

# Orman Ekosistemindeki Zamansal Değişimin Orman Amenajman Planları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla İncelenmesi: Bursa Orman İşletme Müdürlüğü Örneği

Turan SÖNMEZ<sup>1</sup>, Burhan GENÇAL<sup>2\*</sup>, İnanç TAŞ<sup>3</sup>, Ali İhsan KADIOĞULLARI<sup>4</sup>

<sup>1,2\*,3,4</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

## Makale Tarihiçesi

Gönderim: 26.07.2022

Kabul: 21.11.2022

Yayın: 15.12.2022

## Araştırma Makalesi



**Öz** – Orman ekosistemleri ve ekosistemdeki değişimin hızı dünyanın ekolojik yapısında meydana gelen değişiklikler ile gün geçtikçe artmaktadır. Dünyadaki artan nüfusun hızı ve endüstrideki gelişmeler sonucunda ortaya çıkan kirleticiler ve onların yıkıcı etkileri orman ekosistemlerinin zarar görmelerine sebep olmaktadır. Bu zararların ortaya konulması için genel olarak zamansal değişimler ve etki eden faktörlerin bilinmesi önemlidir. Faktörlerin ve değişimlerin anlaşılması için ise planlar kullanılması önemlidir. Mevcut orman yapısını ortaya koymak için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi teknolojisinin kullanımı, orman alanlarında çok amaçlı planlarının yapılması için her geçen gün artmaktadır. Bu amaçla oluşturulan çalışma kapsamında Bursa Orman Müdürlüğü'ndeki orman kaynaklarındaki zamansal ve mekânsal değişimleri Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma alanında 1972, 2004-2006 ve 2017 yılları arasında amenajman planı verileri kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler neticesinde 45 yılda Bursa Orman İşletme Müdürlüğü'nün orman alanlarının %4,5 oranında arttığı belirlenmiştir. Verimli orman alanları ise 24.127 hektardan 60.849 hektara yükselmiştir. Verimli orman alanında ise %252 oranında artış görülmüştür. Bu belirgin artış yapılan silvikültürel müdahalelerin ve teknik uygulamaların ne derece etkili olduğunu gözler önüne sermektedir. Sonuç olarak; yoğun şehirleşmenin olduğu Bursa özelinde bu olumsuz yapıya rağmen toplumun refah düzeyinin artması, baltalık işletme şekline vazgeçilmesi, orman işletme yönetimlerinin daha küçük alanlarda ve daha fazla personel ile yapılabilmesi gibi nedenlerle orman alanlarında hem kalite hem de alansal olarak büyük bir artış görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler** – Zamansal değişim, uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemi, Bursa ormanları, arazi kullanımı

## Analysing Temporal Changes in Forest Ecosystem with Geographic Information Systems and Forest Management Plans: Case Study in Bursa Forest Enterprise

<sup>1,2\*,3,4</sup>Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Bursa, Türkiye

## Article History

Received: 26.07.2022


Accepted: 21.11.2022

Published: 15.12.2022


## Research Article


**Abstract** – Forest ecosystems and the change in the ecosystem are increasing day by day with the task it undertakes to protect the ecological balance in the world. The polluting and destructive effects of the rapid population growth on the one hand and the rapid development in the industry on the other require us to be much more sensitive to forest ecosystems. Understanding the temporal change in forest resources and the factors affecting this change is very important for increasing the effectiveness of the plans to be prepared and for the sustainable planning of forest resources. Remote Sensing technologies and Geographic Information Systems techniques in revealing the existing forest structure and long-term planning of forest areas with multi-purpose planning techniques is increasing day by day. Within the scope of this study prepared for this purpose, temporal changes in forest resources in Bursa Forest Management Directorate were analysed with Geographical Information Systems. Management plan data between 1972, 2004-2006, and 2017 were used in the study area. As a result of the evaluations, it has been determined that the forest areas of Bursa Forest Enterprise have increased by 4.5% in 45 years. The productive forest areas have increased from 24127 hectares to 60849 hectares. As a result, it was observed that an increase of 252% was achieved. This significant increase reveals how effective the silvicultural interventions and technical applications are. As a result, despite the negative structure in Bursa, where there is intense urbanization, there has been a significant increase in both quality and area in forest areas due to the increase in the welfare level of the society, the abandonment of coppice management, forest managements in smaller areas and with more personnel.

**Keywords** – Temporal change, remote sensing, geographic information system, Bursa forests, land use

<sup>1</sup>  turan.sonmez@btu.edu.tr

<sup>2</sup>  burhan.gencal@btu.edu.tr

<sup>3</sup>  inanc.tas@btu.edu.tr

<sup>4</sup>  ali.kadiogullari@btu.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Burhan Gencal

## 1. Giriş

Orman ekosistemleri ve ekosistemin değişimi dünyadaki ekolojik dengeyi korumak için üstlendiği görevle her geçen gün artmaktadır. Hızlı nüfus artışı ve kalkınmanın kirletici ve yıkıcı etkileri bizi orman ekosistemlerine karşı çok daha duyarlı olmaya zorlamaktadır (Seçkin, 1995). Dünya Gıda ve Tarım Örgütü tarafından yapılan bir çalışmaya göre; 1990 ile 2000 yılları arasında 16 milyon hektar alan kaybedilirken ve 2000 ile 2010 arasında 13 milyon hektar orman alanı kaybedilmiştir (FAO,2010). Orman ekosistemlerinin sürdürülebilir orman yönetimi ilkelerine uygun olarak değerlendirilmesi için değişimlerinin izlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir (Kaptan ve Durkaya, 2019).

Bir yandan mekânsal değişimler hakkında bilgi, diğer yandan mekândaki değişimlerin zaman analizi gereklidir. Böylece edinilen veriler, yaşayan ekosistemlerden olan orman kaynağının sürdürülebilir planlamasına katkı sağlamaktadır. Özellikle ekosistem yönetimi gibi son dönemlerdeki planlama yaklaşımlarında, ormanların zaman içindeki değişimleri ve mekansal yapısı ile mevcut koşullara ilişkin verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Geçmişteki bilgilerin planlamaya yön vermek için etkin kullanımı, bu günlerde ancak bilgi teknolojilerinden olan uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) entegrasyonu ile mümkün olmaktadır. Cohen (1995) ve Kadioğulları (2008)'de bahsettiği gibi UA teknikleri, orman ekosistemlerindeki değişimleri nicelik ve parçalanma (fragmentasyon) açısından tespit etmek için uydu görüntülerini kullanır ve geleceğe yönelik planlama yapılırken doğru bilgi sağlayabilir.

CBS ve UA tekniklerinin ortak kullanımı ile orman alanlarının büyümesi, geniş ölçekli ve parçalı alanlar üzerinde kolay ve hızlı bir şekilde incelenebilmektedir. Son 30 yılda, sosyo-demografik yapının, orman varlığı üzerindeki değişime etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan insan-çevre ilişkisine odaklı araştırmaların sayısı giderek artmıştır (Call vd., 2017). UA teknikleri aracılığıyla arazi kullanımı/arazi örtüsü (AK/AÖ) vb. değişiklikleri belirlemek için çeşitli uydu görüntüleri de kullanılmaktadır. Guatam vd. 2003 yılında yaptığı çalışmada arazi kullanımındaki mekânsal ve zamansal değişimleri 1976,1989 ve 2000 yılından aldığı uydu görüntüleri kullanarak belirlemiştir. Başka bir çalışmada, kentsel gelişme ve arazi kullanım değişimini incelemek için 2000 yılına ait Landsat ETM ve Landsat TM uydu görüntüleri ve 1950 ve 1985 yılına ait hava fotoğrafları kullanılmıştır (Karabulut vd., 2006). Kadioğulları ve Başkent 2006 yılında yaptıkları çalışmada, 1987'den 2001'e kadar Landsat uydu görüntüleri kullanılarak, İnyet ve Yenice'deki orman işletme müdürlükleri için orman kaynaklarındaki zamansal ve mekansal değişimler araştırılmıştır. Ayrıca Genç ve Bostancı 2007 yılında Çanakkale ilindeki Troya Milli Parkı'nın arazi kullanımı ve bitki örtüsü dinamikleri belirlenmeye çalışılmıştır. 2002 yılında Yıldırım vd., yaptığı çalışmada çeşitli uydular kullanılarak Gebze'nin arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıfları belirlenmeye çalışılmıştır. Benzer şekilde, Doğu Karadeniz bölgesindeki Torullu orman işletmesi için 1984-2005 yılları arasında amenajman planına göre ormanlık alandaki artış %8,24 olarak tespit edilmiştir (Kadioğulları vd., 2008). Fakat bu değişim ormanlık alan ile karşılaştırıldığında %0,9 olarak bulunmuştur. Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü'nde yapılan bir çalışmada, 1971 ve 1987 yılları arasında ormanlık alanın %0,53 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Yıllık düşüş oranı ise %0,14 olarak hesaplandı. Gümüşhane'de ise uydu görüntüleri 1987 ile 2000 yılları arasında toplam ormanlık alan artışının %1,6 olduğunu göstermektedir (Kadioğulları ve Başkent, 2008). 1987-2000 yılları arasında yıllık değişim oranı %0,5 olarak belirlenmiştir. Yıllık değişim oranı %0,2 olarak belirlenmiştir (Günlü vd., 2009). Tunceli iline ait uydu görüntüleri ile yaptıkları çalışmada, yıllık ekim oranı %1,52 olarak hesaplanmıştır. Toplam alandaki bu artış, tek başına ormanlık alana göre (44.775 ha) %5,73 olarak hesaplanmıştır (Kadioğulları, 2013). Başkent ve Kadioğulları (2007) tarafından yapılan diğer bir çalışmada, 1972 ve 1993 yılları arasında İnegöl'de toplam ormanlık alanda %3,3'lük bir artış olduğu tespit edilmiştir. Yıllık değişim oranı ise %0,44 olarak belirlenmiştir. Kaptan, 2021 yılında Karabiga Orman İşletme Şefliği (OİŞ)'nde yaptığı çalışmada 1995 ve 2018 yılı sayısal meşcere tipleri haritaları kullanılarak yaşanan değişimler incelenmiştir. Çalışma sonucunda en büyük orman varlığı kayıpları sırasıyla 2.964 hektar ile karışık ormanlarda, 2.628 hektar ile ibrelili ormanlarda ve son olarak 1.479 hektar ziraat alanları olmuştur. Yapraklı orman %61, ağaçsız orman %30, ziraat %1 azalırken, ibrelili orman %9 ve yerleşim alanı %20 artmıştır (Kaptan, 2021). Sauti ve Karahalil, Yuvacık OİŞ'nde 2021 yılında yaptıkları çalışmada, 1972, 2014 ve 2015 yıllarında amenajman planları ile 43 yıllık değişimler incelenmiştir. Sonuç olarak yeni arazi türleri olarak özel ve kadastro ormanlarının ortaya çıkması, meşe baltalık ormanlarının azalması ve açık orman alanlarının %99'unun yerleşim alanına dönüşmesi

ile bariz değişiklikler gözlemlenmiştir. Karışık ormanlar %117,2 artarken, bozuk ormanlar keskin şekilde azalmıştır. Sonuçta, genel olarak orman varlığı %42 (5.194,9 hektar) artmıştır (Sauti ve Karahalil, 2021). Zengin vd., 2018 yılında Hasanlar baraj havzasında yapılan çalışmada ise 1986 ve 2010 yıllarına ait meşcere haritaları incelenmiş ve arazi kullanımındaki değişimler ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, orman alanları ve meralar azalırken, diğer alanlarda artış görülmüştür (Zengin vd., 2018).

Yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Staus vd., 2002 yılında yaptığı çalışmada yıl bazında ormanların azalma oranı %0,53 olarak bulunmuştur. Hall vd., 2006 yılında Amerika'nın doğusunda yaptığı çalışmada ise ibreli formdaki ormanlarda bu azalış %1,8 olarak ortaya konulmuştur. Rusya'da ise Cushman ve Wallin, 2000 yılında bir biyosfer rezervi bölgesinde yangının etkisini araştırmış ve 1972-1992 yılları arasında sırasıyla geniş yapraklı ve ibreli ormanlarda %4,7 ve %18,3 oranında azalma yaşandığını bulmuştur. Aynı zamanda bu çalışmada ise Landsat uydu görüntüleri de kullanılarak ibreli, geniş yapraklı, ibre-geniş yapraklı karışık ormanları ve ormansız alan olarak sınıflandırma yapılmıştır. Zheng vd., 1997 yılında Çin'de bulunan başka bir biyosfer rezerv bölgesinde ise benzer bir çalışma yapılmış ve ormanların yok olma oranı %1,12 olarak kayıt altına alınmıştır. Hall vd. ve Mohammadi vd. ise sırasıyla 2006 ve 2010 yıllarında uydu görüntüleri ile meşcere hacminin tahmin edilmesine yönelik çalışmalar yapmıştır. Martin vd., 1998 yılında AVIRIS uydu görüntüsü kullanarak Harward ormanlarında tür bazlı çalışmalar yapmış ve orman içindeki karışımlar tespit edilmiştir. Çalışmada sınıflandırma başarısı %75, kappa ise %68 olarak bulunmuştur. Aynı zamanda AK/AÖ değişimi tahmin edilmesi çalışmalarında uydu görüntülerinden faydalanılmaktadır. Günlü vd., 2011 yılında Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Cide Orman İşletme Müdürlüğü, Kızılcasu Orman İşletme Şefliğinde yaptığı çalışmasında Landsat 7 ETM+ uydu görüntüleri kullanmıştır. Kontrollü sınıflandırma tekniği kullanılarak yapılan çalışmada arazi kullanımı başarısı %87 ve kappa istatistik değeri ise %83 olarak tespit edilmiştir. İnegöl'de yapılan başka bir çalışmada ise Landsat TM uydu görüntüsü kullanılarak arazi kullanım sınıfları tespit edilmiş ve sınıflandırma başarısı %91,4 ve kappa istatistiği %90,5 olarak bulunmuştur. Aynı bölgede Landsat ETM uydu görüntüsüyle tekrar sınıflandırma yapıldığında ise bu oranlar sırasıyla %91 ve %90 olarak tespit edilmiştir (Kadioğulları vd., 2004). Çakır vd. 2007 yılında yaptığı çalışmada ise Artvin Bulanıkdere planlama biriminde Landsat TM ve Landsat 8 uydu görüntüsü kullanmış ve arazi sınıfları belirlemiştir. Bu iki uydu görüntüsünün sırasıyla sınıflandırma başarıları ve kappa istatistikleri, %82,2 - %79,1 ve %88,75 - %87,3 olarak tespit edilmiştir.

Planlı ormancılığının başlangıcından bugüne orman amenajman planları 10 ya da 20 yıllık periyotlarla yenilenmektedir. İlk planlama dönemi (1963-1972) ile 2020 yılı envanter verileri karşılaştırıldığında orman alanlarında 2.733.704 ha atış olduğu belirlenmiştir. Yine bu dönemde verimli orman alanlarında 4407972 ha artma ve bozuk orman alanlarında 1.674.268 ha azalma olduğu tespit edilmiştir (OGM,2021).

Çalışmada, CBS teknikleri ile Bursa Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde orman kaynaklarında meydana gelen zamansal ve konumsal değişimin izlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda 1972, 2004, 2006 ve 2017 yılları arasında ulaşılan orman amenajman plan verileri kullanılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

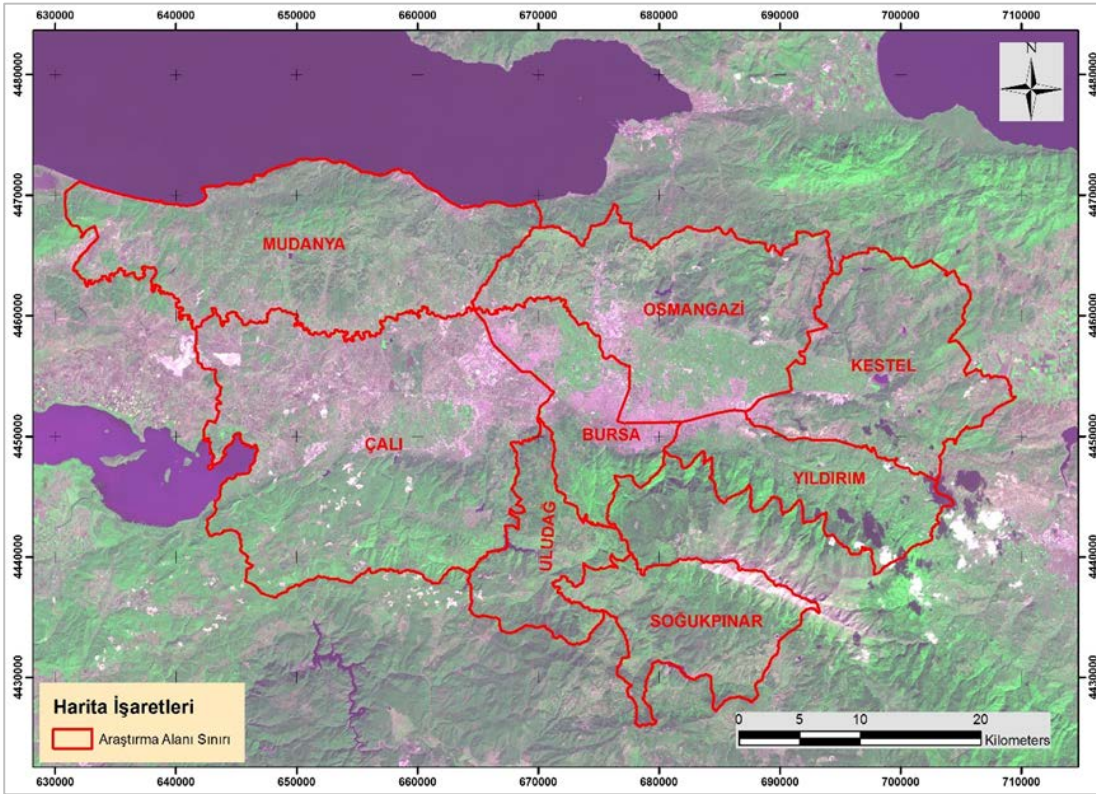
### 2.1. Araştırma Alanı

Araştırma alanı olarak seçilen Bursa ili Merkez Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Mudanya, Osmangazi, Bursa Merkez, Yıldırım, Çalı, Kestel, Uludağ ve Soğuksu işletme şeflikleri seçilmiştir. Proje kapsamında toplam 8 adet işletme şefliği ve toplamda 196.702 ha alan incelenmiştir (Şekil 1). Araştırma alanı 2017 yılında 78.889 hektar orman alanına sahiptir. Ormanlık alanların büyük kısmı (60.849 hektar) verimli koru ormanı vasfındadır.

Araştırma alanının 1970 yılında 422.508 olan nüfusu ve 2018 yılında 2.250.808'e yükselmiştir. Bu da nüfusun 48 yılda %532 artış gösterdiği anlamına gelmektedir. 2010 ve 2018 yılları arasında ise 381.234 kişi artmıştır (%20). Kırsal nüfus 1970 ve 1980 yılları arasında artmış, daha sonra ise sert bir düşüş yaşamıştır (Tablo 1).

Kent (şehir) nüfusu ise 301.434'ten 2.207.121'e doğru sürekli olarak bir artış göstermiştir. Bu değişimler incelendiğinde kent nüfusundaki hızlı artışa ters oranda kırsal nüfus azalma göstermiştir.

Son 48 yıllık zaman diliminde yoğun olarak demografik hareket yaşayan araştırma alanının bu değişimi Bursa ilinin 1987 yılında büyükşehir ilan edilmesi ile hız kazanmıştır. Ülkemizde birçok ilde olduğu gibi ormanlar üzerinde büyük bir baskı oluşturan ve kaçak kesimlerde etkili olan yakacak odun tüketimi doğalgaz kullanımı ile azalma göstermiştir. 1992 Aralık ayında Bursa ilinde konut sektöründe ilk doğalgaz tüketimi başlamıştır. Aynı zamanda 2004 yılından sonra Türkiye ormanlarında önemli bir yere sahip baltalık türü işletme sınıfındaki ormanlık alanlar koru ormanı (koruya tahvil) olarak planlanmaya başlanmıştır. 2006-2015 yılı Baltalık ormanların koruya dönüştürülmesi eylem planı kapsamında bu dönüşüm gerçekleştirilmiştir. Bu sayede yoğun olarak tıraşlama kesimi ile işletilen meşe ormanları artık koru vasfında işletilmiş ve doğal dengenin korunması için önemli bir adım atılmıştır.



Şekil 1. 2017 yılına ait Landsat ETM+ uydu görüntüsü ve çalışma alanı

Tablo 1.  
Bursa Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) alanındaki nüfus değişimi

| Yıllar             | 1970                 |               | 1980           |                | 1990          |                  | 2000           |                  | 2010           |                  | 2018           |                  |                |               |                |
|--------------------|----------------------|---------------|----------------|----------------|---------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|---------------|----------------|
| İşletme Şeflikleri |                      |               |                |                |               |                  |                |                  |                |                  |                |                  |                |               |                |
| Mudanya            | Şehir                | 25.481        | Şehir          | 31.029         | Şehir         | 38.656           | Şehir          | 53.965           | Şehir          | 54.161           | Şehir          | 93.707           |                |               |                |
|                    | Kırsal               | 17.543        | Kırsal         | 20.423         | Kırsal        | 21.460           | Kırsal         | 33.283           | Kırsal         | 17.510           | Kırsal         | 14.332           |                |               |                |
|                    | <b>Toplam</b>        | <b>43.024</b> | <b>Toplam</b>  | <b>51.452</b>  | <b>Toplam</b> | <b>60.116</b>    | <b>Toplam</b>  | <b>87.248</b>    | <b>Toplam</b>  | <b>71.671</b>    | <b>Toplam</b>  | <b>108.039</b>   |                |               |                |
| Bursa Merkez       |                      |               |                |                | Nilüfer       | Şehir            | 65.799         | Şehir            | 178.682        | Şehir            | 285.269        | Şehir            | 441.299        |               |                |
|                    |                      |               |                |                |               | Kırsal           | 28.902         | Kırsal           | 42.371         | Kırsal           | 13.642         | Kırsal           | 5.246          |               |                |
|                    |                      |               |                |                |               | <b>Toplam</b>    | <b>94.701</b>  | <b>Toplam</b>    | <b>221.053</b> | <b>Toplam</b>    | <b>298.911</b> | <b>Toplam</b>    | <b>446.545</b> |               |                |
|                    |                      |               |                |                | Osmangazi     | Şehir            | 510.902        | Şehir            | 642.337        | Şehir            | 764.944        | Şehir            | 862.516        |               |                |
|                    |                      |               |                |                |               | Kırsal           | 37.600         | Kırsal           | 63.210         | Kırsal           | 10.209         | Kırsal           | 11.912         |               |                |
|                    |                      |               |                |                |               | <b>Toplam</b>    | <b>548.502</b> | <b>Toplam</b>    | <b>705.547</b> | <b>Toplam</b>    | <b>775.153</b> | <b>Toplam</b>    | <b>874.428</b> |               |                |
|                    | Şehir                |               | 275.953        | Şehir          |               | 607.221          | Yıldırım       | Şehir            | 325.159        | Şehir            | 480.266        | Şehir            | 617.108        | Şehir         | 653.004        |
|                    | Kırsal               |               | 103.531        | Kırsal         |               | 162.108          |                | Kırsal           | 782            | Kırsal           | 1.017          | Kırsal           | 591            | Kırsal        | 1.658          |
|                    | <b>Toplam</b>        |               | <b>379.484</b> | <b>Toplam</b>  |               | <b>769.329</b>   |                | <b>Toplam</b>    | <b>325.941</b> | <b>Toplam</b>    | <b>481.283</b> | <b>Toplam</b>    | <b>617.699</b> | <b>Toplam</b> | <b>654.662</b> |
|                    |                      |               |                |                | Gürsu         | Şehir            | 18.681         | Şehir            | 28.087         | Şehir            | 55.131         | Şehir            | 91.339         |               |                |
|                    |                      |               |                |                |               | Kırsal           | 5.951          | Kırsal           | 6.569          | Kırsal           | 2.811          | Kırsal           | 3.939          |               |                |
|                    |                      |               |                |                |               | <b>Toplam</b>    | <b>24.632</b>  | <b>Toplam</b>    | <b>34.656</b>  | <b>Toplam</b>    | <b>57.942</b>  | <b>Toplam</b>    | <b>95.278</b>  |               |                |
|                    |                      |               |                |                | Kestel        | Şehir            | 31.710         | Şehir            | 44.102         | Şehir            | 38.028         | Şehir            | 65.256         |               |                |
|                    |                      |               |                |                |               | Kırsal           | 16.471         | Kırsal           | 16.606         | Kırsal           | 10.170         | Kırsal           | 6.600          |               |                |
|                    |                      |               |                |                |               | <b>Toplam</b>    | <b>48.181</b>  | <b>Toplam</b>    | <b>60.708</b>  | <b>Toplam</b>    | <b>48.198</b>  | <b>Toplam</b>    | <b>71.856</b>  |               |                |
|                    | <b>Toplam Şehir</b>  |               | <b>301.434</b> | <b>638.250</b> |               | <b>990.907</b>   |                | <b>1.427.439</b> |                | <b>1.814.641</b> |                | <b>2.207.121</b> |                |               |                |
|                    | <b>Toplam Kırsal</b> |               | <b>121.074</b> | <b>182.531</b> |               | <b>111.166</b>   |                | <b>163.056</b>   |                | <b>54.933</b>    |                | <b>43.687</b>    |                |               |                |
|                    | <b>Genel Toplam</b>  |               | <b>422.508</b> | <b>820.781</b> |               | <b>1.102.073</b> |                | <b>1.590.495</b> |                | <b>1.869.574</b> |                | <b>2.250.808</b> |                |               |                |

## 2.2. Yöntem

Öncelikle Bursa Orman İşletme Müdürlüğü'nün orman kaynaklarındaki zamansal değişimini ortaya koymak için hazırlanması elzem olan vektör veriler ve kaynakları ayrıca hazırlama süreçleri tespit edilmiştir. Bu kapsamda, Bursa Orman İşletme Müdürlüğü'nün 1972 yılı meşcere tipleri haritaları Raster formattan taramak suretiyle elde edilmiştir. Bu işlemten sonra 2004-2006 yılları arasında hazırlanan ve CBS ortamında muhafaza edilen amenajman planları ile 2017 yılında yapımı tamamlanan amenajman planları sayısal olarak elde edilmiştir.

