

## SAKARYA İLİ'NDE KENTSEL GELİŞİM SÜRECİNİN ARAZİ KULLANIMI VE JEOMORFOLOJİK BİRİMLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ZAMANSAL DEĞİŞİMİ

The Temporal Change of the Effects on Land Use and Geomorphological Units of Urban Development Process in Sakarya Province

Sümeyra KURT<sup>1</sup>

Emre DUMAN<sup>2</sup>

### Özet

Son yıllarda nüfusun hızla artması, şehirlerin çevresine doğru plansız ve kontrolsüz bir şekilde büyümesine ve altyapı sorunları ile karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Kentsel alanlardaki büyümeler de arazi kullanımlarında önemli değişimlere ve doğal ekosistemlerde olumsuz etkilenmelere sebep olmaktadır. Bu nedenle şehirlerin gelişimi sırasında ve sonrasında yapılan çalışmalar, çevresel etkilerin azaltılmasında, şehirlerin gelecekteki durumlarının tahmin edilmesinde ve sürdürülebilir şekilde planlanmasında büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Sakarya İli'nde kentsel gelişim ile arazi kullanımı ve jeomorfolojik birimler arasındaki etkileşimlerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojilerinden yararlanarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Şehirsel gelişimin belirlenmesinde, arazi kullanım yapısına ait bilgiler 2000 ve 2014 yıllarına ait 15 m mekânsal çözünürlüklü Landsat uydu görüntülerinin sınıflandırılmasıyla elde edilmiştir. Sakarya İli'nde yerleşim alanlarının tarım alanlarını işgal ederek genişlemesi, tarım alanlarının da orman alanlarını istila etmesi son 10-15 yılda yaşanmış en önemli arazi örtüsü değişimlerindedir. Nüfus artışı ve turizm etkinliklerine bağlı olarak da yerleşme alanları alansal olarak büyürken, orman ve çalılık alanlar ise alansal olarak küçülmüştür. Yerleşmelerin kıyı alanlarını istila etmesiyle ise kıyının doğal niteliğinin bozulmasına neden olmaktadır. Çalışma sonucunda Sakarya İli'nde şehir gelişiminin mevcut arazi kullanımı ve jeomorfolojik birimler üzerinde önemli bir baskı oluşturduğu sonucuna varılmıştır. Sakarya'da şehirsel büyümenin bu olumsuz değişiminin bir plan kapsamında ele alınıp değerlendirilmesi ve daha sürdürülebilir bir arazi kullanım modelinin geliştirilmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Arazi kullanımı, coğrafi bilgi sistemleri (CBS), kentsel gelişim, Sakarya, uzaktan algılama (UA)

### Abstract

In recent years, rapid increase has caused cities to expand in an unplanned and uncontrolled way face infrastructure problems. Expansion in urban areas also lead important changes on land use and had on negative effects on natural ecosystems. Therefore, studies during and after development of the cities has great importance for estimating future status of the cities, reducing environmental effects and sustainable planning. Aim of this study is determine the interaction between land use and geomorphological with urban development in Sakarya province using Geographical Information Systems and Remote Sensing. Data obtained by classifying dated years 2000 and 2014 Landsat images having 15 m spatial resolution to determine urban development. Main land cover changes occurred in Sakarya for 10-15 years; agricultural areas occupied by settlements and forest areas replaced by agricultural areas. Forest and shrub areas has shrunk while residential areas enlarged in consequence of population growth and tourism activities. Spreading of settlements over coastal areas causes degradation of the natural characteristics of the coast. It is concluded by this study that urban development in Sakarya province has significant pressure on current land use and geomorphological units. This negative change of urban growth in Sakarya should be evaluated according to plan and it is necessary to have sustainable land use model.

**Keywords:** Land use, geographic information systems (GIS), urban development, Sakarya, remote sensing (RS)

---

<sup>1</sup> Dr., [sumeyrakurt@hotmail.com](mailto:sumeyrakurt@hotmail.com)

<sup>2</sup> Arş. Gör., Marmara Üniversitesi, Coğrafya Bölümü., [emre.duman@marmara.edu.tr](mailto:emre.duman@marmara.edu.tr)

## GİRİŞ

Arazi kullanımı, doğal ortam olarak ifade edilen fiziki çevreye ait unsurların potansiyeli ölçüsünde insanlar tarafından değerlendirilmesi ve arazi kullanımı üzerinde insan etkisinin doğrudan kendini göstermesi olarak ifade edilmektedir (Özçağlar, 1994; Taş, 2006; Koç, 2008; Bahadır, 2011).

Doğal ortam ve insan etkileşimi artarak devam ederken bir taraftan da doğal kaynakların düzensiz kullanılması, çevresel sorunlara ve morfolojik unsurların değişerek ortadan kalkmasına neden olmaktadır (Erlich, 1988; Taş, 2006; Ege, 2008; Özşahin, 2011; Bahadır, 2013). Sorunları en aza indirmek ya da tamamen ortadan kaldırmak için jeomorfolojik birimlerle arazi kullanımı etkileşiminin incelenmesi ve analizlerinin yapılması hem doğal kaynakların korunmasını hem de planlı ve sürdürülebilir yaşam alanları oluşturarak, mekândan en iyi şekilde yararlanılmasını sağlamaktadır (Turoğlu, 2000; Şengün, 2008).

Jeomorfolojik birimler yönüyle oldukça çeşitlilik gösteren ülkemizde son yıllarda yerleşim alanları ve çevrelerindeki kıyılar, akarsu havzaları, göl havzaları ve sulak alanlardaki mekân kullanım durumları ve bu alanlarla ilgili çalışmalar artmıştır (Taş, 2006). Genel olarak arazi kullanımını ve değişiminin incelendiği bu çalışmalarda (Reis ve Yomraloğlu, 2003; Bayar, 2003; Duran, 2005; Kılıç, 2006; Ekinci, 2006; Vural, 2008; Akbulak ve ark., 2008a; 2008b; Özdemir ve Bahadır, 2008; Elmastaş, 2008; Taş, 2009; Korkmaz ve ark., 2010; Özdemir ve Bahadır, 2010; Kurt ve ark., 2010; Gürbüz ve ark., 2011; Kurt, 2013; Kurt ve Haybat, 2014; Kurt ve Duman, 2015), jeomorfolojik birimlerle arazi kullanımı arasındaki ilişkiler de incelenip, değerlendirmiştir (Turoğlu, 1998; Altın, 2005; Taş, 2006; Atasoy, 2007; Ege, 2008; Şengün, 2008; Şengün ve Siler, 2010; Eroğlu, Bozyiğit, 2011; Uzun, 2015). Ayrıca yapılan çalışmalarda, morfolojik durum ile mekân kullanımı arasında önemli sorunların olduğu ve gelecekte çevresel sorunların meydana gelebileceğine de dikkat çekilmiştir.

Ülkemizde Sakarya İli ve yakın çevresi de sahip olduğu doğal ortam özellikleri ve jeomorfolojik yapısının yanı sıra son yıllarda artan beşeri faaliyetlerin etkisiyle sorunların yaşandığı alanlardan biri haline gelmiştir. Şehir, orta ve güney kısımlarından Anadolu içlerine uzanan en önemli karayollarının geçtiği, çok eskiden beri nüfus sıklığı ve dağılışı, ayrıca ekonomik faaliyetlerin yaygınlığı bakımından dikkat çeken oldukça geniş ve düz bir alüvyal ova üzerinde kurulmuştur (Yüksel ve ark., 2008). Şehrin, sosyal ve ekonomik anlamda öneme sahip olması nedeniyle, hızlı sanayileşme ve iş gücü ihtiyacı, zengin ve verimli toprakları gelişmeye müsait coğrafi yapısı, iklim ve bitki örtüsünün elverişliliği, büyük şehirlere yakınlığı, yatırım ve teşviklerin fazlalığı ile turizm özellikleri dikkate alındığında, arazi kullanım özellikleri ve kentsel gelişim sürecinin arazi kullanımı üzerine olan etkilerinin ayrıntılı olarak ortaya konulmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

Amaç dışı arazi kullanımı sel, taşkınlar ve deprem riski olmak üzere birçok probleme sebep olabilmektedir. Bu durum jeomorfolojik birimler dikkate alınmadan yapılan arazi kullanımı sonucu ortaya çıkan olumsuz tabloyu da gözler önüne sermektedir. Bu nedenle Sakarya İli'nin kentsel gelişim süreci örneğinde jeomorfolojik birimler ile arazi kullanımı arasındaki ilişkiye verilen önemi göstermesi bakımından da bu çalışma önemlidir. Çalışmada, Sakarya İli'nde arazi kullanımıyla jeomorfolojik birimler arasındaki ilişki ve kentsel gelişim sürecinin arazi kullanımı üzerine olan etkileri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Uzaktan Algılama (UA) yöntem ve tekniklerinden yararlanılarak incelenmiştir. Bu amaçla Sakarya İli'nde; hangi jeomorfolojik birimde hangi arazi kullanım faaliyetlerinin yapıldığı, arazi kullanımında jeomorfolojik birimlerin göz önünde bulundurulup bulundurulmadığı, yanlış arazi kullanımından kaynaklanan problemler ve bu problemlerin önlenmesi için yapılması gerekenlerin neler olduğu gibi araştırma sorularına da cevaplar aranmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Uzaktan Algılama teknikleri ile arazi kullanım değişimleri incelenirken, Coğrafi Bilgi Sistemleri ile arazi kullanım durumlarının mekânsal analizi yapılabilmektedir. Ayrıca veriye erişim kolaylığı, geçmiş yıllarda hazırlanmış ve kayıtlanmış verilerin varlığı daha sağlıklı analiz yapma imkânı da sunmaktadır. Arazi kullanımı, arazi kullanımının jeomorfoloji ile ilişkisinin belirlenmesi konusundaki çalışmalarında Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin kullanımı dünya genelinde 1995 ile 2005 yılları arasında gelişmeye başlamıştır. Türkiye'de ise bu konudaki çalışmalar 2005 ile 2010 yılları arasında dikkat çekmeye başlamış ve arazi kullanım durumları sayısal analizlerle desteklenmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile yıllara göre değişimler incelenerek arazilerin potansiyelleri üzerine yaklaşımlar ortaya konulmuştur (Akova, 2002a ve 2002b; Avcı ve Döker, 2005; Chen, 2010; Huang, 2010; Bahadır, 2011).

