/	15307.5/	15298.1/	15307.6/	15290.9/	15280.02/
	100	100	100	100	100	100	100	100

Bileşenlere ayırma yönteminde trend bileşeni  $T_t$ 'nin tahmini en küçük kareler yöntemi ile elde edilen

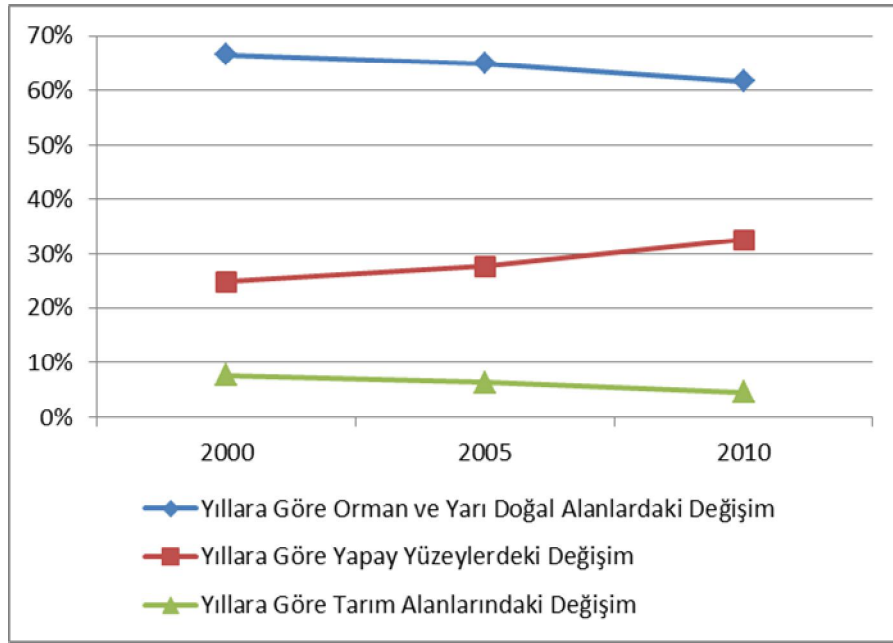
$$t_t = b_0 + b_1 t \quad (1)$$

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

$$y'_{t+1} = t_{t+1} = b_0 + b_1.(t+1) \quad (2)$$

eşitliği ile hesaplanmış olur (Tekin, 2012; Url-2).

Analiz 1 (A1)'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. Yapay yüzeyler sınıfında artış gözlenirken, orman ve yarı doğal alanlar ile tarım alanları sınıflarında azalma gözlenmiştir Şekil 2 'de bu analize ait grafik gösterilmektedir.



Şekil 2. Analiz 1'in sonuçları.

Zaman serilerinin şekilde gösterilen grafiği orman ve yarı doğal alanlar açısından incelendiğinde serinin doğrusal azalan bir eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu görsel tespit neticesinde  $t_t$ 'nin tahmin edilebilmesi için seri değerlerine

$$t_t = b_0 + b_1 \cdot t \quad (3)$$

doğrusal modeli uygulanmıştır.

Modelin 0 ve 1 parametrelerinin tahminleri  $b_0$  ve  $b_1$ , En Küçük Kareler Normal Denklemleri çözülerek elde edilir. Yapılan hesaplar neticesinde  $b_1 = -2.46$  ve  $b_0 = 69.31$  olarak bulunmuştur. Bu değerler ile  $t = 1, \dots, 7$  için  $t_t$  tahminleri hesaplanmıştır. Böylece orman ve yarı doğal alanlar sınıfının tahmin değerleri 2015 ( $t_4$ ), 2020 ( $t_5$ ), 2025 ( $t_6$ ) ve 2030 ( $t_7$ ) yılları için belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Analiz 1 / Orman ve Yarı Doğal Alanlar / Tahminler

Yıllar	$t_n$
2015	$t_4 = \% 59.47$
2020	$t_5 = \% 57.01$
2025	$t_6 = \% 54.55$
2030	$t_7 = \% 52.09$

Analiz 2 (A2)'de 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 (Url – 2). Bu şekilde 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023, 2025, 2027, ve 2029 yılları için tahmin yapılmıştır.

Analiz 3 (A3) için aralık 10 yıl olarak belirlenmiştir. Ancak, 2007 yılı mevcut olmadığı için A2'de 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.

Analiz 4 (A4) 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 5 (A5) 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 A4'te tahmin edilen değerler kullanılmıştır. Bu şekilde

2012, 2015, 2018, 2021, 2024, 2027 ve 2030 yılları için tahmin yapılmıştır. Bu analiz sonucunda 2030 yılında tarım alanlarının yok olmaya çok yaklaştığı bilgisine ulaşmak mümkün olmuştur.