Vektör veriler, ilgili şeffiklere göre hazırlanmış olan geçmiş veya yürürlükteki orman amenajman planlarındaki meşcere tipleri haritasında bulunan bölmecik katmanlarının sayısallaştırılması sonucunda bulunmuştur. Veri eldesinin aşamaları şu şekilde özetlenebilir;

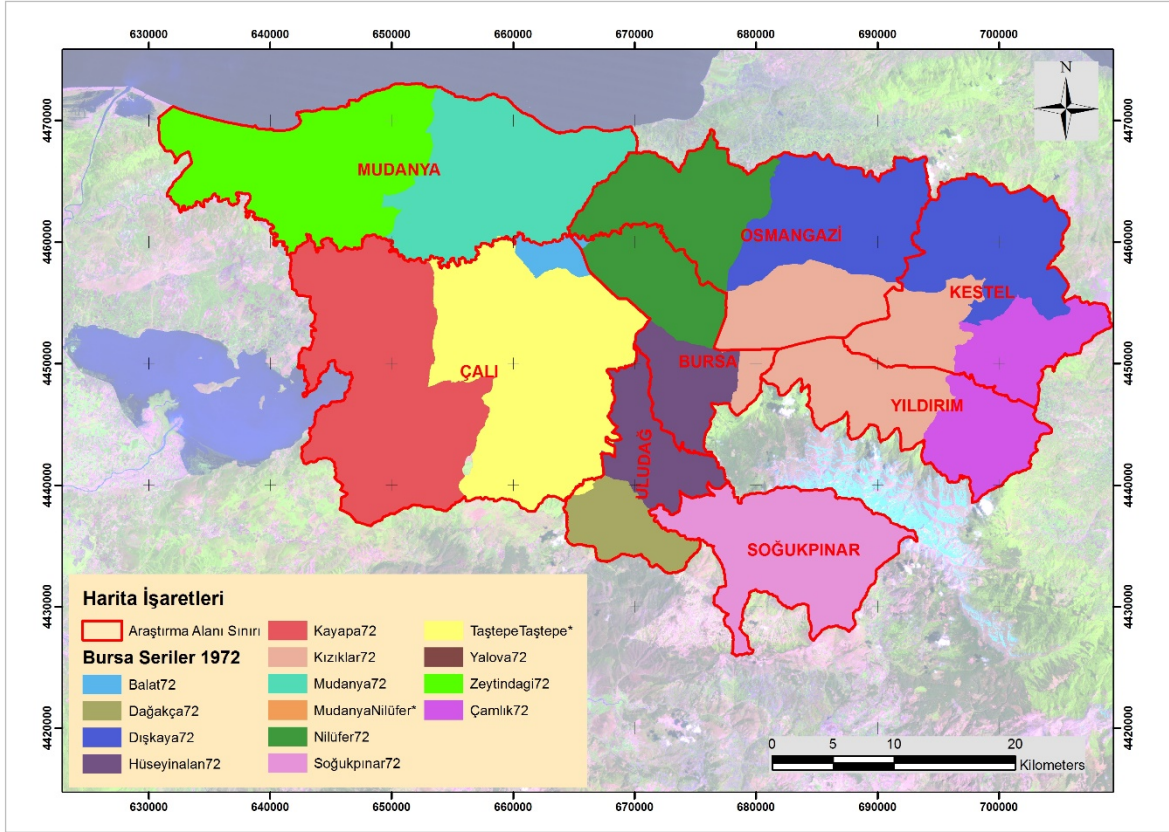
1. Tarama,
2. Koordinat ve projeksiyon dönüşümü,
3. Sayısallaştırma,
4. Öznitelik verilerinin girilmesi,
5. Düzeltme işlemleri ve topolojik yapının oluşturulması,
6. Sorgulama ve analizler için harita türetilmesi (Meşcere tipleri, orman durumu, arazi kullanım sınıfları gibi.)

Söz konusu araştırma alanının 1972 yılına ait meşcere tipleri haritaları raster yahut hücreli formattan ozalitler üzerinden taramak suretiyle bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Tarama işlemi, 400 dpi çözünürlükte ve A0 boyutunda tarayıcılar ile gerçekleştirilmiştir.

Taranan haritalar Arc/Info 10.5 TM programı kullanılarak bilgisayar ortamında sayısallaştırılmıştır. Taranan TIF formatlı haritalar üzerinde nirengi noktaları tespit edilerek bu noktalara ait koordinat değerleri 1/25.000 ölçekli paftalardan bakılarak girilmiştir. Bu yöntem ile haritalar gerçek alanlarına yerleştirilmiştir. Bu koordinat noktaları referans alınarak çalışma alanına ait meşcere tipi haritasının oluşturulması için boş bir harita katmanı üretilmiştir. Taranan harita dikkate alınarak görüntü üzerinde 1/3.000 – 1/5.000 ölçek hassasiyetiyle çalışılarak alanın bölmecik haritası üretilmiştir. Bölmecik haritasının öznitelik tablosunda çeşitli sorgulamalar yapılarak zamansal değişimin belirlenmesi için meşcere tipleri, bölme numaraları, işletme müdürlüğü ve planlama birimleri gibi verilerin girilmesi amacı ile yeni alanlar (field) oluşturulmuştur. Bu sayede öznitelik tablosuna bağlı veri tabanı üretilmiştir.

Konumsal analizleri ve zamansal değişimi tüm alanda ortaklaşa yapabilmek amacıyla, 1972 yılına ait 14 adet seriden oluşan Bursa Orman İşletme Müdürlüğü, tek katmanda ortaya koyulmuştur. Şekil 2'de serilerin birleştirilmesi ile oluşan 1972 yılı tanıtım haritası görülmektedir.





Şekil 2. Çalışma alanı 1972 yılı seri planları sınırları ve güncel şeflik sınırları

Orman kaynaklarındaki değişimin biyolojik çeşitliliğe etkisini belirlemek amacıyla oluşturulan, yıllık azalış ya da artış oranının da kullanıldığı yıllık ormanlaşma oranı olarak adlandırılan Denklem 2.1 hesaplanmıştır (Guatam, 2003)

$$P = \frac{100}{t_2 - t_1} \ln \frac{A_2}{A_1} \quad (2.1)$$

Denklemden “P” yıllık ormanlaşma/ormansızlaşma oranı, “A1” ve “A2” orman kaynaklarının “t1” ve “t2” zamanındaki toplam miktarını göstermektedir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Bursa Orman İşletme Müdürlüğüne ait amenajman plan verilerinin sayısallaştırılması sonucu geliştirilen 1972, 2004-2006 ve 2017 yıllarına ait veri tabanları ve bunlara ilişkin analiz sonuçları değerlendirilerek tartışılmıştır.

#### 3.1. Kapalılık Sınıfları

1972, 2004-2006 ve 2017 yılına ait bölmecek bazında oluşturulan konumsal veri tabanında yapılan sorgulamalar ile kapalılık sınıfları haritası türetilmiştir. Bursa OİM’nde bulunan meşcere tiplerinin kapalılık sınıfları ve konumsal geçişleri itibarıyla durumu Tablo 2, 3 ve 4’te özetlenmiştir. 1972 yılında 1 kapalı orman alanı 1.913 ha iken 2004 yılında 7.687 ha değerine kadar artmıştır. Aynı zamanda 3 kapalı verimli orman alanları ise 10.109 ha değerinden 35.342 ha değerine kadar artmıştır. 1972 yılında verimli baltalık ormanlar dahil toplamda 24.127 ha olan verimli ormanlar 2004 yılında 52.887 ha değerine kadar artmıştır (Tablo 2, Şekil 3).

Benzer şekilde 1972 yılında 10.109 ha olan 3 kapalı verimli ormanlar 2017 yılında 42.651 ha çıkmış ve 1972 yılındaki verimli ormanların en az iki katına ulaşmıştır. Toplamda ise 1972 yılında 24.127 ha olan verimli orman alanları yapılan ormancılık faaliyetleri ve sosyal baskının azalması ile 2017 yılında 60.849 ha değerine kadar çıkmıştır (Tablo 3, Şekil 4).

Çalışma alanındaki son 13 yıldaki değişim incelendiğinde, bozuk orman alanları 26.631 ha değerinden 18.040 ha değerine kadar düşmüştür. 3 kapalı orman alanları 35.342 ha değerinden 42.651 ha değerine yükselmiştir (Tablo 4, Şekil 5).

Tablo 2.

Bursa OİM 1972 ve 2004 yılları arasındaki kapalılık değişimi (ha)

|      |                     | 2004-2006      |                |                 |                  |                 |              |                   |                  |
|------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------|-------------------|------------------|
|      | Kapalılık Sınıfları | 1              | 2              | 3               | Açıklık          | Bozuk Orman     | Gençleştirme | Özel Ağaçlandırma | Genel Toplam     |
| 1972 | 1 (%10-40)          | 254,0          | 606,0          | 684,0           | 160,0            | 198,0           | 11,0         | 0,0               | 1.913,0          |
|      | 2 (%40-70)          | 1,0            | 12,0           | 451,0           | 12,0             | 9,0             | 0,0          | 0,0               | 485,0            |
|      | 3 (>%70)            | 749,0          | 2.067,0        | 5.836,0         | 792,0            | 643,0           | 16,0         | 6,0               | 10.109,0         |
|      | Baltalık            | 1.244,0        | 54,3           | 7.110,0         | 1.228,0          | 1.410,0         | 26,0         | 60,0              | 11.620,0         |
|      | Bozuk Orman         | 3.917,0        | 4.071,0        | 15.243,0        | 7.153,0          | 17.501,0        | 61,0         | 13,0              | 47.958,0         |
|      | Açıklık             | 1.523,0        | 2.417,0        | 6.018,0         | 107.197,0        | 6.871,0         | 28,0         | 563,0             | 124.617,0        |
|      | <b>Genel Toplam</b> | <b>7.687,0</b> | <b>9.715,0</b> | <b>35.342,0</b> | <b>116.542,0</b> | <b>26.631,0</b> | <b>142,0</b> | <b>642,0</b>      | <b>196.702,0</b> |

Tablo 3.