Bu çalışmada Uydu görüntülerinin görüntü işleme analizleri Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, yüksek çözünürlüklü olması ve kolay erişilebilmesi nedeniyle U.S. Geological Survey tarafından geliştirilen LANDSAT uydu görüntüleri tercih edilmiştir. Landsat-7 TM (2000) ve Landsat-5 TM (2014) görüntüleri 15 m yersel çözünürlüğe sahiptir (Tablo 1). Araştırma ile ilgili toplanan tüm bu veriler Uzaktan Algılama yazılımı olan ERDAS IMAGINE 2011 programında değerlendirildikten sonra Coğrafi Bilgi Sistemleri analizleri ARCGIS 10

yazılımında gerçekleştirilmiştir. Arazi sınıflandırması ise kontrolsüz sınıflandırma yöntemi ile yapılmıştır. Kontrolsüz sınıflandırma yönteminde, görüntü üzerindeki piksellerin kullanıcı müdahalesi olmadan belirli algoritmalar kullanılarak otomatik olarak gruplandırılabilirdiğinden, arazi örtüsü tipini bilinmesine gerek yoktur. Sınıflandırılmış veri ile inceleme sahasına ait topoğrafik haritalar, hava fotoğrafları ve mevcut yardımcı bilgiler karşılaştırılarak sınıfların doğal özellikleri belirlenebilmektedir (Özkan, 1998; Lillesand ve ark., 2007; Çölkesen, 2009; Kurt, 2015). Sınıflandırılmış görüntüdeki gereksiz bilgilerin göz ardı edilebilmesi için de 7x7 medyan filtre uygulandıktan sonra, yine Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında raster veriler vektör veriye dönüştürülerek tematik haritalar oluşturulmuştur. ARCGIS 10 yazılımında raster uydu verisi jeomorfolojik alanlara göre kesilerek, elde edilen veri "raster to polygon" aracı ile polygona çevrilmiştir. Ardından "geoprocessing" 'den "dissolve" aracını kullanarak bütün veriler "gridcode" a göre birleştirilmiştir. Son olarak elde edilen verilerin alanları hesaplanarak haritalar oluşturulmuştur.

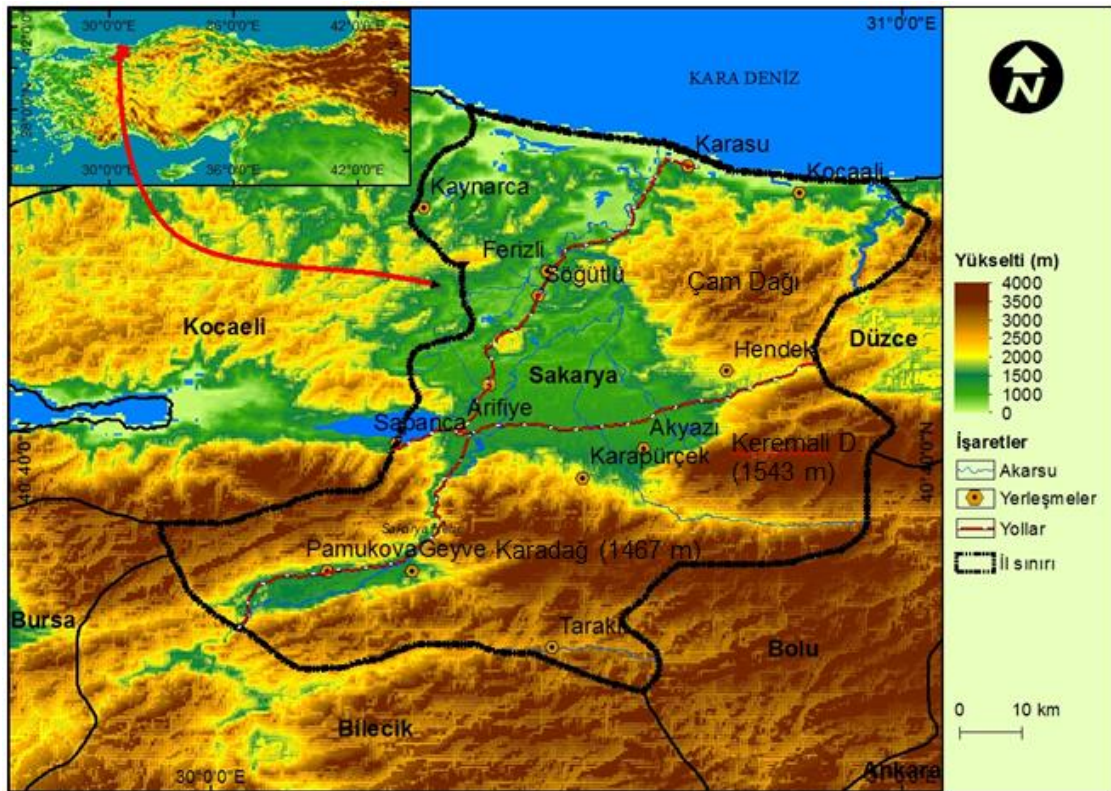
Topoğrafya ve jeoloji paftaları manuel olarak sayısallaştırılarak jeomorfoloji ve jeoloji haritaları oluşturulmuştur. Bu harita ve paftaların morfolojik analizleri ise arazi çalışmaları çerçevesinde toplanan bilgiler ve Turgut Bilgin (1984)'in alanda yaptığı bazı çalışmalar ışığında oluşturulan genel jeomorfoloji haritaları ile yapılmıştır. Çalışmada arazi incelemelerinin yanısıra, 1:25.000 ölçekli topoğrafya haritaları, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA)'den elde edilen 1:100.000 ölçekli jeoloji haritası ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri de kullanılmıştır.

**Tablo 1: Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri**

Uydu / Tarih	Radyometrik Çözünürlük	Yersel Çözünürlük	Kanal	Kappa İstatistik	Overall Sınıflandırma Doğruluk
Landsat-7, 2000	8 bit	15	7	0,7157	77 %
Landsat-5, 2014	8 bit	15	11	0,7515	%

## SAKARYA İLİNİN KONUMU VE GENEL COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

Adını Sakarya Nehri'nden alan Sakarya ili Marmara Bölgesi'nin Kuzeydoğu bölümünde 29° 57' - 30° 53' Doğu Meridyenleri, 40° 17' - 41° 13' Kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. İl merkezi durumundaki Adapazarı ise Sakarya Nehri'nin getirdiği alüvyonların doldurduğu tektonik oluşumlu depresyonda kurulmuştur (Şekil 1).



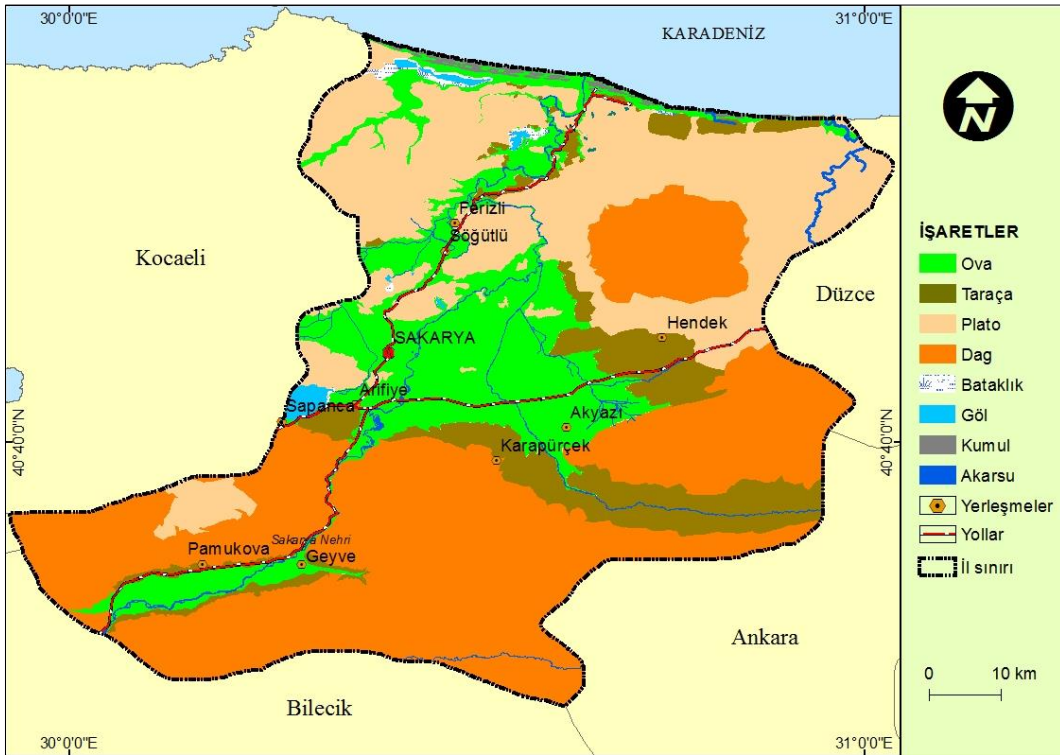
**Şekil 1: Sakarya ili lokasyon haritası**

İzdüşüm alanı 4714 km<sup>2</sup>, gerçek alanı ise 5015 km<sup>2</sup> olan Sakarya ili, doğudan Düzce, Bolu, batıdan Kocaeli, güneyden Bilecik ve kuzeyden Kara Deniz ile çevrilidir. İl'in orta ve batı kesimleri Kocaeli platosunun uzantısı durumundadır. Bu

bölümler yer yer görülen düşük yükselteli tepeler dışında genellikle alçak ve düz bir yapıdadır. Kuzeybatısını 100-250 m yükseltilerindeki Kocaeli platosu, kuzeydoğusunu ise 500-900 m kotlarında sarp ve dik yamaçlı Çam Dağı sınırlamaktadır. Güneyi ise 1000 m den daha fazla yükseltilere sahip Samanlı ile Keremali-Almacık dağlarıyla sınırlıdır (Bilgin, 1984; Zorlu, 2010).

Sakarya'da yaygın jeomorfolojik birimler, % 43'lik alan kaplayan dağlar ile % 25'lik bir alan üzerinde yer alan platolardır. Platolar ilin kuzeyinde, dağlar ise güney yarısında yoğunluktadır. İl genelinde ovalar % 20'lik bir alan kaplarken, taraçalar % 9, göller % 0,6'lık, göl çevresindeki bataklıklar % 0,38'lik bir alan kaplamaktadır (Tablo 2; Şekil 2).