Analiz 6 (A6) 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. Bu analiz sonucunda 2029 yılında tarım alanlarının yok olmaya çok yaklaştığı bilgisine ulaşmak mümkün olmuştur.

Elde edilen sonuçlara ait standart sapma ve güven aralığı hesaplarını yapmak ve böylelikle bu analiz sonuçlarının doğruluğunu test edebilmek amacıyla birden fazla analiz yapma yoluna gidilmiştir. Yapılan tüm analizler özetlenerek sonuçlar her sınıf için birer çizelgede toplanmıştır. Buna göre, orman ve yarı doğal alanlar sınıfının analiz sonuçlarına göre aldığı değerlerin yıllara göre dağılımı çizelge 4'te, yapay yüzeyler sınıfının analiz sonuçlarına göre aldığı değerlerin yıllara göre dağılımı çizelge 5'te ve tarım alanları sınıfının analiz sonuçlarına göre aldığı değerlerin yıllara göre dağılımı çizelge 6'da verilmiştir.

**Çizelge 4.** Orman ve Yarı Doğal Alanlar Sınıfının Analiz Sonuçlarına Göre Aldığı Değerlerin Yıllara Göre Dağılımı.

%	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		64.06	63.11	62.16		61.21	60.26	59.31		58.40		57.45	56.50		55.55	54.60	53.65	
A3								58.52									53.03	
A4	64.26		62.68		61.10		59.52		57.94			56.36		54.78		53.20		51.62
A5					61.43		59.93		58.43			56.93		55.43		53.93		52.43
A6						60.87		58.80				56.73			54.66		52.59	
VERİ			63.13															

**Çizelge 5.** Yapay Yüzeyler Sınıfının Analiz Sonuçlarına Göre Aldığı Değerlerin Yıllara Göre Dağılımı.

%	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			0.00
A2		29.34	30.76	32.18		33.60	35.02	36.44		37.86		39.28	40.70		42.12	43.54	44.96	
A3								37.23									44.96	
A4	28.51		30.57		32.63		34.69		36.75			38.81		40.87		42.93		44.99
A5					32.99		35.14		37.29			39.44		41.59		43.74		45.89
A6						33.87						39.81			42.78		45.75	
VERİ			31.02															

**Çizelge 6.** Tarım Alanları Sınıfının Analiz Sonuçlarına Göre Aldığı Değerlerin Yıllara Göre Dağılımı.

%	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		5.63	4.33	4.98		3.68	3.03	2.38		1.73		1.08	0.43		0.00	0.00	0.00	
A3								3.17								0.76		
A4	6.28		5.70		5.12		4.54		3.96			3.38		2.80		2.22		1.64
A5																		
A6																		
VERİ			4.98															

### 4.3. Doğruluk Değerlendirmesi

Doğrusal trend analizleri tamamlandıktan sonra analiz sonuçlarının kontrolü için standart sapma hesapları yapılmıştır.

2009 yılı orman ve yarı doğal alanlar sınıfı için standart sapma hesabı Çizelge 4'teki 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 (Akyılmaz, 2009).

Standart sapma hesabında;

$$s^2 = \frac{[vv]}{n} \quad (4)$$

eşitliği kullanılmıştır. Burada; 's'; standart sapmayı, 'v'; hata miktarını, 'n'; ise ölçü sayısını ifade eder.

I'nın % 50 ve %90 olasılıkla içinde bulunduğu iki taraflı güven aralığı (interval) hesabı ise ;

$$2\Phi(Z_s) - 1 = S \quad (5)$$

$$\Phi(Z_s) = (S + 1) / 2 \quad (6)$$

$$I = \mu \pm Z_s \times S \quad (7)$$

eşitlikleri kullanılarak hesaplanmıştır. Burada; ' $\Phi(Z_s)$ ', dağılım fonksiyonunu; ' $Z_s$ ', standart normal sapma değerini; ' $S$ ', istatistik güveni ' $I$ '; intervali ve ' $\mu$ ', teorik ortalamayı ifade etmektedir (Akyılmaz, 2009).

Analiz sonuçlarının kontrolüne ilişkin elde edilen değerler Çizelge 7'de bir arada gösterilmiştir.

**Çizelge 7.** 2015, 2017, 2021, 2025, 2027 ve 2030 Yılları için Tahmin Değerleri ve Standart Sapma Değerlerini İçeren Özet Çizelgesi.