Bursa OİM 1972 ve 2017 yılları arasındaki kapalılık değişimi (ha)

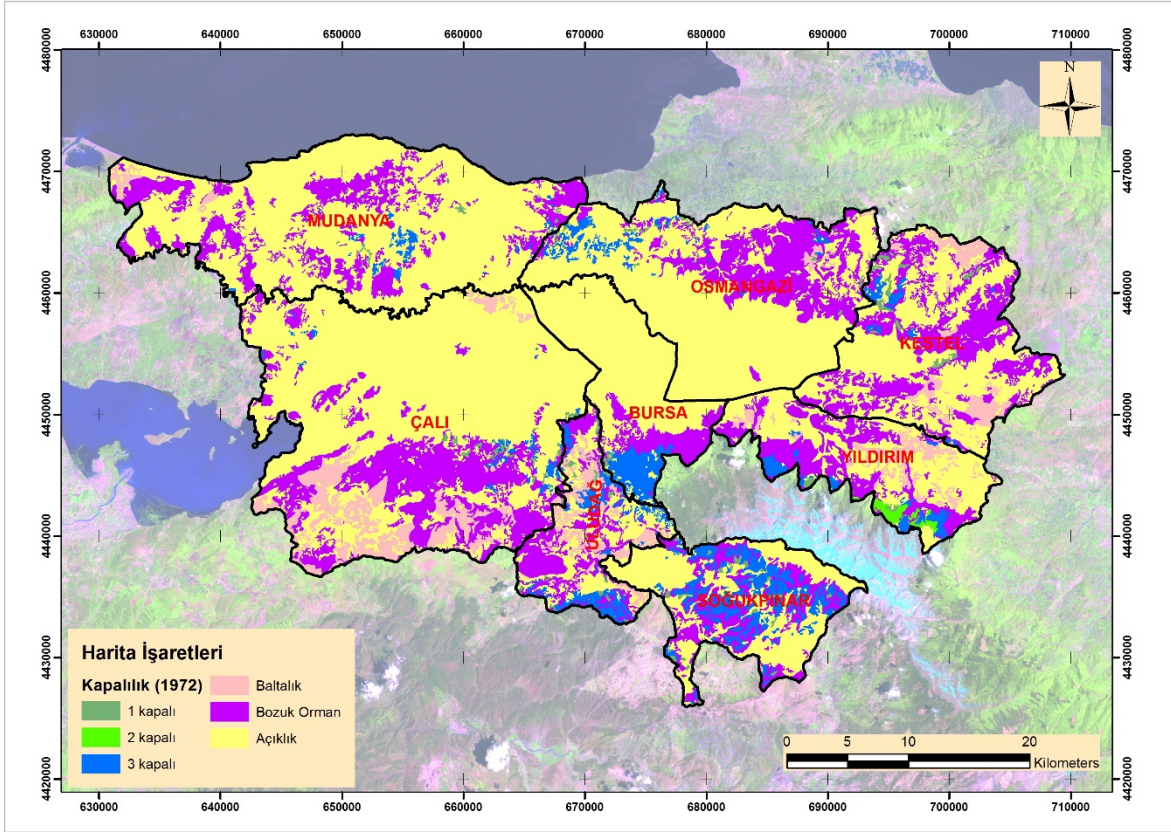
|      |                     | 2017         |                |                 |                 |                 |                   |                  |                  |
|------|---------------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|
|      | Kapalılık Sınıfları | Gençleştirme | 1              | 2               | 3               | Bozuk Orman     | Özel Ağaçlandırma | Açıklık          | Genel Toplam     |
| 1972 | 1 (%10-40)          | 9,0          | 247,0          | 686,0           | 620,0           | 183,0           | 0,0               | 168,0            | 1.913,0          |
|      | 2 (%40-70)          | 0,0          | 0,0            | 2,0             | 457,0           | 14,0            | 0,0               | 11,0             | 485,0            |
|      | 3 (>%70)            | 61,0         | 819,0          | 2.540,0         | 5.353,0         | 569,0           | 13,0              | 754,0            | 10.109,0         |
|      | Baltalık            | 0,0          | 336,0          | 816,0           | 8.007,0         | 911,0           | 79,0              | 1.472,0          | 11.620,0         |
|      | Bozuk orman         | 2,0          | 3.540,0        | 4.719,0         | 20.364,0        | 11.710,0        | 390,0             | 7.233,0          | 47.958,0         |
|      | Açıklık             | 11,0         | 1.428,0        | 2.981,0         | 7.850,0         | 4.653,0         | 580,0             | 107.113,0        | 124.617,0        |
|      | <b>Genel Toplam</b> | <b>83,0</b>  | <b>6.370,0</b> | <b>11.745,0</b> | <b>42.651,0</b> | <b>18.040,0</b> | <b>1.061,0</b>    | <b>116.751,0</b> | <b>196.702,0</b> |

Tablo 4.

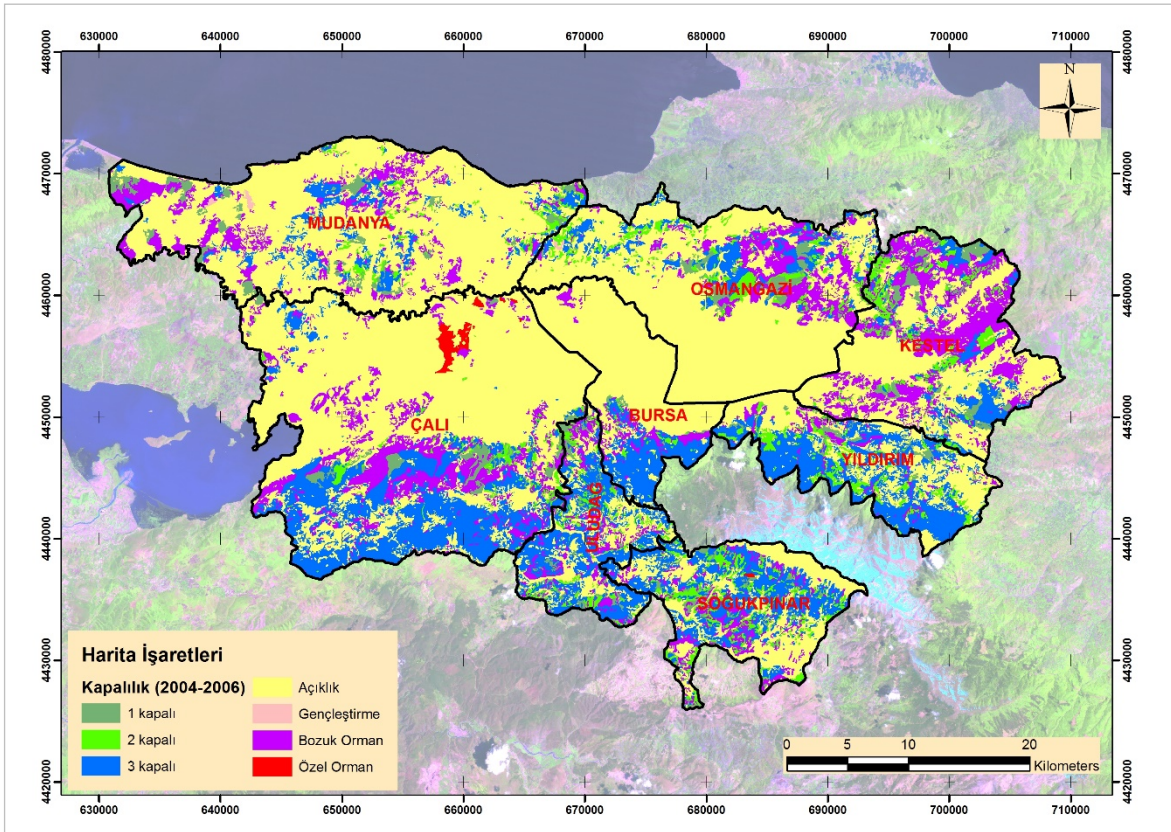
Bursa OİM 2004 ve 2017 yılları arasındaki kapalılık değişimi (ha)

|                     |                     | 2017           |                 |                 |                 |                |                   |                  |              |
|---------------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------|------------------|--------------|
|                     | Kapalılık Sınıfları | Gençleştirme   | 1               | 2               | 3               | Bozuk Orman    | Özel Ağaçlandırma | Açıklık          | Genel Toplam |
| 2004-2006           | 1 (%10-40)          | 2,5            | 996,4           | 1.392,7         | 3.429,6         | 1.246,0        | 2,9               | 617,2            | 7.687,0      |
|                     | 2 (%40-70)          | 28,2           | 1.031,7         | 3.533,6         | 3.466,4         | 801,1          | 9,5               | 844,4            | 9.715,0      |
|                     | 3 (>%70)            | 44,4           | 1.159,7         | 4.133,3         | 25.460,0        | 2.062,3        | 4,8               | 2.478,1          | 35.342,0     |
|                     | Açıklık             | 5,5            | 674,5           | 1.084,2         | 30.789,0        | 3.281,6        | 198,7             | 108.219,0        | 116.542,0    |
|                     | Bozuk Orman         | 2,3            | 2.496,1         | 1.597,2         | 6.982,2         | 10.633,7       | 425,8             | 4.493,9          | 26.631,0     |
|                     | Gençleştirme        | 0,0            | 1,4             | 3,6             | 126,6           | 1,6            | 0,0               | 9,1              | 142,3        |
|                     | Özel Ağaçlandırma   | 0,0            | 10,6            | 0,0             | 107,8           | 13,8           | 419,6             | 89,8             | 641,6        |
| <b>Genel Toplam</b> | <b>82,8</b>         | <b>6.370,4</b> | <b>11.744,7</b> | <b>42.651,4</b> | <b>18.040,0</b> | <b>1.061,4</b> | <b>116.751,0</b>  | <b>196.702,0</b> |              |



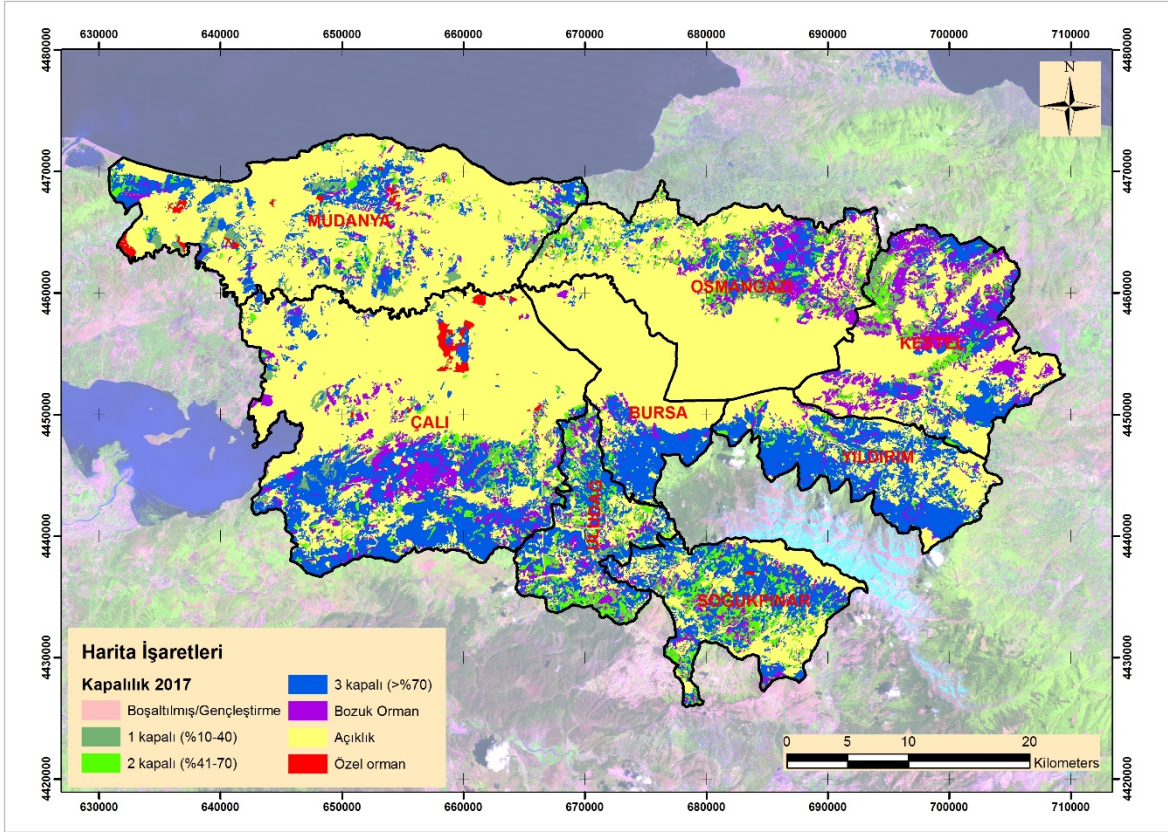


Şekil 3. Çalışma alanı 1972 yılı kapalılık sınıfları haritası



Şekil 4. Çalışma alanı 2004-2006 yılı kapalılık sınıfları haritası





Şekil 5. Çalışma alanı 2017 yılı kapalılık sınıfları haritası

### 3.2. Çağ Sınıfları

1972, 2004-2006 ve 2017 yılına ait bölmecik katmanı ile oluşturulan konumsal veri tabanında yapılan sorgulamalar ile çağ sınıfları haritası oluşturulmuştur. 1972 yılında a çağ sınıfında 2.233 ha, b çağ sınıfında 3.974 ha, bd çağ sınıfında 3.079 ha, db çağ sınıfında 532 ha alan bulunmaktadır. Bozuk orman alanları 47.958 ha, baltalık orman alanları 11.620 ha alana sahiptir (Tablo 6).

2004-2006 yılında a çağ sınıfı 6.032 ha, ab çağ sınıfı 14.524 ha, b çağ sınıfı 7.219 ha, d çağ sınıfı 3.672 ha alana sahip olup bozuk orman alanları 26.631 ha'dır. 1972 ila 2004-2006 yılları arasında bozuk orman alanlarından büyük oranda verimli orman alanlarına geçiş olmuş, aynı zamanda baltalık orman işletme sınıfı koruya tahvil edildiği için a, ab, b ve bc çağ sınıflarında çok belirgin bir artış meydana gelmiştir (Tablo 6.).