<b>Tablo 2: Sakarya İli'nde jeomorfolojik birimlerin kapladığı alanlar</b>		
Jeomorfolojik Birimler	Kapladığı Alan	
	km <sup>2</sup>	%
Ova	957,98	20,32
Taraça	463,82	9,83
Plato	1204,48	25,55
Dağ	2040,85	43,29
Bataklık	18,3	0,38
Göl	28,73	0,6
<b>Toplam</b>	<b>4714,16</b>	<b>99,97</b>



Şekil 2: Sakarya İli'ndeki jeomorfolojik birimler haritası

İl alanında akarsular tarafından bazı alanlarda dar ve derin şekilde yarılmış, bazı alanlarda ise parçalanmaya maruz kalmış alçak ve yüksek platolar yer almaktadır. Samanlı dağlarının yüksek kesimlerinde (1000 m) yüksek platolar yer alırken, Adapazarı Ovası'nın kuzeyi Karadeniz kıyısına kadar Erol sistemine göre DII (Üst Miyosen) ve DIII (Pliyosen) aşınım yüzeylerine karşılık gelen alçak platolar uzanmaktadır. Kocaeli platosunun devamı olan bu alçak platoların yükseltileri 300-400 m arasında değişmektedir (Bilgin, 1984; Özşahin, 2014). Kocaeli platosu dışında kalan platolar genellikle Samanlı Dağları ile Çamdağı kütesinin Hendek, Akyazı, Sapanca'ya doğru uzanan kesimlerde sıralanmış durumdadır (Şekil 3). Bunların başlıcaları; Hendek-Akyazı arasında Çiğdem, Turnalı ve Gındıra platoları, Keremali platosu, Akyazı'nın kuzeyinde Acelle ve Karagöl, Geyve yöresinde Katırözü, Soğucak, Çataldağ, Çataltepe ve Ziyarettepe platolarıdır (Zorlu, 2010).

Sakarya şehrinin en önemli ovası olan elips biçimli Adapazarı Ovası, doğuya ve güneydoğuya doğru bir körfez gibi sokulmuştur bir durumdadır. Adapazarı Ovası, orta ve güney kısımlarından Anadolu içlerine uzanan en önemli karayollarının geçtiği, çok eskiden beri nüfus sıklığı ve dağılışı, ayrıca ekonomik faaliyetlerin yaygınlığı bakımından

dikkati çeken oldukça geniş ve düz bir alüvyal tabana sahiptir. Ovanın kuzey çevresini Çam Dağı Masifi'nin batı etekleri sınırlandırırken, güneyini de Samanlı Dağları oluşturmaktadır. Bu dağlık kütleyi Sakarya Nehri, Mudurnu Çayı, Kalyan Çayı ve Aksu Çayı gibi akarsular derin bir şekilde parçalamıştır. Samanlı Dağları, Sakarya Nehri tarafından dar ve derince yarılarak il merkezinin güneyinde Geyve Boğazı'nı oluşturmuştur. Adapazarı Ovası'nın kuzeyinde Söğütlü Ovası yer almaktadır. İlin diğer önemli bir ovası ise Sakarya Nehri'nin getirdiği alüvyonların birikmesiyle oluşan ve önemli bir tarım alanı durumundaki Pamukova'dır. (İnandık, 1952-1953; Bilgin, 1984; Şekil 3). Sapanca oluğu içerisinde yer alan Sapanca ovası ise birikinti yelpazelerinin birleşmesiyle meydana gelmiş piedmont ovası özelliğindedir (Ceylan, 1999). Arifiye ovası ve Adapazarı Ovası ise Sakarya nehrinin biriktirme faaliyetleri sonucu meydana gelmiştir (İnandık, 1952-1953; Bilgin, 1984).



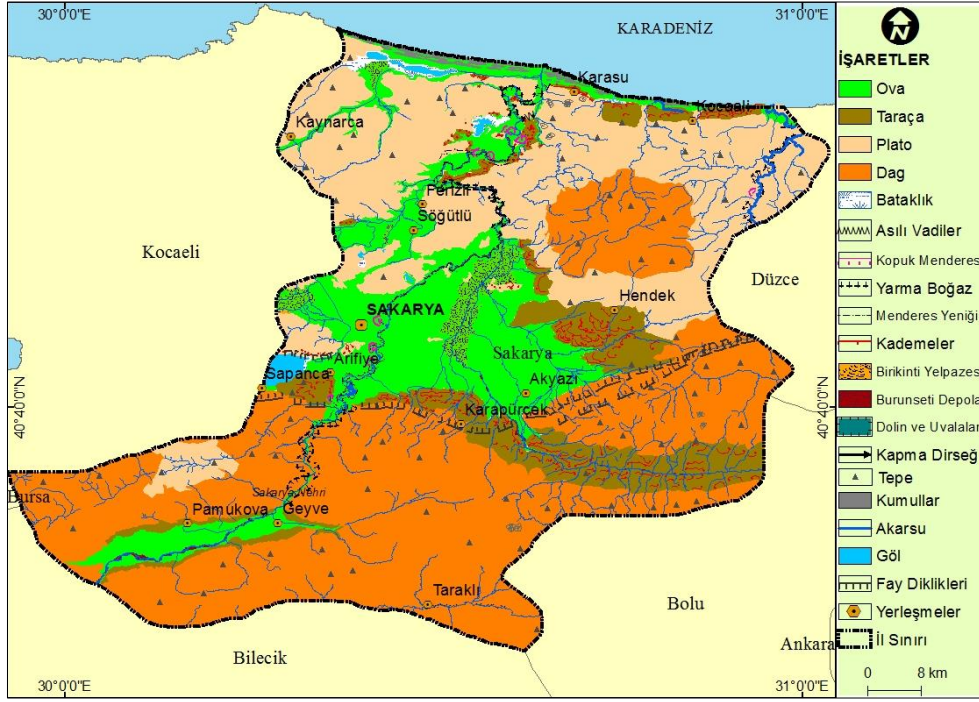
**Fotoğraf 1:** Sakarya Nehri'nin Karadeniz'e döküldüğü bölüm (Kıroğlu, 2016)



**Fotoğraf 2:** Sakarya Nehri'nin Karadeniz'e döküldüğü bölümün 30.07.2013 tarihli Google Earth görüntüsü

İlin en önemli akarsuyu toplam uzunluğu 824 km olan Sakarya Nehri'dir. Nehrin il sınırları içindeki uzunluğu 159.5 km'dir. Sakarya Nehri Adapazarı ovasında eğimin az olması bağlı olarak menderesli bir yapı göstermesine rağmen mendereslerin keskin dönüşleri yoktur. Akarasu boyunca yer yer görülen terk edilmiş kanallar ise taşkın ovasına doğru uzanan hacim olarak küçük fakat önemli farklılıklar gösteren oluşuklardır (Bol ve Önal, 2002). Sakarya Nehri Karadeniz'e ulaştığı noktada yine kendi adını taşıyan bir deltaya çıkmaktadır. Anadolu'nun kuzey kıyılarındaki 3 büyük deltadan (Kızılırmak, Yeşilirmak, Sakarya) birini teşkil eden bu delta, alüvyal bir oviden ziyade kıyı kumullarının geniş yer kapladığı kumsal bir saha karakterindedir. Bu kesimde evler, mısır tarlaları ve yolların toprağı kumdur (İnandık, 1963; Bilgin, 1984; Fotoğraf 1 ve 2). Sahadaki diğer önemli akarsular ise Çark Suyu (45 km), Mudurnu Çayı (65 km), Dilsiz Çayı (34 km), Darıçayırı Deresi (33 km), Maden Deresi(30 km), Melen Deresi(30 km), Karaçay (29 km), Akçay Deresi, Yırtmaç Deresi, İstanbul Deresi, Mahmudiye Deresi ve Değirmen Dere'dir (Şekil 3).

Sakarya ili göl bakımından da zengindir. İl sınırları içerisinde Sapanca Gölü, Poyrazlar Gölü, Taşkışığı Gölü, Küçük Akgöl, Büyük Akgöl, Acarlar Gölü, Gökçeören Gölü olmak üzere 7 adet göl bulunmaktadır. Göllerin suları genellikle tatlıdır (Şekil 3). Göl kıyılarında sazlık ve bataklık alanlar da bulunmaktadır. Bataklıklar akarsular ve yüzey sularının taşınması ve bu alanlarda biriktirilmesi nedeniyle sığ sulak alan görünümündedir.



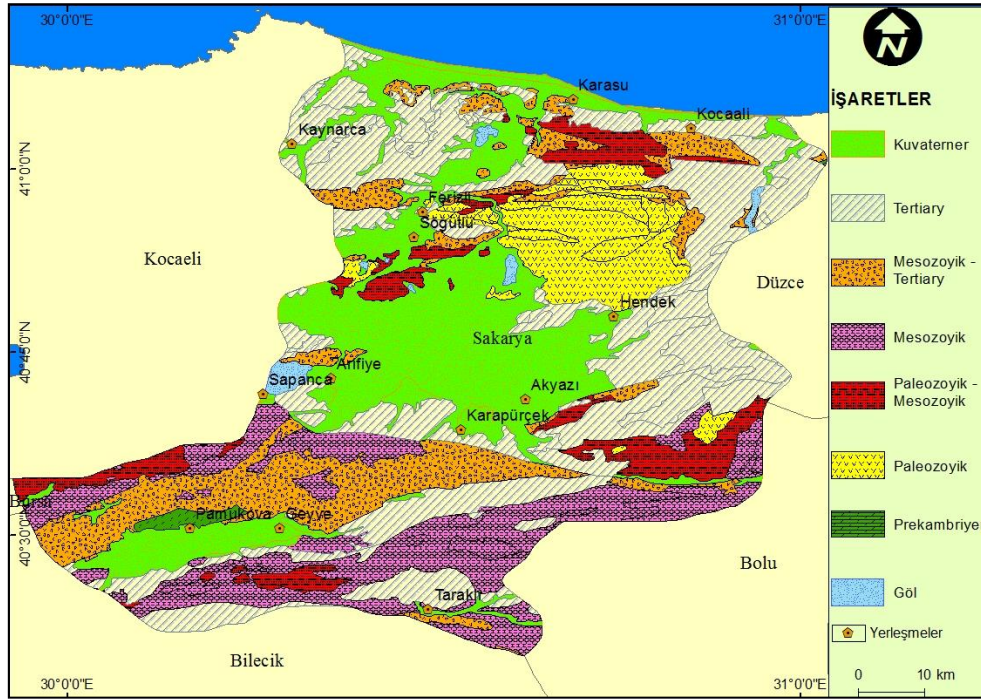
Şekil 3: Sakarya İli'nin jeomorfoloji haritası

İl'in Karadeniz kıyılarında Karadeniz iklimi, güney ve batıda Akdeniz iklim özellikleri görülmeyle birlikte, yaz kuraklığının sürekli olmaması, bazı yıllarda yağışların çok azalması ve genel olarak ortalama ve mutlak sıcaklık farklarının az oluşu nedeniyle Akdeniz ve Karadeniz iklim bölgeleri arasında geçiş iklim özellikleri hâkim durumdadır. Bu nedenle nemli Karadeniz iklimi etkisi altındaki dağlık alanların kuzey yüzlerinde nemli ormanlar, iç kesimlerde ise kuru ormanlar bulunmaktadır (İnanlık, 1955; İkiel ve Kaymaz, 2005). Şehir alanında nemli kesimlerde kayın ağacı, bunların arasında da yer yer meşe, gürgen, ıhlamur, akçaağaç ve kestane yer almaktadır. Kuru orman alanları ise sarıçam, meşe, kızılçam ve karaçam ile kaplıdır (Bilgin, 1984).