%	2015	2017	2021	2025	2027	2030
Orman ve Yarı Doğal Alanlar	59.80 ± 0.37	58.88 ± 0.45	56.87 ± 0.45	54.92 ± 0.55	53.69 ± 0.72	52.04 ± 0.41
Yapay Yüzeyler	35.27 ± 0.66	36.84 ± 0.40	39.34 ± 0.41	42.96 ± 0.94	43.79 ± 0.85	43.40 ± 0.42
Tarım Alanları	3.64 ± 0.70	2.93 ± 0.47	2.27 ± 0.94	0.43 ± 0.70	0.99 ± 0.92	0.63 ± 0.89

### 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışmanın neticesinde 2015, 2017, 2021, 2025, 2027 ve 2030 yılları için tahminler öngörülmüş ve bu tahminlerin içinde bulunduğu iki taraflı intervaller hesaplanmıştır. Aşağıdaki ifadelerde ' $I$ ', ( $I_1$ ,  $I_2$ ) simetrik iki taraflı intervali ifade etmektedir.

I'nın %50 olasılıkla içinde bulunduğu interval her bir sınıf için Çizelgeler 8, 9 ve 10'da gösterilmiştir.

**Çizelge 8.** Orman ve Yarı Doğal Alanlar Sınıfı İçin I'nın %50 Olasılıkla İçinde Bulunduğu İnterval Özet Çizelgesi.

	2015	2017	2021	2025	2027	2030
I (%)	59.80	58.88	56.87	54.92	53.69	52.04
$I_1$ (%)	60.05	59.18	57.17	55.29	54.18	52.32
$I_2$ (%)	59.55	58.58	56.57	54.55	53.20	51.76

**Çizelge 9.** Yapay Yüzeyler Sınıfı İçin I'nın %50 Olasılıkla İçinde Bulunduğu İnterval Özet Çizelgesi.

	2015	2017	2021	2025	2027	2030
I(%)	35.27	36.84	39.34	42.96	43.79	43.40
I <sub>1</sub> (%)	35.71	37.11	39.62	43.59	44.36	43.68
I <sub>2</sub> (%)	34.83	36.57	39.06	42.33	43.22	43.12

**Çizelge 10.** Tarım Alanları Sınıfı İçin I'nın %50 Olasılıkla İçinde Bulunduğu İnterval Özet Çizelgesi.

	2015	2017	2021	2025	2027	2030
I (%)	3.64	2.93	2.27	0.43	0.99	0.63
I <sub>1</sub> (%)	4.11	3.25	2.90	0.90	1.61	1.23
I <sub>2</sub> (%)	3.17	2.61	1.64	0.00	0.37	0.03

I'nın %90 olasılıkla içinde bulunduğu interval her bir sınıf için Çizelgeler 11, 12 ve 13'te gösterilmiştir.

**Çizelge 11.** Orman ve Yarı Doğal Alanlar Sınıfı İçin I'nın %90 Olasılıkla İçinde Bulunduğu İnterval Özet Çizelgesi.

	2015	2017	2021	2025	2027	2030
I (%)	59.80	58.88	56.87	54.92	53.69	52.04
I <sub>1</sub> (%)	60.41	59.62	57.61	55.82	54.87	52.71
I <sub>2</sub> (%)	59.19	58.14	58.14	54.02	52.51	51.37

**Çizelge 12.** Yapay Yüzeyler Sınıfı İçin I'nın %90 Olasılıkla İçinde Bulunduğu İnterval Özet Çizelgesi.

	2015	2017	2021	2025	2027	2030
I (%)	35.27	36.84	39.34	42.96	43.79	43.40
I <sub>1</sub> (%)	36.36	37.50	40.01	44.51	45.19	44.09
I <sub>2</sub> (%)	34.18	36.18	38.67	41.41	42.39	42.71

**Çizelge 13.** Tarım Alanları Sınıfı İçin I'nın %90 Olasılıkla İçinde Bulunduğu İnterval Özet Çizelgesi.

	2015	2017	2021	2025	2027	2030
I (%)	3.64	2.93	2.27	0.43	0.99	0.63
I <sub>1</sub> (%)	4.79	3.70	3.81	1.58	2.50	2.09
I <sub>2</sub> (%)	2.49	2.16	0.72	0.00	0.00	0.00

Bu çalışmada İstanbul İli Sarıyer İlçesi'ndeki arazi kullanımı değişimi irdelenmiştir. Sınıflandırma sonuçları ile zaman serileri oluşturulmuş ve doğrusal trend analizi yapılmıştır. Toplam 6 adet veri seti oluşturulmuş ve 6 adet analiz yapılmıştır. Çalışmada alansal değerler yüzde olarak kullanılmıştır. 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 yaklaşık % 31 oranında azalma, yapay yüzeylerde yaklaşık % 212 oranında artış ve tarım alanlarında yaklaşık % 94 oranında azalma olacağı belirlenmiştir. Aynı şekilde, 2010 yılından 2030 yılına kadar; orman ve yarı doğal alanlarda yaklaşık % 16 oranında azalma, yapay yüzeylerde yaklaşık % 33 oranında artış, tarım alanlarında yaklaşık % 86 oranında azalma olacağı öngörülmüştür.