2017 yılına gelindiğinde ise; a çağ sınıfı 11.179 ha, b çağ sınıfı 13.243 ha, ab çağ sınıfı 6.385 ha, bc çağ sınıfı 6.934 ha, cd 11.876 ha değerine ulaşmıştır. Bozuk orman alanlarında 2004-2006 yılına kıyasla 8.600 ha lık bir azalış meydana gelmiş olup, bu değişim genelde a ve ab gelişim çağında geçiş değeri göstermiş ve etkili olmuştur.

1972 ve 2017 yılları arasındaki 45 yıllık süre dikkate alındığında bozuk orman alanlarında 30.000 ha civarında bir azalış olmuş ve bu da gelişim çağlarında verimli orman olarak kendini göstermiştir. Detaylı incelendiğinde, baltalık ormanlardan 1972-2017 yılları arasında 4.111 ha orman alanı b çağına, 1.888 ha alan ab çağına ve 1.361 ha alan ise a çağına geçmiştir. Aynı zamanda bozuk ormanlardan 7.263 ha alan a çağına, 5.879 ha b çağına, 3.168 ha saha ise ab çağına geçmiş ve genç orman alanlarına dahil olmuştur (Tablo 7, Tablo 8).

Tablo 6.  
Bursa ÖİM 1972 ve 2004 yılları arasındaki çağ sınıfları değişimi (ha)

|                 |             | 2004-2006 |         |         |         |         |      |         |         |       |       |       |       |          | Bozuk    | Gençleş-tirme | Özel Ağaçlan-dırma | Açıklık   | Genel Toplam |
|-----------------|-------------|-----------|---------|---------|---------|---------|------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|---------------|--------------------|-----------|--------------|
| Gelişim Çağları | a           | ab        | b       | bc      | c       | c/ab    | c/b  | cd      | d       | d/a   | d/ab  | d/b   | d/bc  |          |          |               |                    |           |              |
| 1972            | a           | 0,0       | 88,4    | 274,6   | 679,1   | 688,1   | 0,3  | 21,2    | 170,9   | 53,8  | 0,0   | 0,2   | 80,6  | 13,6     | 66,5     | 0,0           | 0,0                | 96,2      | 2.233,5      |
|                 | b           | 72,4      | 183,3   | 86,3    | 175,9   | 937,5   | 0,0  | 6,6     | 1.159,3 | 529,4 | 0,0   | 0,4   | 18,9  | 0,0      | 379,9    | 14,3          | 0,0                | 410,4     | 3.974,6      |
|                 | bd          | 83,5      | 39,9    | 32,0    | 142,1   | 645,2   | 0,0  | 0,0     | 829,8   | 601,6 | 0,5   | 0,0   | 83,3  | 88,4     | 228,6    | 12,6          | 0,0                | 291,8     | 3.079,2      |
|                 | c           | 0,0       | 0,6     | 0,0     | 89,0    | 60,5    | 1,8  | 0,0     | 167,6   | 90,3  | 0,0   | 0,0   | 5,7   | 0,0      | 30,7     | 0,0           | 0,8                | 16,3      | 463,5        |
|                 | cb          | 4,8       | 4,5     | 13,3    | 166,2   | 293,7   | 2,3  | 0,0     | 381,2   | 290,1 | 2,4   | 9,4   | 2,1   | 0,0      | 69,4     | 0,0           | 0,0                | 52,8      | 1.292,1      |
|                 | cd          | 7,8       | 2,2     | 1,3     | 23,3    | 38,2    | 2,6  | 0,0     | 111,3   | 81,7  | 0,0   | 14,4  | 0,6   | 0,0      | 10,8     | 0,0           | 0,0                | 8,2       | 302,5        |
|                 | cdb         | 2,1       | 1,3     | 12,0    | 49,8    | 69,0    | 0,0  | 0,0     | 351,8   | 51,1  | 18,9  | 0,0   | 9,8   | 0,0      | 29,8     | 0,0           | 4,8                | 28,0      | 628,3        |
|                 | db          | 48,5      | 6,7     | 1,0     | 26,5    | 34,1    | 0,0  | 0,0     | 146,0   | 169,5 | 3,4   | 2,6   | 0,0   | 0,0      | 34,1     | 0,0           | 0,0                | 60,2      | 532,7        |
|                 | Baltalık    | 1.310,8   | 4.970,0 | 1.417,5 | 431,4   | 270,6   | 0,0  | 17,8    | 176,7   | 152,7 | 0,0   | 0,0   | 148,5 | 0,0      | 1.409,7  | 26,4          | 59,9               | 1.228,4   | 11.620,4     |
|                 | Bozuk Orman | 3.191,1   | 6.806,5 | 4.079,5 | 2.033,3 | 3.336,8 | 32,2 | 24,8    | 2.393,1 | 988,2 | 4,7   | 118,0 | 168,5 | 53,9     | 17.500,7 | 61,2          | 12,9               | 7.152,9   | 47.958,3     |
| Açıklık         | 1.311,4     | 2.420,7   | 1.301,8 | 1.229,7 | 1.337,7 | 0,0     | 5,6  | 1.592,1 | 664,1   | 11,7  | 11,9  | 71,5  | 0,0   | 6.870,9  | 27,9     | 563,2         | 107.197,0          | 124.617,1 |              |
| Genel Toplam    | 6.032,4     | 14.524,1  | 7.219,2 | 5.046,4 | 7.711,4 | 39,2    | 76,1 | 7.479,7 | 3.672,7 | 41,6  | 156,9 | 589,4 | 155,9 | 26.631,1 | 142,3    | 641,6         | 116.542,3          | 196.702,1 |              |

Tablo 7.  
Bursa ÖİM 1972 ve 2017 yılları arasındaki çağ sınıfları değişimi (ha)

|                 |          | 2017    |          |         |         |          |         |       |       |          |          | Bozuk   | Gençleştirme | Özel Ağaçlandırma | Açıklık  | Genel Toplam |
|-----------------|----------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|-------|-------|----------|----------|---------|--------------|-------------------|----------|--------------|
| Gelişim Çağları | a        | ab      | b        | bc      | c       | cd       | d       | d/ab  | d/b   |          |          |         |              |                   |          |              |
| 1972            | a        | 0,0     | 38,0     | 169,7   | 362,8   | 969,0    | 497,6   | 38,1  | 0,0   | 48,4     | 50,1     | 6,3     | 0,0          | 53,5              | 2.233,5  |              |
|                 | b        | 221,7   | 57,3     | 163,1   | 252,0   | 256,9    | 1.582,5 | 548,9 | 0,0   | 19,8     | 367,6    | 63,5    | 1,3          | 440,0             | 3.974,6  |              |
|                 | bd       | 108,8   | 26,7     | 78,0    | 152,7   | 292,1    | 1.145,4 | 685,2 | 13,5  | 56,6     | 226,9    | 0,0     | 4,9          | 288,5             | 3.079,2  |              |
|                 | c        | 0,0     | 5,8      | 3,1     | 68,9    | 23,9     | 271,8   | 59,0  | 0,0   | 0,0      | 22,6     | 0,0     | 0,4          | 7,9               | 463,5    |              |
|                 | cb       | 7,8     | 8,9      | 16,3    | 122,4   | 270,6    | 425,1   | 335,5 | 6,1   | 0,0      | 43,3     | 0,0     | 0,0          | 56,3              | 1.292,1  |              |
|                 | cd       | 7,4     | 5,6      | 4,0     | 31,7    | 13,3     | 147,1   | 63,7  | 9,8   | 0,0      | 8,9      | 0,0     | 0,0          | 11,0              | 302,5    |              |
|                 | cdb      | 17,2    | 3,0      | 9,9     | 49,0    | 102,9    | 203,1   | 194,0 | 1,5   | 0,0      | 21,3     | 0,0     | 6,0          | 20,3              | 628,3    |              |
|                 | db       | 29,8    | 0,4      | 26,8    | 4,2     | 20,2     | 146,8   | 218,3 | 4,6   | 0,4      | 25,6     | 0,0     | 0,0          | 55,5              | 532,7    |              |
|                 | Bozuk    | 7.263,7 | 3.168,9  | 5.879,2 | 3.590,2 | 2.897,0  | 4.455,6 | 968,9 | 164,4 | 234,7    | 11.710,2 | 2,0     | 390,0        | 7.233,3           | 47.958,3 |              |
|                 | Baltalık | 1.361,2 | 1.888,1  | 4.111,9 | 801,5   | 232,6    | 404,3   | 204,8 | 67,3  | 87,3     | 910,7    | 0,0     | 78,9         | 1.471,9           | 11.620,4 |              |
| Açıklık         | 2.161,9  | 1.183,2 | 2.781,2  | 1.498,9 | 1.318,4 | 2.597,1  | 609,2   | 22,2  | 88,0  | 4.652,8  | 11,1     | 579,9   | 107.113,2    | 124.617,1         |          |              |
| Genel Toplam    | 11.179,5 | 6.385,9 | 13.243,3 | 6.934,1 | 6.396,9 | 11.876,5 | 3.925,7 | 289,4 | 535,1 | 18.040,0 | 82,8     | 1.061,4 | 116.751,4    | 196.702,1         |          |              |