Sakarya il sahası, III. zamanın sonu, IV. zamanın başlarında ortaya çıkan kıvrılma ve kırılma hareketleri sonucu oluşmuştur. Kıvrılma ve çarpılma hareketleri ile Karadeniz'e doğru eğim kazanmıştır. Bu sırada Sakarya Nehri'nin taşıdığı sedimentler il alanında yığılarak günümüzde büyük bir kısmı tarım alanı olan IV. zaman toprakları ve alüvyal ovaları oluşturmuştur. Alp Orojenezine bağlı hareketler Kuvaterner'e kadar devam ettiğinden bu zaman zarfında çökeller tektonik hareketler neticesinde kıvrılmaya uğramışlardır. Eosen ve Neojende ise bölge tektonik olarak oldukça aktif bir dönem geçirmiştir. Etkin tektonizma neticesinde Adapazarı Ovası çökmeye uğramış ve Kuzey Anadolu Fay Sistemi bu zamanda ortaya çıkmıştır. Bu fay zonuna paralel irili ufaklı birçok fay oluşmuştur (İnanlık, 1952-1953; Bilgin, 1984; Özcan, 2008; Şekil 4).

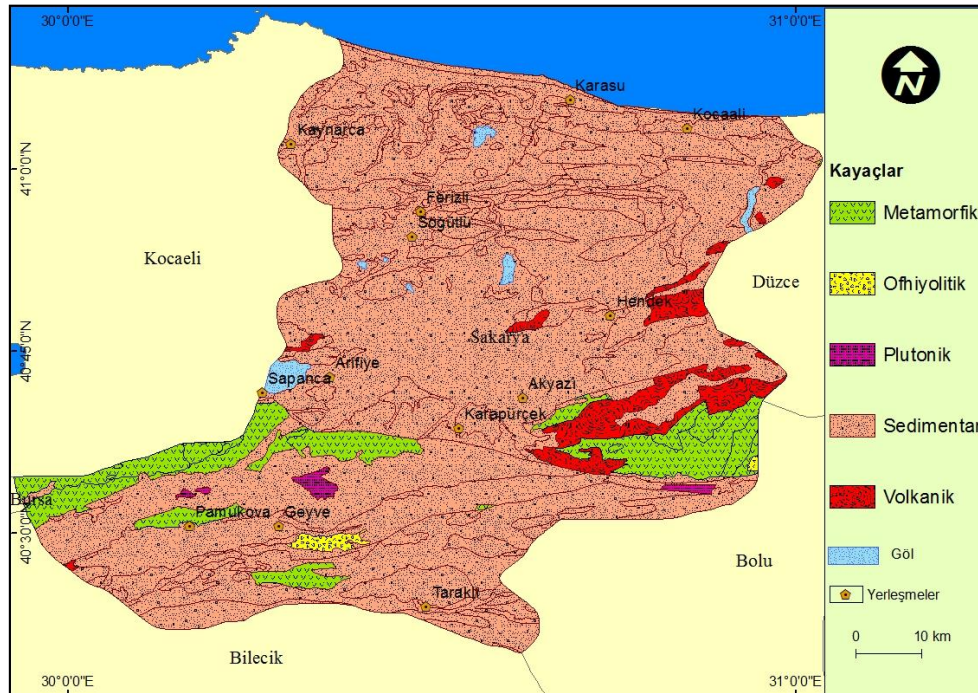
İl toprakları Kuzey Anadolu Fay Sistemi üzerinde yer kabuğunun yıkıcı depremlerle (1943-1957-1967-1999) sarsıldığı bir kuşakta yer almaktadır. Kuzey Anadolu Fay (KAF) hattının oluşturduğu ve günümüzde Arifiye-Sapanca Gölü İzmit doğrultusunda geçen fay hattının yanı sıra Samanlı dağları yamaçlarında düşey atımlı faylarda diğer tektonik yapıyı oluşturmaktadır. 1943 Adapazarı depremi (6,6), 1957 Sakarya-Hendek depremi (7,1), 1967 Adapazarı-Hendek-Mudurnu depremi (7,3) ve 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi (7,4) ile 12 Kasım 1999 Düzce depremleri (7,2) çalışma alanında meydana gelen, can ve mal kayıplarının olduğu büyük depremlerdir (Kalafatçıoğlu, 1968; Bol ve Önalp, 2002; Sandalcı ve ark., 2005; Dikbaş ve Akyüz, 2010). Bu özellikleri ile farklı jeolojik formasyonlar ve litolojik birimler şehir alanı ve çevresinde gözlemlenmektedir. Şehir genelinde en geniş alanı Kuvaterner dönemine ait alüvyon dolgular oluşturmaktadır. Güncel alüvyonlar Sapanca Gölü çevresinde ve Sakarya Nehri, Çark Suyu, Mudurnu Çayı, Dilsiz Çayı, Darıçayırı Deresi, Maden Deresi, Melen Deresi, Karaçay, Akçay Deresi, Yırtmaç Deresi, İstanbul Deresi, Mahmudiye Deresi, Değirmen Deresi gibi Adapazarı, Pamukova ve Söğütlü ovalarının oluşumunda etkili olan akarsuların vadilerinin

kenarlarında izlenmektedir. Sapanca Gölü kıyıları ile Arifiye Ovası çevresinde ise alüvyal sahaların yanı sıra eski alüvyon yelpazesi birimleri yer almaktadır (Şekil 4 ve 5).



Şekil 4: Sakarya İli'nin jeoloji haritası

Şehir, tamamen nehir çökelleri üzerinde yer aldığından, güneydeki dağlık birimin çekirdeğini I. zamanın yaşlı billurlu şistler ve onları örten Kretase oluşukları meydana getirmiştir. Bunun yanı sıra yer yer andezit bileşiminde volkanik kayalar da görülür. Faylarla sınırlanmış bir çöküntü alanı olan Adapazarı ovasının çevresinde Pliosen çökelleri ve orta kesiminde kalınlığı 100 m'yi aşan genç alüvyonlar yer alır. Kuzeydeki alçak platoların yapısında en geniş yeri I. zamanın kayaları ile Eosen filişleri kaplamaktadır (Bilgin, 1984; Şekil 5).



Şekil 5: Sakarya İli'nde kayaçların dağılışı haritası

Yerleşme ve nüfus yönüyle ise 2000 yılında Türkiye 769.604 km<sup>2</sup> alan, 67.461.000 nüfus ve 88 kişi nüfus yoğunluğuna sahipken, bu dönemde Sakarya’da nüfus yoğunluğu Türkiye ortalamasının nerdeyse 2 katı ve 156 kişidir. Bu nüfus 469717 km<sup>2</sup>’lik il alanının % 2,3’üne yayılmış durumdadır. 2000 yılı sayım sonuçlarına göre merkez ilçe Adapazarı’nın nüfusu 340.825’tir. Nüfusun en az olduğu ilçe ise Taraklı’dır (Tablo 3). Bu sonuçlara göre özellikle 17 Ağustos 1999 depremi, il dışına ciddi anlamda göçe neden olmadığı, ancak Sakarya’ya yönelik göçü engellediği anlaşılmaktadır. İl nüfusunun artışıdaki başlıca sebepleri; şehrin üzerinde kurulduğu ovanın uygun topografyaya sahip olması, ulaşım ağının şehrin içinden ya da çok yakınından geçiyor olması, ticaret, tarım ve 1950 yılından sonra hızla gelişen sanayi faaliyetleridir (Edecin, 2007).

**Tablo 3: Sakarya İli’nde yıllara göre ilçe nüfusları**

İLÇELER	2000	2009	2011	2013
Adapazarı	340.825	243.204	251.680	259.516
Akyazı	77.536	83.220	83.497	84.281
Arifiye		37.245	37.889	38.905
Erenler		72.475	75.682	78.094
Ferizli	24.383	23.877	23.654	24.585
Geyve	44.907	46.520	46.892	48.171
Hendek	63.703	74.084	73.918	76.134
Karapürçek	11.073	12.440	12.311	12.422
Karasu	54.630	53.842	53.928	55.342
Kaynarca	24.339	23.147	23.290	23.390
Kocaali	30.676	24.141	22.203	22.666
Pamukova	24.072	26.772	26.978	27.841
Sapanca	36.496	36.856	38.089	39.061
Serdivan		81.943	97.044	105.775
Söğütli	14.316	14.255	14.229	14.055
Taraklı	9.212	7.549	7.272	7.135
<b>TOPLAM</b>	<b>756.168</b>	<b>861.570</b>	<b>888.556</b>	<b>917.373</b>

*Kaynak: TÜİK, 2016*

Sakarya İli’nde deprem sonrası oluşan konut açığının giderilmesi amacıyla yapılan prefabrik konutlar ise genel olarak çayır ve meralar ile tarım arazileri üzerinde kurulmuştur. Kurulan yeni yerleşim alanları Karaman ve Camili ve Korucuk da yoğunlaşmıştır. Geçici prefabrik konutların alt yapı çalışmaları bu arazilerde büyük zarara neden olmuştur. Deprem oluşturduğu ağır hasar şehirde yaşayan halkın kırsal alanlara yerleşmelerine neden olmuştur. Bu durum il merkezine yakın köylerde yoğun arazi taleplerini ortaya çıkarmış ve bunun sonucunda da verimli tarım arazilerindeki konut amaçlı kullanım artmıştır (Akyol, 2007).

## BULGULAR

### Sakarya İli’nin Arazi Kullanım Özellikleri

Sakarya İli’nin arazi kullanım özellikleri jeomorfolojik yapıda olduğu gibi bir çeşitlilik arz etmektedir. 2000 yılı arazi kullanımında en fazla alanı 222.447 km<sup>2</sup> ve % 47,4’lük bir oranla ormanlık alanlar ve 154.662 km<sup>2</sup> ile % 32,9’luk oranla tarım alanları ve % 32,9’luk bir oranla da çalılık araziler kaplamaktadır (Tablo 4). Bu durumun ortaya çıkmasında temel etken, bölgedeki iklim özellikleridir. İl alanı, konumu gereği Akdeniz ile Karadeniz iklimlerinin etkin olduğu geçiş karakterinde iklim özelliklerini yansıtmaktadır. Ormanların büyük bir bölümü Acarlar Gölü Longoz sahasında diğer önemli bir bölümü ise Adapazarı Ovası’nın doğu ve güneyindeki dağlık sahada yer almaktadır (Bilgin, 1984; Şekil 6).