Uydu görüntülerinden elde edilen alansal sonuçlar kullanılarak doğrusal trend analizi ile yapılan bu tahminler, eldeki verilerin matematiksel olarak değerlendirilmesi ile üretilmiştir. Şüphesiz ki, karar vericilerin farklı uygulamaları bu sonuçların tahmin edilenden sapmalar göstermesine de neden olabilir. Alınacak kararlar ve uygulamalarda arazi kullanım dengesinin korunması öncelikli olmalıdır.



## KAYNAKLAR

**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. [http://www.eproceedings.org/static/vol08\\_2/08\\_2\\_acker1.pdf](http://www.eproceedings.org/static/vol08_2/08_2_acker1.pdf), (18.04.2010).

**Akdi, Y.**, 2003, *Zaman Serileri Analizi (Birim Kökler ve Kointegrasyon)*, (Bıçaklar Kitabevi, Ankara).

**Aksu, G.A.**, 2012, Peyzaj değişimlerinin analizi: İstanbul, Sarıyer örneği, *Doktora tezi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

**Akyılmaz, O.**, 2009, Matematik İstatistik ve Hipotez Testleri, Ders Notları.

**Aysu, Ç.**, 1989, Boğaziçinde Mekansal Değişim, *Doktora tezi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

**Bahadır, M.**, 2011, Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile Acıgöl Havzası'nın sürdürülebilir kullanımı ve yönetimi, *Doktora tezi*, Afyonkarahisar.

**Bektaş, Balçık, F.**, 2010, Mapping and monitoring wetland environment by analysis of different satellite images and field spectroscopy, *Doktora tezi*, İstanbul.

**Dams, J., Dujardin, J., Reggers, R., Bashir, I., Canters, F. ve Batelaan, O.**, 2013, Mapping impervious surfaces change from remote sensing for hydrological modelling, *Journal of Hydrology*, 485, 84 – 95.

**Hanedar, A.Ö., Akkaya, O. ve Bizim, Ç.** (2005). Durağanlık Analizi, Birim Kök Testleri ve Trend, <http://www.deu.edu.tr/userweb/onder.hanedar/dosyalar/Metin.pdf>, (04.12.2011).

**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. <http://iibf.erciyes.edu.tr/dergi/sayi33/9.k%C4%B1s%C4%B1m.pdf>, (19.04.2010).

**Kennedy, P.**, 2006, *Ekonometri Kılavuzu, Çev: M. Sarımeşeli ve Ş. Açıkgöz, 5. Baskı*, (Gazi Kitabevi), Ankara.

**Musaoğlu, N., Gürel, M., Uluğtekin, N., Tamk, A., Şeker, D., A.**, 2006, Use of remotely sensed data for analysis of land use change in a highly urbanized district of mega city, İstanbul, *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 41:2057 – 2069.

**Neteler, M.**, 2004, MODIS time series remote sensing for epidemiological modeling. *International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences*, <http://gisws.media.osakacu.ac.jp/gisideas04/viewpaper.php?id=81>, (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. [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=1195719](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=1195719), (19.04.2010).

**Özdemir, Y.**, 2009, Büyük Menderes Nehri havzasının arazi kullanımı ve su yönetimi açısından incelenmesi, *Doktora tezi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

**Özer, O.O. ve İlkdoğan, U.**, 2013, Box – Jenkins modeli yardımıyla dünya pamuk fiyatının tahmini. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (2), 13 – 20.

**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. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160110109552>, (19.04.2010).

**Sarıyılmaz, F. B.**, 2012, Zaman Serileri ile Değişim Analizi: İstanbul, Sarıyer Örneği, Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

**Tekin, A.**, 2012, *Temel İstatistik Dersleri* (Eğitim Yayınevi), ISBN: 978-605-4392-65-0.

**Url-1** < <http://www.sariyer.bel.tr/sayfalar/738/sariyer-tarihi.aspx> >, ( 11.10.2011).

**Url-2** < <http://web.sakarya.edu.tr/~adurmus/statistik/acikogretim/unite14.pdf> >, ( 13.10.2011).

**Uzel, S.**, 2008, Zaman serisi analizi yöntemi üzerine bir uygulama, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

**Yılmaz, O.**, 2009, Gediz Havzası bütününde Gediz Deltası'nın uzaktan algılama teknikleri uygulanarak alan kullanım kararları ve ekosistem bozunumu ilişkileri üzerine araştırmalar, *Doktora tezi*, İzmir.