Tablo 8.  
Bursa OİM 2004 ve 2017 yılları arasındaki çağ sınıfları değişimi

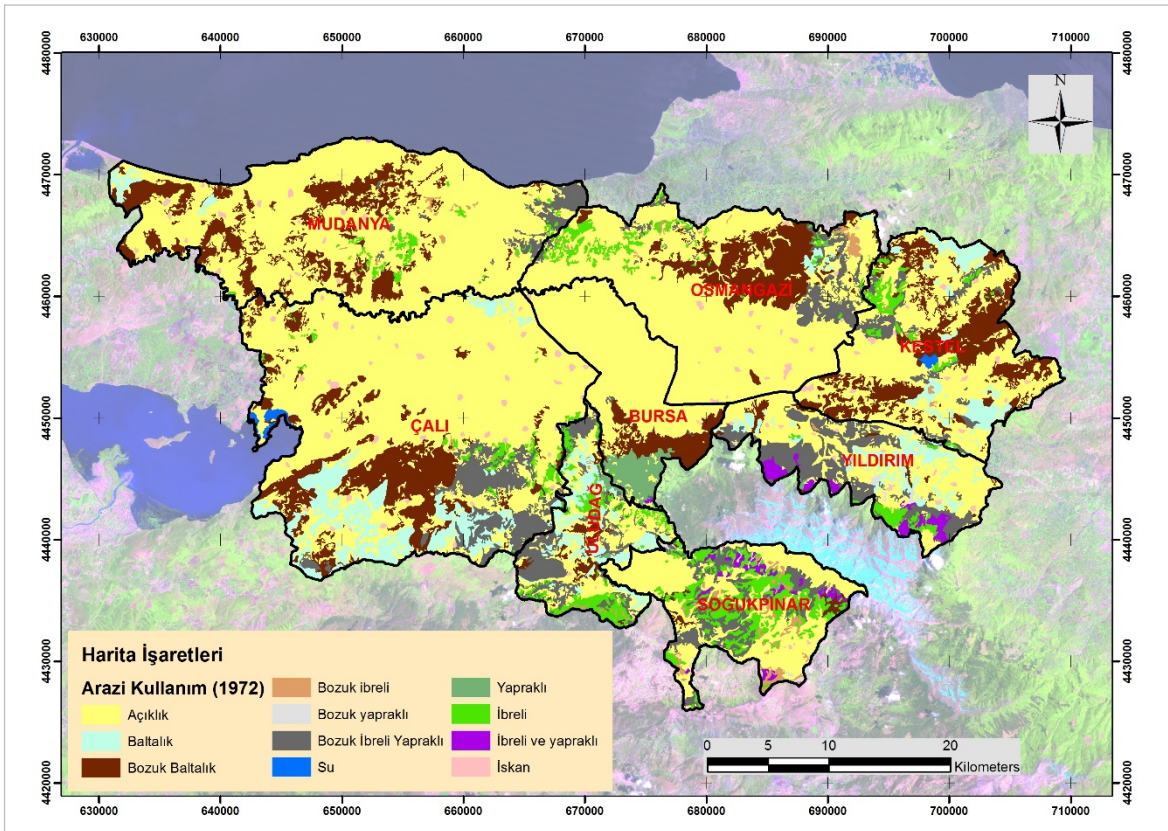
|                 |              | 2017    |          |         |         |          |         |         |       |          |          |              |                      |           |              |
|-----------------|--------------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|-------|----------|----------|--------------|----------------------|-----------|--------------|
| Gelişim Çağları |              | a       | ab       | b       | bc      | c        | cd      | d       | d/ab  | d/b      | Bozuk    | Gençleştirme | Özel<br>Ağaçlandırma | Açıklık   | Genel Toplam |
| 2004-2006       | a            | 1.268,9 | 597,2    | 1.580,3 | 140,9   | 678,4    | 136,3   | 15,6    | 29,5  | 1,2      | 1.088,8  | 0,0          | 0,3                  | 495,1     | 6.032,4      |
|                 | ab           | 2.185,5 | 2.922,7  | 5.637,5 | 583,7   | 207,6    | 298,8   | 61,1    | 71,3  | 89,9     | 1.313,1  | 0,0          | 0,2                  | 1.152,6   | 14.524,1     |
|                 | b            | 523,8   | 617,0    | 2.355,2 | 1.556,3 | 796,3    | 192,3   | 43,1    | 6,9   | 35,8     | 490,6    | 5,4          | 1,0                  | 595,6     | 7.219,2      |
|                 | bc           | 24,1    | 147,2    | 606,0   | 1.391,9 | 1.197,1  | 877,9   | 134,1   | 5,1   | 41,0     | 194,0    | 1,5          | 0,2                  | 426,3     | 5.046,4      |
|                 | c            | 243,9   | 55,1     | 232,3   | 1.330,2 | 1.654,3  | 2.929,2 | 377,4   | 82,4  | 5,1      | 391,5    | 19,1         | 0,4                  | 390,5     | 7.711,4      |
|                 | c/ab         | 0,0     | 21,5     | 1,4     | 1,6     | 0,0      | 5,0     | 1,7     | 6,6   | 0,0      | 0,7      | 0,0          | 0,0                  | 0,6       | 39,2         |
|                 | c/b          | 0,0     | 7,4      | 16,3    | 16,9    | 12,8     | 10,2    | 5,3     | 0,0   | 5,1      | 0,7      | 0,0          | 0,0                  | 1,2       | 76,1         |
|                 | cd           | 229,2   | 74,2     | 191,8   | 543,5   | 597,0    | 3.500,6 | 1.215,7 | 9,5   | 76,3     | 412,6    | 44,9         | 4,3                  | 580,1     | 7.479,7      |
|                 | d            | 146,2   | 22,4     | 66,4    | 107,9   | 157,9    | 1.179,9 | 1.429,4 | 10,9  | 94,7     | 197,2    | 4,1          | 9,6                  | 246,2     | 3.672,7      |
|                 | d/a          | 15,2    | 0,4      | 2,0     | 4,8     | 3,5      | 8,3     | 4,5     | 1,4   | 0,0      | 0,0      | 0,0          | 0,0                  | 1,6       | 41,6         |
|                 | d/ab         | 2,0     | 33,2     | 1,3     | 15,8    | 1,8      | 27,3    | 7,5     | 26,3  | 18,5     | 7,5      | 0,0          | 0,0                  | 15,7      | 156,9        |
|                 | d/b          | 2,9     | 8,9      | 122,8   | 110,2   | 83,7     | 62,3    | 79,2    | 5,0   | 66,2     | 12,5     | 0,1          | 1,3                  | 34,2      | 589,4        |
|                 | d/bc         | 0,0     | 0,0      | 0,0     | 9,3     | 30,2     | 116,4   | 0,0     | 0,0   | 0,0      | 0,0      | 0,0          | 0,0                  | 0,0       | 155,9        |
|                 | Bozuk        | 5.395,0 | 1.381,7  | 1.314,8 | 531,7   | 546,0    | 1.545,5 | 286,2   | 24,4  | 50,1     | 10.633,7 | 2,3          | 425,8                | 4.493,9   | 26.631,1     |
|                 | Gençleştirme | 109,6   | 16,5     | 0,4     | 0,0     | 1,0      | 3,2     | 0,9     | 0,0   | 0,0      | 1,6      | 0,0          | 0,0                  | 9,1       | 142,3        |
| Özel            | 41,4         | 0,0     | 0,0      | 5,5     | 23,6    | 0,9      | 0,0     | 0,0     | 0,0   | 13,8     | 0,0      | 419,6        | 89,8                 | 641,6     |              |
| Ağaçlandırma    |              |         |          |         |         |          |         |         |       |          |          |              |                      |           |              |
| Açıklık         | 991,7        | 480,5   | 1.114,9  | 537,0   | 405,7   | 982,3    | 264,0   | 10,2    | 51,2  | 3.281,6  | 5,5      | 198,7        | 108.218,9            | 116.542,3 |              |
| Toplam          | 11.179,5     | 6.385,9 | 13.243,3 | 6.934,1 | 6.396,9 | 11.876,5 | 3.925,7 | 289,4   | 535,1 | 18.040,0 | 82,8     | 1.061,4      | 116.751,4            | 196.702,1 |              |

### 3.3. Bursa Orman İşletme Müdürlüğü Arazi Kullanım Sınıfları Değişimi

İlgili alana ait meşcere tipleri haritasından türetilen arazi kullanım sınıflarına ilişkin konumsal veriler zamansal olarak elde edilmiştir. Elde edilen konumsal veriler 1972, 2004-2006 ve 2017 yılları için konumsal olarak karşılaştırılmış ve analiz edilmiştir. Bu veriler incelendiğinde; 1972 ve 2004 yılları arasındaki açıklık alan sınıfı 122.344 ha değerinde 2004 yılında 97.079 ha değerine düşmüştür. Su alanları 455 ha değerinden 976 ha değerine, iskân alanları 1.817,4 ha değerinden 18.487 ha'ya, verimli yapraklı ormanlar baltalıklarında dönüşümü ile 1.674 ha dan 24.436 ha'ya, verimli ibreli ormanlar ise 9.365 ha dan 21.717 ha değerine artmıştır. Verimli orman alanlarında belirgin bir artışa karşın orman dışı alanlarda ve bozuk vasıflı orman alanlarında ise bariz bir artış görülmektedir. 87.931 ha alan açıklık sınıfına değişmeden sabit kalmış, 16.535 ha alan ise orman dışı alanlardan yerleşim yerleri sınıfına geçiş yapmıştır (Tablo 9; Şekil 6-7).

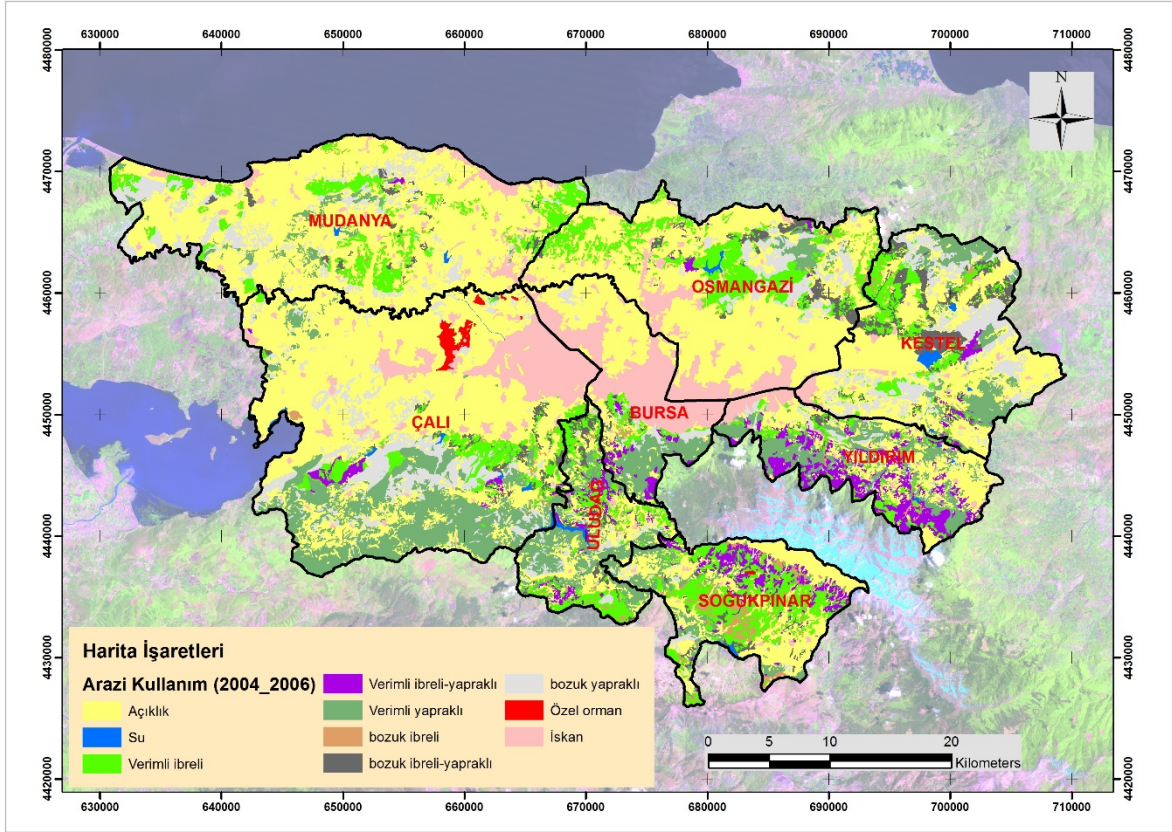
1972 ile 2017 yılları arasındaki 45 yıllık süreçte ise; verimli yapraklı ormanlar 1.674 ha değerinden 31.740 ha'lık alana, Özel ağaçlandırmalar hiç yok iken 1061 ha gibi yüksek bir alansal büyüklüğe verimli ibreli orman alanları 9.365 ha değerinden 23.724 ha'lık büyüklüğe ulaşmıştır. Baltalık işletmesi koruya tahvil uygulaması ve rehabilitasyon çalışmaları ile büyük oranda yapraklı orman alanlarına dönüşmüştür (Tablo 10., Şekil 6-8).

2004-2006 ile 2017 yılları arasındaki son 12 yıllık değişim analiz edildiğinde; verimli yapraklı orman alanları toplamda 7.300 ha, ibreli orman alanları 2.000 ha, iskân alanları 2.700 ha civarında artış göstermiştir (Tablo 11, Şekil 7-8).

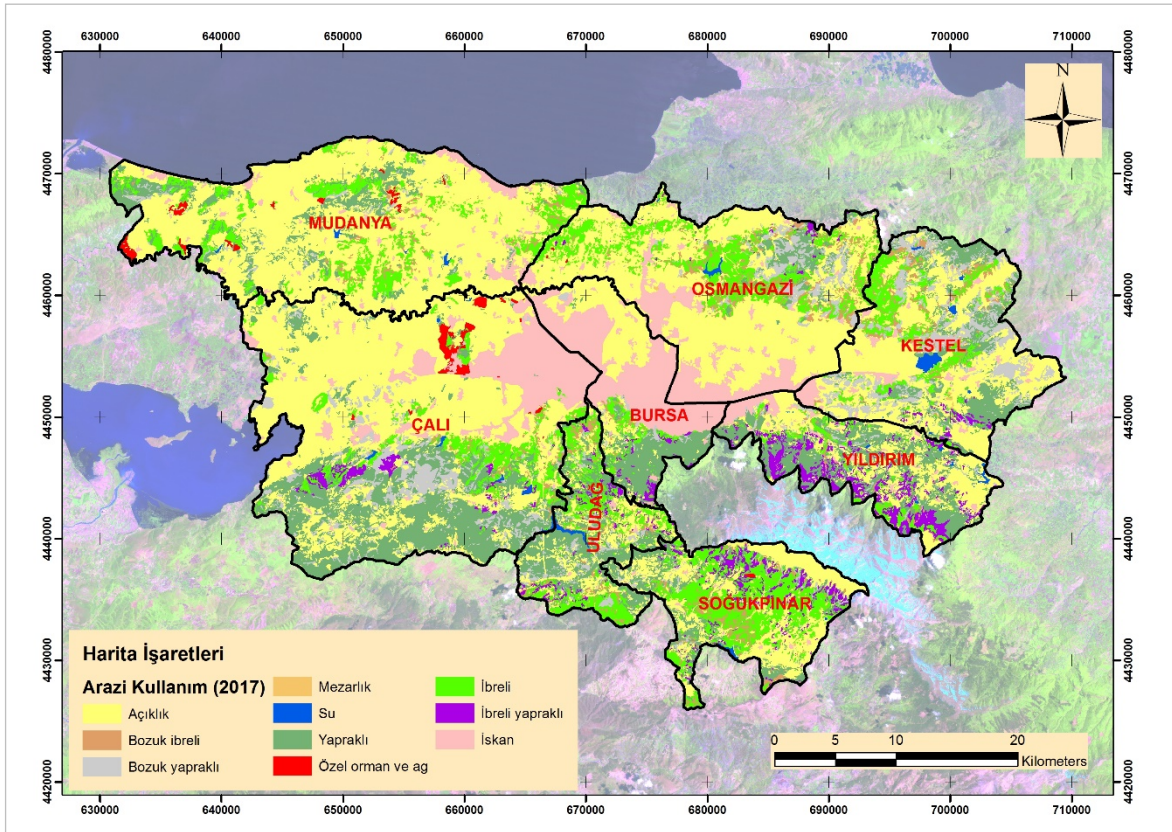


Şekil 6. Çalışma alanı 1972 yılı arazi kullanım sınıfları haritası





Şekil 7. Çalışma alanı 2004-2006 yılı arazi kullanım sınıfları haritası



Şekil 8. Çalışma alanı 2017 yılı arazi kullanım sınıfları haritası



Tablo 9.  
Bursa OİM 1972 ve 2004 yılları arasındaki arazi kullanım sınıfları değişimi