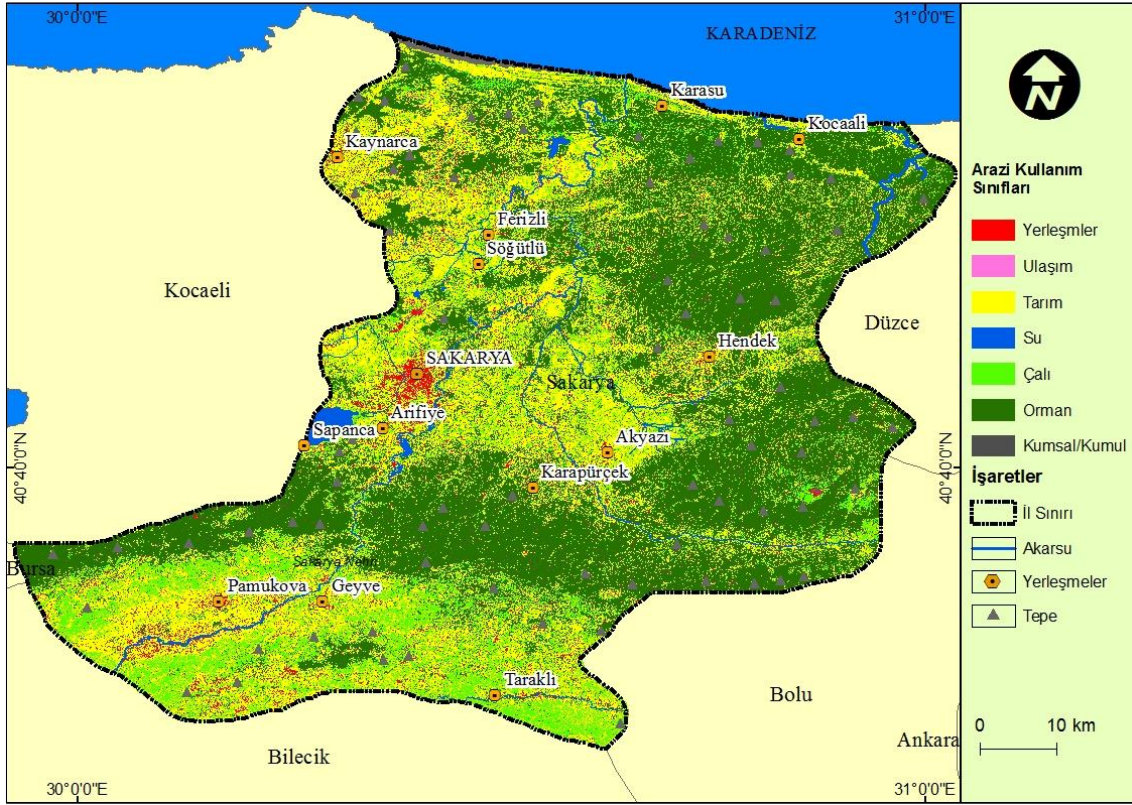
2014 yılında ise orman alanları % 8,2’lik bir artış göstererek % 55, 5’ e ulaşmıştır. Tarım alanları % 5,3’lük bir azalma ile % 27,6’ya, yerleşim alanları ise % 1,6’lık bir artış ile % 3,8’e yükselmiştir (Tablo 4). 2014 yılı uydu görüntüsü sınıflandırmasında çalılık alanların bir kısmı orman sınıfı olarak algılandığından bu durum orman örtüsüne az da olsa artış olarak yansımıştır. Çalılık alanlar ormanların bir alt sınıfı olarak da değerlendirildiğinden sınıflandırmada değişiklik yapılmamıştır.



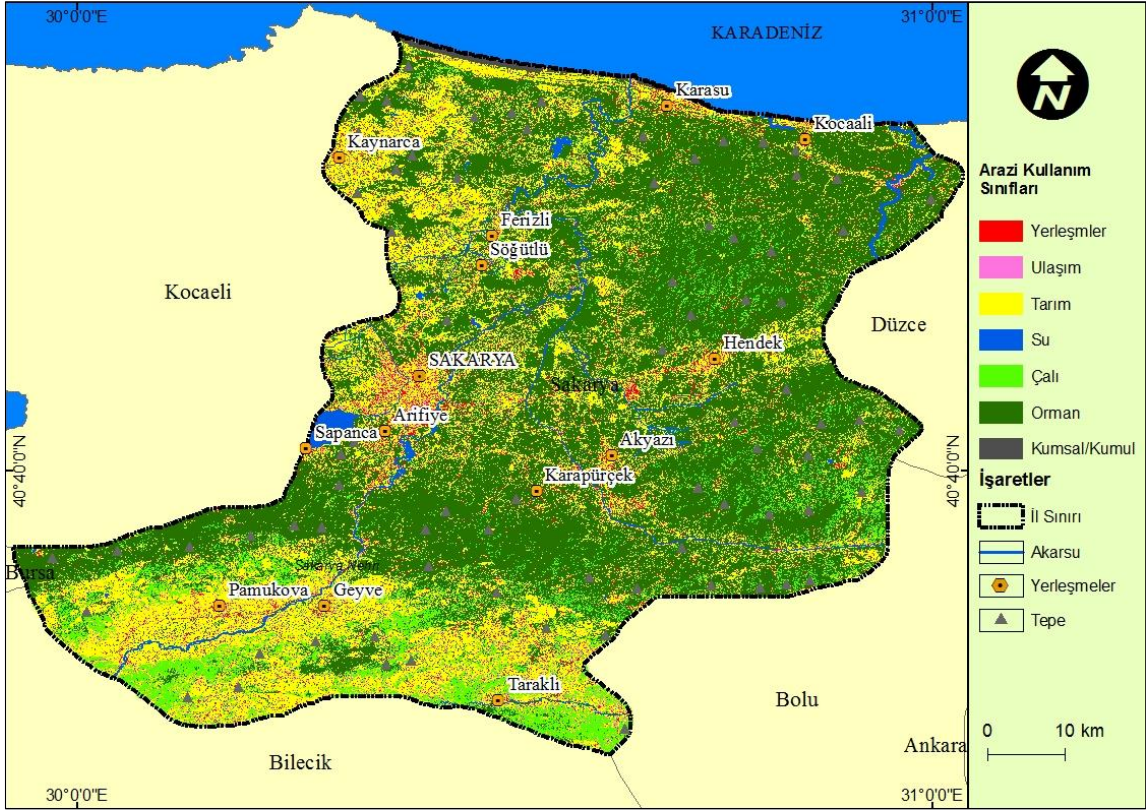
**Tablo 4:** Sakarya İli'nde arazi kullanım sınıfları ve kapladıkları alanlar (2000 - 2014)

Arazi Sınıfları	2000		2014		Değişim	
	Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)
Orman	222447	47,4	260788	55,5	38341	8,2
Tarım	154662	32,9	129842	27,6	-24820	-5,3
Çalılık alan	66743	14,2	38939	8,3	-27804	-5,9
Yerleşme	10637	2,3	18034	3,8	7397	1,6
Ulaşım	5942	1,3	12576	2,7	6634	1,4
Kumsal / Boş Arazi	5859	1,2	5849	1,2	-10	0,0
Su	3427	0,7	3689	0,8	262	0,1
<b>Toplam</b>	<b>469717</b>	<b>100</b>	<b>469717</b>	<b>100</b>	-	-

İl genelinde nüfus 2000 yılına göre 469717 km<sup>2</sup>'lik il alanının % 2,3'üne yayılmış durumdadır. Yoğun nüfusa sahip yerleşim alanları ovalık tabanda diğerleri ise şehir alanına yayılmıştır. Bu alanlar 2014 yılında 18034 km<sup>2</sup> ve % 3,8'lik bir orana sahiptir. Şekil 6'dan da görüldüğü gibi 2000 yılında yerleşim alanları daha çok Sakarya il merkezinde yoğunlaşmıştır. 2000 yılı Devlet İstatistik Kurumu verilerine göre merkez ilçe Adapazarı'nın nüfusu 340.825'tir (Tablo 3). 2000 yılından sonra il genelindeki yerleşim alanlarında artış gözlenirken, merkez ilçe yerleşmelerinde azalma olmuştur. Bunun nedeni, 1999 yılında yaşanan Marmara Depremi sonrasında şehirde yaşanan altyapı yetersizliği, binaların çok katlı ya da kullanılamayacak durumda olması, deprem konutlarının 2002 yılına kadar teslim edilmemesi ve bunun sonucunda da Sakarya'nın köylerine il merkezinden 11.878 erkek, 12.167 kadın olmak üzere toplam 24.045 kişinin göç etmesidir.



**Şekil 6:** Sakarya ili'nde arazi kullanım sınıfları (Landsat Thematic Mapper (2000) uydu görüntüsü ile 1/25.000 ölçekli Amenajman haritalarından elde edilmiştir)



Şekil 7: Sakarya İli'nde arazi kullanım sınıfları (Landsat Thematic Mapper (2014) uydu görüntüsü ile 1/25.000 ölçekli Amenajman haritalarından elde edilmiştir)

Sakarya İli'nin sahil bölümünde ise Karasu ve Kocaeli'de yerleşmeler yoğunluk kazanırken, Kaynarca'nın sahil bölümünde daha çok kumullar ve tarım alanları bulunmaktadır (Şekil 7). Karasu sahil ilçesinde yerleşmelerin yoğunluk kazanmasında, yaklaşık 35 km'lik kesintisiz kıyı şeridinde sahip olması ve İstanbul'a yakınlığı nedeniyle sahanın turizm çekim noktası konumunda olması etkili olmuştur. Bu nedenle, kıyı şeridinde yazlıklar, villalar ve otellerden oluşan yoğun bir yerleşim söz konusudur. Ancak, Karasu kıyısında ortaya çıkan yapılaşma biçimi, Kıyı Kanunu'na aykırı olarak ortaya çıkan yanlış kıyı kullanımı örneklerinden sadece bir tanesidir (Kurt ve Duman, 2015).

### Jeomorfolojik Birimler ile Arazi Kullanımı Arasındaki İlişki

Arazi kullanımları üzerinde jeomorfolojik yapıya ait özellikler önemli etkiler oluşturduğundan (Taş, 2006) Sakarya İli'nin arazi kullanımında jeomorfolojik birimler belirleyici unsur olmuştur. Bu nedenle genellikle dağlık alanlar orman, platolar çalı, ova ve taraçalar tarım, tepe ve yamaçlarda daha çok çalılık alan olarak kullanılmaktadır.

2000 yılında il alanında verimli alüvyal dolgulardan oluşan ova ve vadi tabanlarındaki kullanım şekli ağırlıklı olarak 523,11 km<sup>2</sup> ile tarım alanı, 182,01 km<sup>2</sup> ile orman ve 151,97 km<sup>2</sup> ile çalılık alanı şeklindedir. Diğerleri ise sırasıyla 44 km<sup>2</sup> ile yerleşme ve göllerden oluşan su alanı, 24,48 km<sup>2</sup> ile kumsal/boş alanı, 11,28 km<sup>2</sup> ile su ve 9,25 km<sup>2</sup> ile ulaşım alanı sıralanmaktadır (Tablo 5).

