

ESRI Land Cover ve Dynamic World arazi örtüsü verilerinin karşılaştırılması: Kıbrıs Adası örneği

Ömer Gökberk Narin^{1*} 

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyon, Türkiye.

Öz: Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü (AK/AÖ) takibi, değişimlerin belirlenmesi insan ve çevresi arasındaki ilişkinin anlaşılması açısından oldukça önemlidir. Uzaktan algılama teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte AK/AÖ lokal ve küresel ölçekte takibi daha kolay hale gelmiştir. Bununla birlikte uzaktan algılama verilerinin sınıflandırılmasında birçok sınıflandırma algoritması ve yöntem geliştirilmiştir ve geliştirilmeye devam etmektedir. Sınıflandırma algoritmalarının ve yöntemlerin birbirine karşı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bununla birlikte AK/AÖ tespiti lokal ve küresel ölçekte kullanılabilir. Bu çalışmada küresel ölçekte ücretsiz olarak servis edilen ESRI Land Cover ve Dynamic World verileri karşılaştırılmıştır. Bu iki veri de sınıflandırma için Sentinel-2 görüntüleri kullanılmışlardır ve 10 m çözünürlükte AK/AÖ verisi servis etmektedir. Karşılaştırmada Akdeniz'in önemli bir adası olan Kıbrıs adası ele alınmıştır. Karşılaştırma için öncelikle iki veri arasındaki tutarlılığa bakılmıştır. Ardından oluşturulan kontrol noktaları ile hata matrisleri oluşturulmuştur ve genel doğruluklarına bakılmıştır. İki veri arasında su sınıfında %95, tarım arazileri sınıfında %78, yapılaşmış alan sınıfında %79, ağaçlar sınıfında %97, çıplak arazi sınıfında %85 ve sulu bitki örtüsü sınıfında %50 benzerlik bulunmaktadır. Genel doğruluklarına bakıldığında ESRI Land Cover verisi %83.5 iken Dynamic World verisi %84.5 doğruluk vermiştir. Sonuçlar incelendiğinde her iki verinin Kıbrıs adasının AK/AÖ takibinde kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Arazi kullanımı/Arazi örtüsü, ESRI Land Cover, Dynamic World, Kıbrıs

Comparison of ESRI Land Cover and Dynamic World: The case of Cyprus Island

Abstract: Monitoring of Land Use/Land Cover (LU/LC) and determination of changes are very important in terms of understanding the relationship between human and the environment. With the development of remote sensing technologies, it has become easier to monitor LU/LC at local and global scales. However, many classification algorithms and methods have been developed and continue to be developed in the classification of remote sensing data. Classification algorithms and methods have advantages and disadvantages against each other. However, the detection of LULC can be used locally and globally. In this study, ESRI Land Cover and Dynamic World data, which are freely available on a global scale, were compared. Both of these data utilize Sentinel-2 imagery for classification and provide 10 m resolution LU/LC data. Cyprus island, an important island in the Mediterranean Sea, is considered in the comparison. For the comparison, firstly the consistency between the two data was analysed. Then, error matrices were created with the control points and their overall accuracy was analysed. There is 95% similarity in the water class, 78% in the crops class, 79% in the built area class, 97% in the trees class, 85% in the bare ground class, and 50% in the flooded vegetation class. Considering the general accuracy, ESRI Land Cover data gave an accuracy of 83.5% while Dynamic World data gave an accuracy of 84.5%. When the results are analysed, it is seen that both data can be used in the monitoring of LULC of the Cyprus island.

Keywords: Land use/Land cover, ESRI Land Cover, Dynamic World, Cyprus

1. Giriş

Geçmişten günümüze insanlar yaşadıkları bölgeleri kendi ihtiyaçları doğrultusunda kullanmışlardır. Zamanla artan nüfus ya da farklı ihtiyaçlar arazi kullanımını son derece hızlı şekilde etkilemektedir. Özellikle son 50 yılda toplumlar kırsal kesimlerde tarım yapmaktan daha çok şehirleşmeye ve endüstriyel üretime yönelmiştir. Bunun sonucu olarak da birçok tarım alanı ve ormanlık alanlar şehirleşmeye ve tarım için elverişsiz hale gelmeye başlamıştır. Bunun dolaylı bir sonucu olarak da tatlı su alanlarının azalması gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte insanlar her ne kadar gıda ihtiyacını karşılayabilmek için birim alandan daha fazla üretim yapmaya odaklansa bile arazinin yanlış kullanımı birçok problemi ortaya çıkarmaktadır. Bu hızlı değişim ve dönüşümleri karar vericilerin ve yöneticilerin iyi bir şekilde yönetmesi gerekmektedir. Bu sebeple Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü (AK/AÖ) doğru bir şekilde takip edilmeli ve ona göre kararlar alınmalıdır.