| 2004-2006                |                                |                |                         |                |          |                   |       |          |                   |          |              |           |
|--------------------------|--------------------------------|----------------|-------------------------|----------------|----------|-------------------|-------|----------|-------------------|----------|--------------|-----------|
| Arazi Kullanım Sınıfları | Açıklık                        | Bozuk ibrelili | Bozuk ibrelili-yapraklı | Bozuk yapraklı | İskân    | Özel Ağaçlandırma | Su    | İbrelili | İbrelili-yapraklı | Yapraklı | Genel Toplam |           |
| <b>1972</b>              | <b>Açıklık</b>                 | 87.931,8       | 659,6                   | 1.438,0        | 4.765,4  | 16.535,3          | 563,2 | 517,7    | 4.549,0           | 1.093,5  | 4.290,5      | 122.344,2 |
|                          | <b>Baltalık</b>                | 1.151,4        | 26,0                    | 282,7          | 1.127,4  | 28,9              | 59,9  | 48,1     | 938,1             | 752,2    | 7.205,6      | 11.620,4  |
|                          | <b>Bozuk Baltalık</b>          | 4.162,4        | 233,6                   | 2.147,4        | 10.031,4 | 428,5             | 12,9  | 91,4     | 4.889,8           | 842,6    | 6.051,1      | 28.891,0  |
|                          | <b>Bozuk ibrelili</b>          | 499,2          | 236,1                   | 69,6           | 32,6     | 2,0               | 0,0   | 0,0      | 586,8             | 55,0     | 137,2        | 1.618,6   |
|                          | <b>Bozuk İbrelili Yapraklı</b> | 1.792,0        | 841,3                   | 1.720,0        | 2.212,8  | 64,7              | 0,0   | 81,0     | 3.767,6           | 1.741,3  | 4.929,1      | 17.149,6  |
|                          | <b>Bozuk yapraklı</b>          | 29,6           | 7,3                     | 4,9            | 19,0     | 0,0               | 0,0   | 2,1      | 37,4              | 81,9     | 116,8        | 299,0     |
|                          | <b>İbrelili</b>                | 823,3          | 324,4                   | 334,4          | 107,8    | 16,2              | 5,6   | 6,4      | 6.645,2           | 827,5    | 274,6        | 9.365,4   |
|                          | <b>İbrelili ve yapraklı</b>    | 31,0           | 11,8                    | 16,9           | 11,9     | 0,0               | 0,0   | 3,4      | 246,5             | 890,2    | 255,4        | 1.466,9   |
|                          | <b>İskân</b>                   | 338,2          | 0,6                     | 5,8            | 19,1     | 1.409,7           | 0,0   | 9,2      | 8,6               | 6,3      | 19,8         | 1.817,4   |
|                          | <b>Su</b>                      | 236,7          | 0,2                     | 0,4            | 0,0      | 1,7               | 0,0   | 216,6    | 0,0               | 0,0      | 0,0          | 455,5     |
|                          | <b>Yapraklı</b>                | 83,6           | 8,6                     | 12,0           | 22,1     | 0,0               | 0,0   | 0,0      | 48,4              | 343,4    | 1.155,9      | 1.674,0   |
|                          | <b>Genel Toplam</b>            | 97.079,3       | 2.349,4                 | 6.032,0        | 18.349,5 | 18.487,1          | 641,6 | 975,9    | 21.717,4          | 6.633,9  | 24.436,0     | 196.702,1 |

Tablo 10.  
Bursa OİM 1972 ve 2017 yılları arasındaki arazi kullanım sınıfları değişimi

| 2017                     |                                |                |                |          |                   |          |                   |          |       |          |              |           |
|--------------------------|--------------------------------|----------------|----------------|----------|-------------------|----------|-------------------|----------|-------|----------|--------------|-----------|
| Arazi Kullanım Sınıfları | Açıklık                        | Bozuk ibrelili | Bozuk yapraklı | İbrelili | İbrelili yapraklı | İskân    | Özel Ağaçlandırma | Mezarlık | Su    | Yapraklı | Genel Toplam |           |
| <b>1972</b>              | <b>Açıklık</b>                 | 85.183,4       | 1.694,3        | 2.936,8  | 5.246,9           | 19.077,4 | 579,6             | 63,2     | 568,0 | 6.014,6  | 122.344,2    |           |
|                          | <b>Baltalık</b>                | 1.361,0        | 144,1          | 766,6    | 873,6             | 62,2     | 78,9              | 1,0      | 47,7  | 7.721,2  | 11.620,4     |           |
|                          | <b>Bozuk Baltalık</b>          | 4.238,5        | 1.530,0        | 6.362,7  | 5.588,4           | 463,0    | 389,1             | 0,0      | 97,5  | 9.595,5  | 28.891,0     |           |
|                          | <b>Bozuk ibrelili</b>          | 426,9          | 221,2          | 40,3     | 694,7             | 4,2      | 0,0               | 0,0      | 0,0   | 164,2    | 1.618,6      |           |
|                          | <b>Bozuk İbrelili Yapraklı</b> | 1.824,2        | 1.618,8        | 1.914,0  | 4.178,8           | 1.534,6  | 60,8              | 0,9      | 3,6   | 80,4     | 5.933,6      | 17.149,6  |
|                          | <b>Bozuk yapraklı</b>          | 33,6           | 13,5           | 8,8      | 30,2              | 49,2     | 0,0               | 0,0      | 0,0   | 0,7      | 163,1        | 299,0     |
|                          | <b>İbrelili</b>                | 847,7          | 514,8          | 174,2    | 6.729,0           | 658,1    | 23,2              | 12,7     | 0,0   | 6,3      | 399,5        | 9.365,4   |
|                          | <b>İbrelili ve yapraklı</b>    | 14,3           | 29,8           | 21,5     | 282,6             | 696,4    | 0,1               | 0,0      | 0,0   | 2,2      | 419,9        | 1.466,9   |
|                          | <b>İskân</b>                   | 377,0          | 4,0            | 16,7     | 5,3               | 1,2      | 1.385,6           | 0,3      | 3,6   | 0,0      | 23,7         | 1.817,4   |
|                          | <b>Su</b>                      | 317,7          | 0,0            | 0,1      | 0,0               | 0,0      | 3,2               | 0,0      | 0,0   | 134,3    | 0,3          | 455,5     |
|                          | <b>Yapraklı</b>                | 31,4           | 19,5           | 6,5      | 95,2              | 208,9    | 7,7               | 0,0      | 0,0   | 0,0      | 1.304,9      | 1.674,0   |
|                          | <b>Genel Toplam</b>            | 94.655,6       | 5.790,0        | 12.248,1 | 23.724,7          | 5.386,0  | 21.087,4          | 1.061,4  | 71,3  | 937,1    | 31.740,5     | 196.702,1 |

Tablo 11.  
Bursa OİM 2004-2006 ve 2017 yılları arasındaki arazi kullanım sınıfları değişimi

|                          |                       | 2017     |              |                |          |                 |          |                   |          |       |          |              |
|--------------------------|-----------------------|----------|--------------|----------------|----------|-----------------|----------|-------------------|----------|-------|----------|--------------|
| Arazi Kullanım Sınıfları |                       | Açıklık  | Bozuk ibreli | Bozuk yapraklı | İbreli   | İbreli yapraklı | İskân    | Özel Ağaçlandırma | Mezarlık | Su    | Yapraklı | Genel Toplam |
| 2004-2006                | Açıklık               | 84.281,0 | 1.099,4      | 2.108,0        | 1.773,9  | 339,4           | 4.506,1  | 179,5             | 32,0     | 174,4 | 2.585,6  | 97.079,3     |
|                          | Bozuk ibreli          | 405,5    | 803,7        | 137,4          | 732,1    | 90,0            | 8,1      | 1,4               | 4,1      | 1,6   | 165,4    | 2.349,4      |
|                          | Bozuk ibreli-yapraklı | 725,4    | 1.414,9      | 1.413,5        | 1.316,5  | 116,6           | 29,0     | 51,4              | 3,7      | 6,6   | 954,5    | 6.032,0      |
|                          | Bozuk yapraklı        | 3.106,9  | 718,5        | 6.146,6        | 1.838,5  | 189,2           | 181,8    | 373,1             | 0,9      | 26,7  | 5.767,4  | 18.349,5     |
|                          | İbreli                | 1.566,9  | 1.351,6      | 442,0          | 16.075,3 | 1.126,4         | 48,3     | 14,7              | 2,7      | 13,9  | 1.075,8  | 21.717,4     |
|                          | İbreli-yapraklı       | 362,2    | 178,4        | 114,4          | 1.287,3  | 2.611,5         | 10,0     | 1,3               | 2,7      | 4,7   | 2.061,4  | 6.633,9      |
|                          | İskân                 | 2.063,4  | 25,1         | 33,9           | 56,9     | 5,1             | 16.214,0 | 19,2              | 22,0     | 0,1   | 47,5     | 18.487,1     |
|                          | Özel Ağaçlandırma     | 55,8     | 12,6         | 1,2            | 87,5     | 0,1             | 33,9     | 419,6             | 0,0      | 0,0   | 30,8     | 641,6        |
|                          | Su                    | 206,9    | 6,6          | 8,4            | 10,5     | 2,1             | 32,5     | 0,0               | 0,0      | 686,6 | 22,2     | 975,9        |
|                          | Yapraklı              | 1.881,6  | 179,2        | 1.842,9        | 546,2    | 905,5           | 23,5     | 1,3               | 3,3      | 22,4  | 19.029,9 | 24.436,0     |
| <b>Genel Toplam</b>      |                       | 94.655,6 | 5.790,0      | 12.248,1       | 23.724,7 | 5.386,0         | 21.087,4 | 1.061,4           | 71,3     | 937,1 | 31.740,5 | 196.702,1    |

#### 4. Tartışma ve Sonuçlar

Ülkemiz orman kaynakları ve biyolojik çeşitlilik zenginliği bakımından dünyadaki sayılı ülkelerden biridir. Son 50 yılda yaşanan önemli nüfus artışı, insanların sosyal beklentilerinin yükselmesi ve şehirleşme gibi durumların bir sonucu olarak insanlar kırsal bölgelerden kentlere doğru göç etmişlerdir. Nüfus artışı ve kentleşme günümüzde önemli miktarda düzensiz arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişimlerine yol açmıştır. Dolayısıyla insanların yaşam kalitelerindeki artış, kentleşme ve nüfus artışı ülkemizde arazi kullanımı veya arazi örtüsü değişimi konularında ciddi bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan bu çalışmada, geçmişte kullanılmış olan amenajman planlarından yararlanılarak CBS yazılımları aracılığıyla ormanlardaki genel değişim ve bunun yanı sıra kendi içerisindeki dinamik yapıdaki farklılıklar da vurgulanmıştır.

1972, 2004-2006 ve 2017 yılına ait bölmeçik bazında oluşturulan konumsal veri tabanında yapılan sorgulamalar ile kapalılık sınıfları, çağ sınıfları ve arazi kullanım sınıfları haritası türetilmiştir. Kapalılık sınıfları incelendiğinde genel olarak artış gözlemlenmiş ve bozuk alanlar azalmış olup nedeni, ormanlık alanlarında yapılan faaliyetler ve sosyal baskının azalması olduğu düşünülmektedir. Çağ sınıfları bakımından değişimler incelendiğinde, özellikle 2004 yılından 2017 yılına geçişlerde bozuk yapıda olan ormanlık alanlar, verimli orman alanlarına dönüştüğü görülmüştür. Bunun sebebi olarak 2004 yılından sonra baltalıklarda yapılan koruya tahvil çalışmaları olduğu düşünülmektedir. Arazi kullanım sınıflarının değişimi incelendiğinde ise, açıklık alanların iskana dönmesi alansal bazda 1972-2004 ve 2004-2017 yılları karşılaştırıldığında dönüşüm hızı azalmış olup, 32 yılda yıllık yaklaşık 500 ha iskana dönüş olurken, bu oran son 13 yılda 350 ha olarak hesaplanmıştır. Ayrıca 1972- 2017 yıllarında yaşanan açıklık alandan sulak alanlara olan dönüşümün sebepleri, yapılan göletler, barajlar ve sınırlarda bulunan Uluabat Gölü ve Karacabey Longozu olduğu düşünülmektedir. Özellikle 1975'ten sonra yapılan Bursa ili su ihtiyacının çoğunluğunu karşılayan, Doğancı, Demirtaş ve Nilüfer barajları gibi alansal olarak büyük barajlar bu artışın nedenlerinden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca 1972, 2004-2006 ve 2017 dönemlerinde kullanılan amenajman planlarına ait meşcere haritalarına göz önünde bulundurulduğunda ormanlık alanların tüm alana oranı %36,6 değerinden %40,4 değerine artmış ve en son periyotta özel ağaçlandırmaların da eklenmesi ile bu değer %40,6 oranına ulaşmıştır. Tüm işletmenin kapsamında ise ormanlık alan artış oranı %4,5 olarak saptanmıştır. Ancak, Pyruvard tarafından geliştirilen ormanlaşma oranı indeksine göre ise 1972 ve 2005 yılları arasında %0,30; 1972 ve 2017 yılları arasında ise %0,20 oranında yıllık artış oranı olarak hesaplanmıştır. Verimli orman alanı ise 24.127 ha değerinden 2005 yılında 52.887 ha değerine ve en son periyotta ise 2017 yılında 60.849 ha değerine yükselmiştir. Bu belirgin artış yapılan silvüktürel müdahalelerin ve teknik uygulamaların ne derece etkili olduğunu gözler önüne sermektedir.