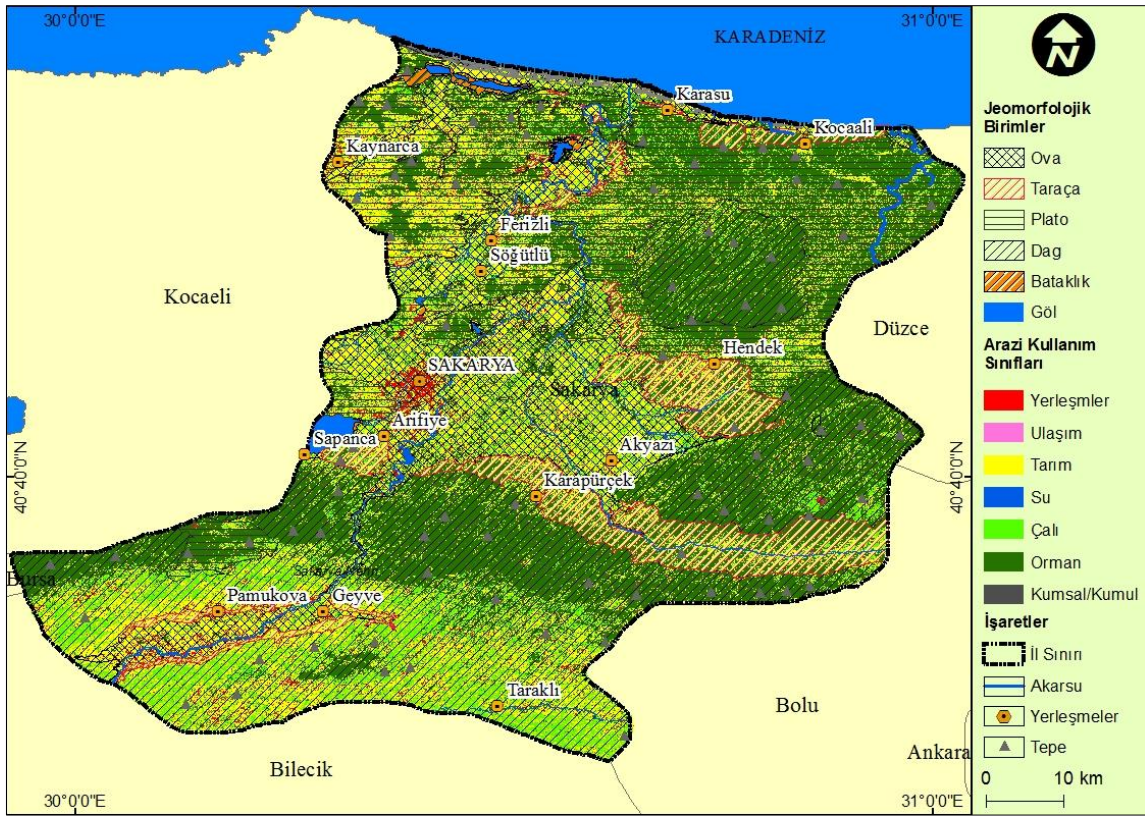
Jeomorfolojik Birimler	Arazi Kullanımı (km <sup>2</sup> )							Toplam
	Yerleşme	Tarım	Çalılık	Orman	Kumsal / Boş Alan	Ulaşım	Su	
Ova	44	523,11	151,97	182,01	24,48	9,25	11,82	946,64
Taraça	9	147,13	42,31	252,39	3,27	7,479	0,58	462,159
Plato	21,03	347,97	102,73	702,72	7,78	15,49	1,4	1199,12
Dağ	26,2	511,87	343,27	1112,23	17,467	20,41	0,06	2031,507
Bataklık	0,1	5,02	3,75	8,58	0,03	0,03	0,71	18,22
<b>Toplam</b>	<b>100,33</b>	<b>1535,1</b>	<b>644,03</b>	<b>2257,93</b>	<b>53,027</b>	<b>52,659</b>	<b>14,574</b>	<b>4657,646</b>

Ana yer şekillerinin dışındaki elemanter şekillerden olan taraçalarda ise öncelikle en geniş alanı 252,39 km<sup>2</sup> ile orman arazileri kaplamaktadır. Bundan sonra sırasıyla 147,13 km<sup>2</sup> ile tarım alanı, 42,31 km<sup>2</sup> ile çalı alanı, 9 km<sup>2</sup> ile yerleşme, 7,47 km<sup>2</sup> ile ulaşım alanı 3,27 km<sup>2</sup> ile kumsal/boş alanı ve 0,58 km<sup>2</sup> ile su alanı gelir (Tablo 5; Şekil 8).

Platoluk arazi üzerinde ise 702,72 km<sup>2</sup> ile orman alanı en geniş alana sahiptir. Bu dağılışı 347,9 km<sup>2</sup> ile tarım alanı, 102,73 km<sup>2</sup> ile çalılık alan, 21,03 km<sup>2</sup> ile yerleşim alanı ve 15,49 km<sup>2</sup> ile ulaşım alanı, 7,78 km<sup>2</sup> ile kumsal/boş alan alanı ve 1,4 km<sup>2</sup> ile su alanları izler. Buna göre plato alanlarındaki arazi kullanımı daha çok orman alanı olarak değerlendirilmiştir (Şekil 8).

Diğer bir jeomorfolojik birim olan dağlık alanlardaki kullanım şekli ise ağırlıklı olarak 1112,23 km<sup>2</sup> alan kaplayan orman alanı şeklinde kendini göstermektedir. Bu jeomorfolojik birimdeki diğer arazi kullanım türleri ise 347,97 km<sup>2</sup> ile tarım alanı, 343,27 km<sup>2</sup> ile çalılık, 26,2 km<sup>2</sup> ile yerleşim alanı, 20,41 km<sup>2</sup> ile ulaşım alanı, 17,46 km<sup>2</sup> ile kumsal/boş alan alanı ve 0,06 km<sup>2</sup> ile su alanı şeklindedir (Şekil 8).

Jeomorfolojik birimlerden bataklık alanlar ise 8,58 km<sup>2</sup>'si orman, 5,02 km<sup>2</sup>'si tarım alanı, 3,75 km<sup>2</sup>'si tarım alanı, 0,71 km<sup>2</sup>'si su alanı, 0,1 km<sup>2</sup>'si yerleşme alanı, 0,03 km<sup>2</sup>'si ulaşım ve boş alan olarak kullanılmıştır. Sazlık ve bataklık alanlar mekân kullanım sahaları değildir. Ancak jeomorfolojik açıdan önem arz etmektedir.



Şekil 8: Sakarya ilinde arazi kullanımı ve jeomorfolojik birimler arasındaki ilişki (2000)

2014 yılında il alanında verimli alüvyal dolgulardan oluşan ova ve vadi tabanlarındaki arazi kullanımı ağırlıklı olarak 430 km<sup>2</sup> ile orman alanı, 356,85 km<sup>2</sup> ile tarım ve 55,84 km<sup>2</sup> ile yerleşme alanıdır. Diğerler arazi kullanımları ise sırasıyla 43,66 km<sup>2</sup> ile ulaşım, 32,52 km<sup>2</sup> ile kumsal/boş alan, 20,24 km<sup>2</sup> ile çalılık alan ve 8,31 km<sup>2</sup> ile su alanı sıralanmaktadır (Tablo 6).

Taraçalarda ise öncelikle en geniş alanı 284,25 km<sup>2</sup> ile orman alanı kaplamaktadır. Bundan sonra sırasıyla 127,78 km<sup>2</sup> ile tarım alanı, 20,55 km<sup>2</sup> ile yerleşim alanı, 15,03 km<sup>2</sup> ile çalı, 11,49 km<sup>2</sup> ile ulaşım alanı 2,59 km<sup>2</sup> ile kumsal/boş alanı ve 0,61 km<sup>2</sup> ile su alanı gelmektedir (Tablo 6).

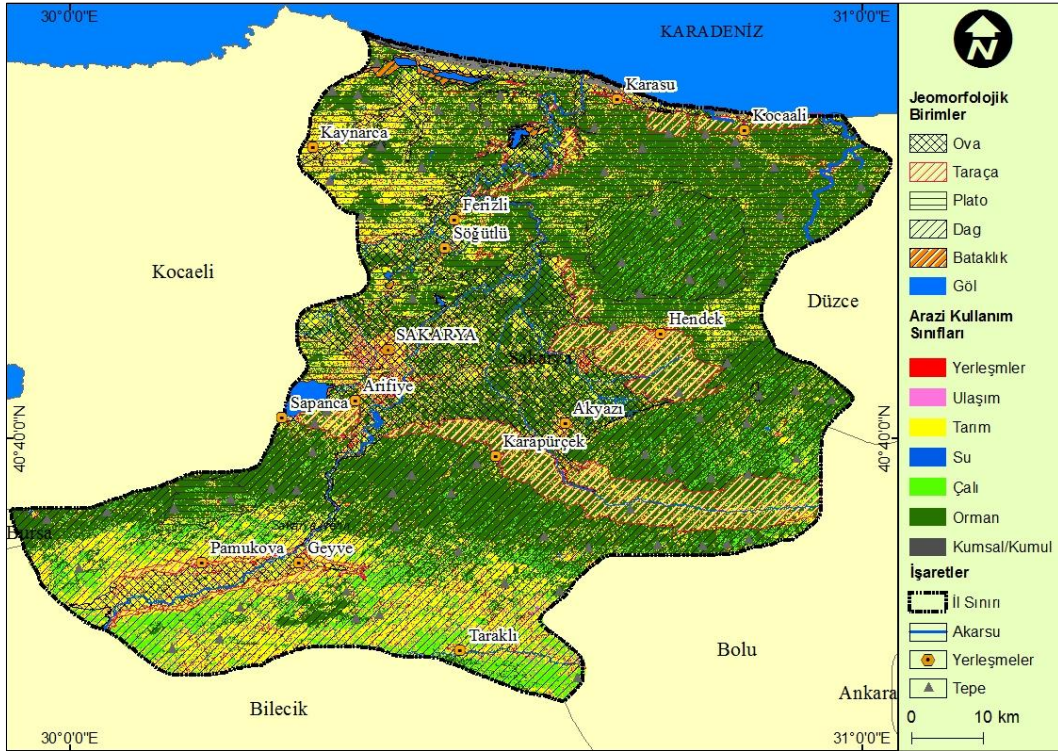
**Tablo 6. Sakarya ili'nde jeomorfolojik birimlere göre arazi kullanımı (2014)**

Jeomorfolojik Birimler	Arazi Kullanımı (km <sup>2</sup> )							Toplam
	Yerleşme	Tarım	Çalılık	Orman	Kumsal / Boş Alan	Ulaşım	Su	
Ova	55,84	356,85	20,24	430	32,51	43,66	8,31	<b>947,41</b>
Taraça	20,55	127,78	15,03	284,25	2,59	11,49	0,61	<b>462,3</b>
Plato	39,63	313,23	23,32	798,78	7,06	15,84	1,85	<b>1199,71</b>
Dağ	50,43	497,25	312,51	1110,23	11,79	43,43	5,83	<b>2031,47</b>
Bataklık	0,33	5,15	1,16	10,84	0,06	0,18	0,54	<b>18,26</b>
<b>Toplam</b>	<b>166,78</b>	<b>1300,26</b>	<b>372,26</b>	<b>2634,1</b>	<b>54,01</b>	<b>114,6</b>	<b>17,14</b>	<b>4659,15</b>

2014 yılında il'deki platoluk arazi üzerinde ise 798,78 km<sup>2</sup> ile orman alanı en geniş alana sahiptir. Bu dağılışı 313,23 km<sup>2</sup> ile tarım alanı, 39,63 km<sup>2</sup> ile yerleşme alanı, 23,32 km<sup>2</sup> ile çalılık alan ve 15,84 km<sup>2</sup> ile ulaşım alanı, 7,06 km<sup>2</sup> ile kumsal/boş alan ve 1,85 km<sup>2</sup> ile su alanları izler. Buna göre plato alanlarındaki arazi daha çok orman alanı olarak değerlendirilmiştir. İl genelinde plato alanlarının büyük çoğunluğu geçmişten günümüze antropojenik etkiler nedeniyle tahrip olmuş ve çalılık-fundalık-otlak alan olarak kullanılır hale gelmiştir. Platolardaki tarım ve yerleşim alanları kullanım birimleri alçak seviyedeki plato yüzeylerinde görülmektedir (Şekil, 9).

Diğer bir jeomorfolojik birim olan dağlık arazilerdeki kullanım şekli ise ağırlıklı olarak 1110,23 km<sup>2</sup> alan kaplayan orman alanı şeklinde kendini göstermektedir. Bu jeomorfolojik birimdeki diğer arazi kullanım türleri ise 497,25 km<sup>2</sup> ile tarım alanı, 312,51 km<sup>2</sup> ile çalılık, 50,43 km<sup>2</sup> ile yerleşim alanı, 43,43 km<sup>2</sup> ile ulaşım alanı, 11,79 km<sup>2</sup> ile kumsal/boş alan alanı ve 5,83 km<sup>2</sup> ile su alanı şeklindedir (Şekil 9).

Jeomorfolojik birimlerden bataklık alanlar ise 10,84 km<sup>2</sup>'si orman, 5,15 km<sup>2</sup>'si tarım alanı, 1,16 km<sup>2</sup>'si çalılık alanı, 0,33 km<sup>2</sup>'si yerleşme alanı, 0,54 km<sup>2</sup>'si su alanı, 0,18 km<sup>2</sup>'si ulaşım ve 0,06 km<sup>2</sup>'si boş alan olarak kullanılmaktadır (Şekil, 9). Göl kıyılarındaki doğal sulak alanlar konumundaki sazlık ve bataklık alanların varlığı göl ekosistemi ve doğal hayat açısından oldukça önemlidir.



**Şekil 9. Sakarya ili'nde arazi kullanımı ve jeomorfolojik birimler arasındaki ilişki (2014)**

2000 yılında Sakarya, Büyükşehir Belediyesi olduktan sonra bazı köyler belediye sınırları içine dâhil edilmiştir. Böylece Adapazarı Ovası üzerinde yer alan köyler önce yönetimlerinde değişiklik yapılarak belde haline getirilmiş, daha sonra köy toprakları başta sanayi olmak üzere değişik amaçlar için kullanılabilir hale getirilmiştir. Kırsal nüfus, genellikle verimli ovaların çevresinde toplanmıştır. Toplam nüfusun büyüklüğü açısından ikinci, üçüncü ve dördüncü sıralarda yer alan Akyazı, Karasu ve Geyve ilçeleri adlarını taşıyan ovaları çevrelemektedir (Akyol, 2007).

Tablo 6'dan da görüleceği gibi ova ve alüvyal vadi alanları bir taraftan tarım alanı olarak kullanılırken, diğer taraftan da yerleşim alanlarının büyük baskısına ve kullanımına maruz kalmaktadır. Bunun yanı sıra aktif tektonik alanlardan birinde yer alan sahada yerleşmelerin dirençsiz zeminlerde (ova ve alüvyal zeminler) gelişim göstermesi risk oranını da artırmaktadır. 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi ve 12 Kasım Düzce depreminin Sakarya'daki etkileri bu sorunun en yeni örneğini oluşturmaktadır. Ayrıca verimli tarım alanları olarak bilinen ova ve alüvyal sahaların büyük bir bölümünde yerleşim alanlarının oluşturulması tarım ve arazi kullanımı açısından da plansız bir gelişim örneğidir. Özellikle Adapazarı, Sapanca, Pamukova ve Arifiye ovalarında yerleşim alanları varlığının her geçen gün giderek artması sorunların da artarak devam etmesine neden olmaktadır. Tarımsal üretimdeki verimlilik, kırsal nüfusun toprağa bağlı kalmasını sağlamış, bu nedenle, söz konusu ilçelerin kentleşme oranları oldukça düşük kalmıştır (Işık, 2007).

## SONUÇLAR

Sakarya il genelinde tektonizma ve flüvyal faaliyetler sonucu şekillenmiş, dağlık alanlar, plato sahaları ve ova alanları gibi ana morfolojik unsurlar ile delta, birikinti yelpazesi, vadiler, dik ve az eğimli yamaçlar gibi elemanter jeomorfolojik birimler olarak adlandırılan farklı şekiller de gözlemlenmiştir. Sahada yoğunlaşan beşeri baskıların her geçen gün artarak devam etmesi bazı sorunların ortaya çıkmasına neden olduğundan, jeomorfolojik birimlerle arazi kullanımı arasındaki ilişkinin incelenip analiz edildiği bu çalışma geleceğe yönelik planlamalar için önemli bir veri kaynağı niteliğindedir.

Sakarya ili'nde kentsel gelişim sürecinde jeomorfolojik birimler ile arazi kullanımı arasındaki ilişki değerlendirildiğinde, genellikle dağlık alanların orman, platoların çalı, ova ve taraçaların tarım ve yerleşim alanı olarak kullanılmakta olduğu görülmüştür.

İl alanının % 43'ünü dağlar, % 25'ini platolar, % 20'ini ovalar % 9'unu taraçalar, % 0,6'sını göller ve % 0,38'ini ise göl çevresindeki bataklıklar kaplamaktadır. 2000 ve 2014 yılları arasındaki kentsel gelişim sürecinde jeomorfolojik birimlerde arazi kullanımındaki değişime bakıldığında, geçen 14 yıl boyunca, ovalardaki yerleşim alanlarında 11 km<sup>2</sup>'lik, tarım alanlarında 167 km<sup>2</sup>'lik, orman alanlarında 248 km<sup>2</sup>'lik, ulaşım alanlarında 34 km<sup>2</sup>'lik bir artış olurken çalılık alanlarda 131 km<sup>2</sup>'lik, su alanlarında 3 km<sup>2</sup>'lik bir azalma meydana gelmiştir.

Taraçalık arazilerde ise yerleşim alanları 11 km<sup>2</sup>'lik, ormanlık alan 32 km<sup>2</sup>'lik, ulaşım 4 km<sup>2</sup>'lik bir artış olurken, tarım alanlarında 20 km<sup>2</sup>'lik, çalılık alanda 27 km<sup>2</sup>'lik, kumsal/boş alanda 1 km<sup>2</sup>'lik bir azalma olmuştur.

Plato arazilerindeki orman alanlarında 96 km<sup>2</sup>'lik, yerleşim alanlarında 18 km<sup>2</sup>'lik artış olurken, tarım alanlarında 34 km<sup>2</sup>'lik, çalılık alanlarda 79 km<sup>2</sup>'lik bir azalma meydana gelmiştir.

Dağ alanlarındaki arazi kullanımları ise yerleşim alanlarında 24 km<sup>2</sup>'lik, ulaşım alanlarında 23 km<sup>2</sup>, su alanlarında 5 km<sup>2</sup>'lik bir artış olmuştur. Bunun yanı sıra çalılık alanlarda 31 km<sup>2</sup>'lik, tarım alanlarında 14 km<sup>2</sup>'lik, kumsal/boş alanda 6 km<sup>2</sup>'lik, ormanda 2 km<sup>2</sup>'lik bir azalma meydana gelmiştir.

Bataklık arazilerdeki arazi kullanımları ise ormanlarda 2 km<sup>2</sup>'lik bir artış olurken, çalılık arazide 2 km<sup>2</sup>'lik bir azalma olmuştur. Diğer kullanımlarda ise önemli bir değişim olmamıştır.

İl genelinde Jeomorfolojik birimlerle arazi kullanımı arasındaki ilişkinin sonuçları, çalışma alanında jeomorfolojik unsurlardan doğru ve verimli şekilde yararlanılmadığı ve birçok alanda yanlış arazi kullanımları olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda en problemlen alanların ova ve taraçalar olduğu görülmüştür. Bu alanlarda son yıllarda artan yanlış ve plansız yerleşme ile sanayi faaliyetleri birinci sınıf tarım arazilerinin günden güne yok olmasına neden olmaktadır. Bu durum jeomorfolojik birimlerle arazi kullanımı açısından yanlış bir uygulama olduğundan, ova sahasında yeni meydana getirilecek yerleşme ve sanayi faaliyetlerinin yamaç alanlara kaydırılması gerekmektedir. Platolarda ise antropojenik etkenler çalılık alanların yoğun olmasına ortam hazırlarken, dağlık alanların antropojenik etkilerden uzak kalması ve uygun iklim koşulları, orman varlığının bu alanlarda rahat bir şekilde gelişmesine imkân oluşturmuştur. Bunun yanı sıra Sakarya civarı bilindiği gibi birinci derece deprem bölgesi içindedir. Sakarya ili Sakarya Nehri'nin geçtiği verimli bir ova üzerinde kurulduğundan, ilin başka bir yere nakli de çok güçtür. Akyazı ve Geyve ilçeleri de alüvyal zemin üzerindedir. Bu nedenle arazi cinsi ve inşaat tipinin deprem tahribatında çok büyük rolü olduğu düşünüldüğünde, zemin yönünden ve inşaat bakımından da kapsamlı etütlere ihtiyaç vardır.

## Kaynakça

- Akbulak, C., Erginal, A. E. & Öztürk, B. (2008a). Gelibolu Yarımadası'nın kuzeybatı kıyılarında arazi kullanımının uzaktan algılama ile incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20, 41–50.
- Akbulak, C., Erginal, A. E., Gönüz, A., Öztürk, B. & Çavuş, Z. (2008b). Investigation of land use and coastline changes on the Kepez delta using remote sensing. *Black Sea/Mediterranean Environment*, 14, 95-106.