Hem ülkemizin hem de dünyanın değişik bölgelerinde ormanlık alanlardaki değişimin yönü ve hızı farklı olmaktadır. İnegöl Orman İşletmesinde Müdürlüğü'nde gerçekleştirilen bir çalışmada (Başkent ve Kadioğulları, 2007) 1972 ile 1993 yılları arasındaki orman artış oranı tüm alanda %3,3 olarak saptanmıştır. Yıllık orman artış miktarı ise %0,44 olarak hesaplanmıştır. Ülkemizin kuzey doğusunda bulunan Torul Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1984 ve 2005 döneminde kullanılan amenajman planlarına ait meşcere haritaları dikkate alındığında ormanlık alanların bütün bölgeye oranı %42,95'ten %51,2'e yükselmiştir. İşletmenin tamamını göz önünde bulundurduğumuzda ormanlık alan artışı oranı %8,24 olarak tespit edilmiştir (Kadioğulları ve Başkent, 2008). Bununla birlikte, bu değişim değerinin yalnızca ormanlık alanlara oranı %19,9 olarak saptanmıştır. 1984 ve 2005 dönemindeki yıllık orman artış oranı ise %0,92 olarak tespit edilmiştir. Aynı bölgede yapılan ve Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü'nü kapsayan bir çalışmada (Kadioğulları ve Başkent, 2008) orman alanları 1971 ve 1987 döneminde %0,53 oranında azalmıştır. Yıllık azalma miktarı ise %0,14 olarak tespit edilmiştir. Yine Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1987 ve 2000 döneminde uydu görüntüsü verileri dikkate alındığında ormanlık alanlar %1,6 oranında yükselmiştir. 1987 ve 2000 yılları arasındaki periyotta yıllık orman artış miktarı %0,5 olarak saptanmıştır. Rize Orman İşletme Müdürlüğü'nde yapılan farklı bir çalışmada ise 1984 ve 2007 yılları arasında ormanlık alanlar %2,3 oranında artış göstermiştir. Yıllık orman artış miktarı ise %0,2 olarak saptanmıştır (Günlü vd., 2008). Daha önce yapılmış benzer bir çalışmada (Staus vd., 2002) yıllık ormansızlaşma miktarı %0,53 olarak belirlenmiştir. Guatam vd. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada Nepal'de 1976 ve 2000 döneminde orman sahalarının %5,2 oranında arttığı saptanmıştır. Hall vd. (2006) bir çalışmada ise Amerika'nın doğusunda yer alan iğne

yapraklı ormanlardaki ormansızlaşma miktarı %1,8 olarak vurgulanmıştır. Rusya'nın uzak doğusunda yapılan bir çalışmada biyosfer rezerv bölgesinde yangın etkisi ile 1972 ve 1992 döneminde ibrelî ormanlarda %18,3 oranında azalma ve yapraklı ormanlarda ise %4,7 azalma olduğunu belirtilmiştir (Cushman ve Wallin, 2000). Zheng vd. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada Çin'deki Changbai biyosfer rezerv alanında tespit edilen yıllık kayıp ormanlık alan miktarı ise %1,12 olarak belirtilmiştir.

Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Planlama (ETFOP) orman amenajman planlarının yapımı sırasında; arazi örtüsü veya arazi kullanımının zamansal ve konumsal değişimini ve bunu etkileyen durumları öğrenmek, bilhassa ormanların yapısal dinamiğini anlamak ve orman kaynaklarının sürdürülebilir planlanmasını sağlamak için önemli faktör durumuna gelmiştir. Yapılan bu çalışmada, Bursa özelinde yoğun şehirleşmenin olduğu alanda bu olumsuz yapıya rağmen toplumun refah düzeyinin artması, baltalık işletme şekliinden vazgeçilmesi, orman işletme yönetimlerinin daha küçük alanlarda ve daha fazla personel ile yapılabilmesi gibi nedenlerle orman alanlarında hem kalite bakımından hem de alansal olarak artışa neden olmuştur. Ormandaki genç ve tam kapalı meşcerelerdeki belirgin artışlar ekosistemin geleceğini garanti altına alması açısından çok önem arz etmekte olup geleceğe güvenle bakmamızı sağlamaktadır.

### Teşekkür

Bu proje Bursa Teknik Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından 181N13 proje numarası ile desteklenmiştir.

### Yazar Katkıları

Turan SÖNMEZ: Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Burhan GENÇAL: Veri toplamış ve analizini yapmıştır.

İnanç TAŞ: Veri toplamış ve analizini yapmıştır.

Ali İhsan KADIOĞULLARI: Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

### Kaynaklar

- Başkent, E. Z. and Kadioğullari, A. I. (2007). Spatial and temporal Dynamics of land use pattern in Turkey: A case study in İnegöl. *Landscape and Urban Planning*, 81(4), 316-327.
- Bostancı, L. G. Y. ve Genç, L. (2007). Troia milli parkı arazi kullanım ve bitki örtüsü değişiminin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi yardımıyla belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1), 27-41.
- Call, M., Mayer, T., Sellers, S., Ebanks, D., Bertalan, M., Nebie, E. and Gray, C. (2017). Socio-environmental drivers of forest change in rural Uganda. *Land Use Policy*, 62, 49-58.
- Cohen, W. B. (1999). Comparison of methods for detecting conifer forest change with Thematic Mapper imagery. *Remote sensing change detection: Environmental monitoring methods and applications*.
- Cushman, S. A. and Wallin, D. O. (2000). Rates and patterns of landscape change in the Central Sikhote-alin Mountains, Russian Far East. *Landscape Ecology*, 15(7), 643-659.
- Çakir, G., Sivrikaya, F., Terzioğlu, S., Başkent, E. Z., Sönmez, T. and Yolasiğmaz, H. A. (2007). Mapping secondary forest succession with geographic information systems: a case study from Bulanıkdere, Kırklareli, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(1), 71-81.
- FAO (2010), Global Forest Resources Assessment, 2010. Main Report. FAO Forestry Paper #163. 244 Rome, Italy.
- Gautam, A. P., Webb, E. L., Shivakoti, G. P. and Zoebisch, M. A. (2003). Land use dynamics and landscape change pattern in a mountain watershed in Nepal. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 99(1-3), 83-96.
- Günlü, A., Kadioğulları, A. I., Keleş, S. ve Başkent, E. Z. (2009). Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to deforestation in Northeastern Turkey: a case study in Rize. *Environmental Monitoring and Assessment*, 148(1), 127-137.

- Günlü, A., Keleş, S., Kadioğulları, A. İ. ve Başkent, E. Z. (2011). Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsü yardımıyla arazi kullanımı, meşcere gelişim çağı ve meşcere kapalılığın tahmin edilmesi; Kastamonu-Kızılcasu İşletme Şefliği örneği, I. *Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu (26-28 Ekim 2011)*, 660-667.
- Hall, R. J., Skakun, R. S., Arsenault, E. J. and Case, B. S. (2006). Modeling forest stand structure attributes using Landsat ETM+ data: Application to mapping of aboveground biomass and stand volume. *Forest Ecology and Management*, 225(1-3), 378-390.
- Kaptan, S. and Durkaya, A. (2019). Analysing temporal and spatial changes in land cover: the case of Drağna Forest Subdistrict Directorate. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 19(1), 47-56. <https://doi.org/10.17475/kastorman.543428>
- Kaptan, S., 2021. Arazi örtüsü ile meşcere gelişim çağı ve kapalılığı kategorilerindeki zamansal değişimlerin incelenmesi: Karabiga Orman İşletme Şefliği örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 22(2): 97- 104. DOI: 10.18182/tjf.903733
- Kadioğulları, A. İ. (2013). Assessing implications of land use and land cover changes in forest ecosystems of NE Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(3), 2095-2106.
- Kadioğulları, A. ve Başkent, E. (2006). Orman kaynaklarının konumsal ve zamansal değişiminin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri ile irdelenmesi: İnyet ve Yenice örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 378-390.
- Kadioğulları, A. İ. and Başkent, E. Z. (2008). Spatial and temporal dynamics of land use pattern in Eastern Turkey: a case study in Gümüşhane. *Environmental Monitoring and Assessment*, 138(1), 289-303.
- Kadioğulları, A. İ. (2005). *Orman kaynaklarındaki zamansal değişimin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla ortaya konulması (İnegöl ve Gümüşhane Devlet Orman İşletmeleri örneği)* (Yüksek Lisans Tezi) Erişim Adresi: [https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=biL2P3cCsP-gUNjVdV2BsGafSU1ccZjwD3bKvq\\_SkRXNvDJ92r3aNef3fG7A9JIVu](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=biL2P3cCsP-gUNjVdV2BsGafSU1ccZjwD3bKvq_SkRXNvDJ92r3aNef3fG7A9JIVu)
- Kadioğulları, A. İ., Keleş, S., Başkent, E. Z. ve Günlü, A. (2008). Spatiotemporal changes in landscape pattern in response to afforestation in Northeastern Turkey: a case study of Torul. *Scottish Geographical Journal*, 124(4), 259-273.
- Karabulut, M., Küçükönder, M., Gürbüz, M. ve Sandal, E. K. (2006). Kahramanmaraş şehri ve çevresinin zamansal değişiminin uzaktan algılama ve CBS kullanılarak incelenmesi. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri*, 13(16), 1-8.
- Martin, M. E., Newman, S. D., Aber, J. D. ve Congalton, R. G. (1998). Determining forest species composition using high spectral resolution remote sensing data. *Remote sensing of environment*, 65(3), 249-254.
- Mohammadi, J., Shataee Joibary, S., Yaghmaee, F. ve Mahiny, A. S. (2010). Modelling forest stand volume and tree density using Landsat ETM+ data. *International Journal of Remote Sensing*, 31(11), 2959-2975.
- OGM (2021). Türkiye Orman Varlığı (2020), Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Puyravaud, J. P. (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177(1-3), 593-596.
- Sauti, R. and Karahalil, U. (2022). Investigating the spatiotemporal changes of land use/land cover and its implications for ecosystem services between 1972 and 2015 in Yuvacık. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(4), 1-19.
- Seçkin, B. (1995). Amenajman ve Silvikültür İlişkisi. *Ekonomi-Ekoloji İlkesine Uygun Orman İşletmeciliği Özlemim, Orman Mühendisliği Dergisi*, 2, 25-27.
- Staus, N. L., Strittholt, J. R., DellaSala, D. A. ve Robinson, R. (2002). Rate and pattern of forest disturbance in the Klamath-Siskiyou ecoregion, USA between 1972 and 1992. *Landscape Ecology*, 17(5), 455-470.
- Tunay, M. ve Ateşoğlu, A. (2004). Uzaktan algılama tekniği ve CBS kullanılarak Bartın çevresindeki doğal olmayan değişikliklerin belirlenmesi, 3. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildiriler Kitabı, Fatih Üniversitesi*, 435-444.
- Yıldırım, H., Özel, M. E., Divan, N. J. and Akça, A. (2002). Satellite monitoring of land cover/land use change over 15 years and its impact on the environment in Gebze/Kocaeli-Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26(3), 161-170.
- Zengin, H., Özdemir, H. Y. ve Değermenci, A. S. (2018). Hasanlar baraj havzasında arazi kullanımındaki zamansal değişimlerin belirlenmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*.
- Zheng, D., Wallin, D. O. and Hao, Z. (1997). Rates and patterns of landscape change between 1972 and 1988 in the Changbai Mountain area of China and North Korea. *Landscape Ecology*, 12(4), 241-254.