- Akova Balcı S. (2002a). *Ergene Havzası'nın Coğrafi Potansiyeli*. İstanbul: Çantay Yayınları.
- Akova, Balcı S. (2002b). *Ergene Havzası'nda Mekânsal Kullanımlar*. İstanbul: Çantay Yayınları.
- Akyol, M. (2007). *Sakarya'da deprem sonrasında kurulan yeni yerleşim alanları*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Altın, B. N. (2005). Bolkar Dağları doğal ortam koşulları ve arazi kullanımı. *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu*. İstanbul: TURQUA-V, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü.
- Atasoy, M. (2007). Yaylalardaki arazi kullanım değişiminin CBS ile izlenmesi: Trabzon örneği. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Avcı, S. & Döker, F. (2005). Ömerli Havzası-İstanbul'da mekânsal değişimin uzaktan algılama metodları ile belirlenmesi. K. Ölgen (Ed), *Ege Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı* içinde (s. 91-103). İzmir.
- Bahadır, M. (2011). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile Acıgöl Havzası'nın (Denizli- Afyonkarahisar) sürdürülebilir kullanımı ve yönetimi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Bahadır, M. (2013). Işıklı Gölü Havzası'nda doğal ortam koşulları ve arazi kullanımına yansması. *Coğrafya Dergisi*, 26, 1-20.
- Bayar, R. (2003). Arazi kullanımı-nüfus ilişkisi: Anamur örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1 (1), 97-116.
- Bilgin, T. (1984). Adapazarı Ovası ve Sapanca Oluğu'nun alüvyal jeomorfolojisi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No: 2572.
- Bol, E. & Önalp, A. (2002). Adapazarı zeminlerinin jeomorfolojik ve geoteknik özellikleri. *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Dokuzuncu Ulusal Kongresi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Ceylan, M. A. (1990). *Sapanca Gölü'nün hidrolojik etüdü*. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Chen, Z. & Wang, J. (2010). Land use and land cover change detection using satellite remote sensing techniques in the mountainous three gorges area, China. *International Journal of Remote Sensing*, 31(6), 1519–1542.
- Çölkesen, İ. (2009). *Uzaktan algılamada ileri sınıflandırma tekniklerinin karşılaştırılması ve analizi*. (Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Dikbaş, A. & Akyüz, H. S. (2010). KAF Zonu üzerinde İzmit-Sapanca Gölü segmentinin fay morfolojisi ve paleosismolojisi. *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 9(3), 141-152.
- Duran, C. (2005). *Hazar Gölü Havzası arazi kullanımındaki değişikliklerin belirlenmesi (1956–2004)*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Edecin, N. (2007). *Sakarya'da nüfus hareketleri*. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Ege, İ. (2008). *Bolkar Dağları'nın doğu kesiminde jeomorfolojik birimler üzerinde arazi kullanımı*. (Doktora Tezi, Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Ekinci, D. (2006). Tuzla kıyıları ve yakın çevresinde insan kontrollü güncel jeomorfolojik değişim. *Türk Coğrafya Dergisi*, 46, 123-145.
- Elmastaş, N. (2008). Kâhta Çayı Havzası'nda arazi kullanımı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 6 (2), 159–190.
- Erlich, P. R. (1988). The loss of diversity: causes and consequences. In. Wilson, E. O. & Peter, F. M. (Eds.), *Biodiversity*. Washington: National Academic Press.
- Eroğlu, İ. & Bozyiğit, R. (2011). Güzelhisar Çayı Havzası'nda yapısal unsurların jeomorfolojik birimlere etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 169-190.
- Gülersoy, E. A. (2014). Seferihisar'da arazi kullanımının zamansal değişimi (1984-2010) ve ideal arazi kullanımı için öneriler. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, 31, 155-180.
- Gürbüz, M., Denizdurduran, M., Karabulut, M. & Kızılelma, Y. (2011). Uzaktan algılama ve CBS kullanılarak Elbistan ovasında arazi kullanımı / arazi örtüsünde meydana gelen değişimlerin incelenmesi. *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Özel Sayı, 36-37.
- Huang, Z. A. X. & Ge, L. (2010). Sampling approaches for one-pass land-use/land-cover change mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 31(6), 554.
- Işık, S. (2007). *Sakarya'nın tarım coğrafyası*. (Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- İkiel, C. & Kaymaz, B. (2005). Adapazarı'nda iklim koşullarının mısır yetiştiriciliğine etkisi. *Ulusal Coğrafya Kongresi*. İstanbul.
- İnandık, H. (1952-1953). Adapazarı Ovası ve çevresinin jeomorfolojik etüdü. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 2(3-4), 107-138.
- İnandık, H. (1955). Adapazarı bölgesinin iklim ve bitki örtüsü. *Türk Coğrafya Dergisi*, 13-14, 125-140.
- İnandık, H. (1963). Sakarya Deltası. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 13, 84.
- Kalafatçioğlu, A. (1968). 1967 Yılı Sakarya depremine ait kısa not. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, 70, 129-136.
- Kılıç, A. (2006). *Uydu görüntüleri ile arazi kullanımı ve değişikliğinin araştırılması*. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Kiroğlu, E. (2016). 20 Nisan 2016 tarihinde <http://www.kirogluemlak.net/resimler-galeri-15--1-1.html> adresinden edinilmiştir.

- Koç, T. (2008). Kaz Dağı kuzeyinde (Bayramiç-Evciler Havzası) morfolojik birimler ve arazi kullanımı ilişkisi. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (Prof. Dr. Mehmet Ardos anısına) Bildiriler Kitabı* içinde (s. 134-153). Çanakkale: 18 Mart Üniversitesi.
- Korkmaz, H., Çetin, B., Kuşçu, V., Ege, İ., Bom, A., Özşahin, E. & Karataş, A. (2010). Temporal changes in land use in asi river delta. *2nd International Geography Symposium (GEOMED-2010)*. Kemer-Antalya: Rose Hotel.
- Kurt, S. (2013). Land use changes in Istanbul's Black Sea coastal regions between 1987 and 2007. *Journal of Geographical Sciences*, 23(2), 271-279.
- Kurt, S. (2015). The Geographical analysis of the changes occurring in Terkos Lake (Istanbul) and Its surroundings. *International Journal of Social Science*, 43(2), 331-342.
- Kurt, S. & Duman, E. (2015). Sakarya Nehri deltasında kıyı alan kullanımı değişiminin coğrafi analizi. *Türkiye Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi*. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Kurt, S. & Haybat, H. (2014). Population distribution by geomorphological units in Yalova. *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(1), 327-336.
- Kurt, S., Karaburun, A. & Demirci, A. (2010). Coastline changes in Istanbul between 1987 and 2007. *Scientific Research and Essays*, 5(19), 3009-3017.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R.W. & Chipman, J. W. (2007). Remote sensing and image interpretation. (6th Edition). New York: John Wiley & Sons.
- Özcan, O. (2008). *Sakarya Nehri alt havzasının taşkın riski analizinin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, İstanbul). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Özçağlar, A. (1994). Çarşamba Ovası ve yakın çevresinde araziden faydalanma. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 3.
- Özdemir, M. A. & Bahadır, M. (2008). Armutlu Yarımadası'nda arazi kullanımının zamansal değişimi. 2. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*. Kayseri.
- Özdemir, M. A. & Bahadır, M. (2010). Uzaktan algılama ile Acıgöl Havzası'nda arazi kullanımının zamansal değişim analizi (1975-2005). *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(12), 335-351.
- Özkan, C. (1998). *Uzaktan algılama verileriyle orman yangını analizi*. (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Özşahin, E. (2011). Gönen Havzası'nda jeomorfolojik birimlerle arazi kullanımı arasındaki ilişki (Balıkesir). *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(7), 187-205.
- Özşahin, E. (2014). CBS Kullanılarak şehir ve jeomorfoloji arasındaki ilişkinin incelenmesi: Tekirdağ Şehri Örneği. *İğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 93-122.
- Reis, S. & Yomralıoğlu, T. (2003). Landsat ETM+ uydu görüntüsü ile Trabzon ili arazi örtüsünün belirlenmesi. *Doğu Karadeniz Bölgesinde Kırsal Alanda Ulaşım Yerleşim Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı* içinde (s. 306-315). Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Sandalcı, M., Sünbül, F., Sandalcı, M. & Saltabaş, L. (2005). Kaf üzerinde Arifiye-Sapanca İzmit Körfezi kolunda 1955-1995 yılları arası meydana gelen depremlerin Sapanca Gölü'ne etkisi. *Kocaeli Deprem Sempozyumu Bildiriler Kitabı* içinde (s. 90-93). Kocaeli.
- Sönmez, E. M. (2012). Kızıltepe ilçesinde bitkisel ürün deseninde meydana gelen değişimler ve olası olumsuz sonuçları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10, 43.
- Şengün, M. T. (2008). Uluova'da jeomorfolojik birimlerle arazi kullanımı arasındaki ilişkiler. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (Prof. Dr. Mehmet Ardos Anısına) Bildiriler Kitabı* içinde (s. 167-183). Çanakkale: 18 Mart Üniversitesi.
- Şengün, M. T. & Siler, M. (2010). Kadıköy birikinti yelpazesinin (Baskil-Elazığ) jeomorfolojik özellikleri ve arazi kullanım durumu. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5(1), 1-17.
- Taş, B. (2006). Tosya ilçesinde jeomorfolojik birimlerin arazi kullanımı üzerine etkileri *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(1), 43-66.
- Taş, B. (2009). Sultandağı İlçesinde Tarımsal Arazi Kullanımı ve Planlama Önerileri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 22, 29-44.
- Taş, B. (2010). *Sandıklı İlçesinde Arazi Kullanımı ve Planlama Önerileri*. Afyonkarahisar: Ümit Ofset Matbaacılık.
- Turoğlu, H. (1998). Sinop şehri ve çevresinde arazi kullanımı- jeomorfoloji ilişkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 33, 519-528.
- Turoğlu, H. (2000). Doğal Ortam Analizi ve Düzenleme-Planlama Çalışmaları. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 8, 201-212.
- TÜİK, (2016). 20 Nisan 2016 tarihinde <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> adresinden edinilmiştir.
- Uzun, M. (2015). İzmit Körfezi kıyılarında, kıyı jeomorfolojisi-kıyı kullanımı ilişkisinin coğrafi analizi. *Zeitschrift für die Welt der Türken Journal of World of Turks*, 17(2), 351-375.
- Vural, E. (2008). *Boğaziçi sit alanındaki arazi kullanımının zamansal değerlendirmesi*. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Yüksel, İ., Sandalcı, M. & Öncül, M. (2008). Aşağı Sakarya Havzasındaki küçük akarsuların enerji potansiyellerinin yapay sinir ağı yöntemiyle tespiti. *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu (UTES'2008)*. İstanbul.
- Zorlu, K. (2010). Adapazarı Ovası ve aşağı Sakarya Platosu'nda tarımsal değişim. (Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.