AK/AÖ'nün takibi için uzaktan algılama verileri oldukça fazla kullanılmaktadır. Özellikle teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte farklı uydu görüntüleri, Landsat-5 (Muttitanon & Tripathi, 2005; Taati vd., 2015), Landsat-7 (Akbari vd., 2006; Coulter vd., 2016), Landsat-8 (Nguyen vd., 2018) Sentinel-2 (Phiri vd., 2020) ve farklı sınıflandırma teknikleri (Chughtai vd., 2021; Talukdar vd., 2020) ile bölgesel olarak AK/AÖ belirlenebilmekte ya da değişim analizi çalışmaları yapılmaktadır.

Bununla birlikte bilgisayar kapasitelerinin artması tüm Dünya için AK/AÖ haritaları üretmeyi mümkün kılmıştır. Bu kapsamda, The International Geosphere-Biosphere Programme Data and Information System (IGBP-DIS) DISCover, Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) verisi ile 1992-1993 yıllarını kapsayan eğitimsiz kümelendirme metodu ile sınıflandırılmış 1 km çözünürlüğe sahip 17 sınıflı verisi üretilmiştir (Loveland vd., 2000). University of Maryland Arazi Örtüsü, AVHRR verisi ile 1992-1993 yıllarını kapsayan eğitilmiş karar ağacı ile sınıflandırılmış 1 km çözünürlüğe sahip 14 sınıflı AK/AÖ verisi üretilmiştir (Hansen & Reed, 2000). Global Land Cover 2000, Spot 4 verisi ile 2000 yılını kapsayan ISODATA yöntemi ile sınıflandırılmış 1 km çözünürlüğe sahip 22 sınıflı AK/AÖ verisi üretilmiştir (Bartholome & Belward, 2005). Global land cover mapping from MODIS, Terra ve aqua MODIS verisi ile 2001 ve 2010 yılını kapsayan eğitilmiş sınıflandırma ile sınıflandırılmış 500 m çözünürlüğe sahip 17 sınıflı AK/AÖ verisi üretilmiştir (Friedl vd., 2002). GLCNMO2008, Terra and aqua MODIS verisi ile 2008 yılını kapsayan eğitilmiş sınıflandırma ile sınıflandırılmış 500 m çözünürlüğe sahip 20 sınıflı AK/AÖ verisi üretilmiştir (Tateishi vd., 2014). Globeland30, Landsat TM/ETM, HJ-1, GF-1 ile 2000-2010-2020 yıllarına ait piksel ve obje tabanlı kombine edilmiş metot ile 30 m çözünürlüğe sahip 10 sınıflı AK/AÖ verisi üretilmiştir (Chen vd., 2015). ESRI, Impact Observatory ve Microsoft tarafından geliştirilen ESRI Land Cover, Sentinel-2 verisi ile 2017 yılından başlayarak derin öğrenme metodu ile yıllık 10 m çözünürlüğe sahip 10 sınıflı AK/AÖ verisi üretilmiştir (Karra vd., 2021). Google ve World Resources Institute tarafından geliştirilen Dynamic World, Sentinel-2 verisi ile 2017 yılından başlayarak derin öğrenme metodu ile sınıflandırılmış 10 m çözünürlüğe sahip 9 sınıflı AK/AÖ verisi üretilmiştir (Brown vd., 2022).

Küresel ölçekte modeller, kullanıcılar ve karar vericiler için önemli verilerdir. Ülke bazında yapılacak değişim analizleri için veri işleme sınıflandırma gibi işlemler yapılmadan AK/AÖ'ne ait bilgiler elde edilebilir. Ancak üretilen modellerin doğruluk bilgilerinin çalışılan alanda tekrar kontrol edilmesi gerekmektedir. Çünkü model doğrulukları üreticilerin kısıtlı sayıdaki veri kümesi ile elde edilmektedir ve bunu tüm dünya ölçeğinde doğru kabul etmek mümkün değildir. Bu kapsamda Yang vd. (2017) Çin'de yaptıkları çalışmada 7 farklı küresel modeli karşılaştırmışlardır. Tüm haritaların homojen alanlarda yüksek doğruluk sağladığını ancak kullanıcıların dağlar, tarım alanları gibi alanlara özellikle dikkat etmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Ren vd. (2018) Çin'in Jiangxi ilinde yaptığı çalışmada referans data olarak 1:100 000 ölçekli 2010 yılında üretilmiş arazi kullanımı verisi kullanmışlardır. Genel doğruluğun %78'den yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Brovelli vd., (2015) İtalya'nın 8 bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada CORINE arazi örtüsü verisi kullanmışlardır ve genel doğruluğu

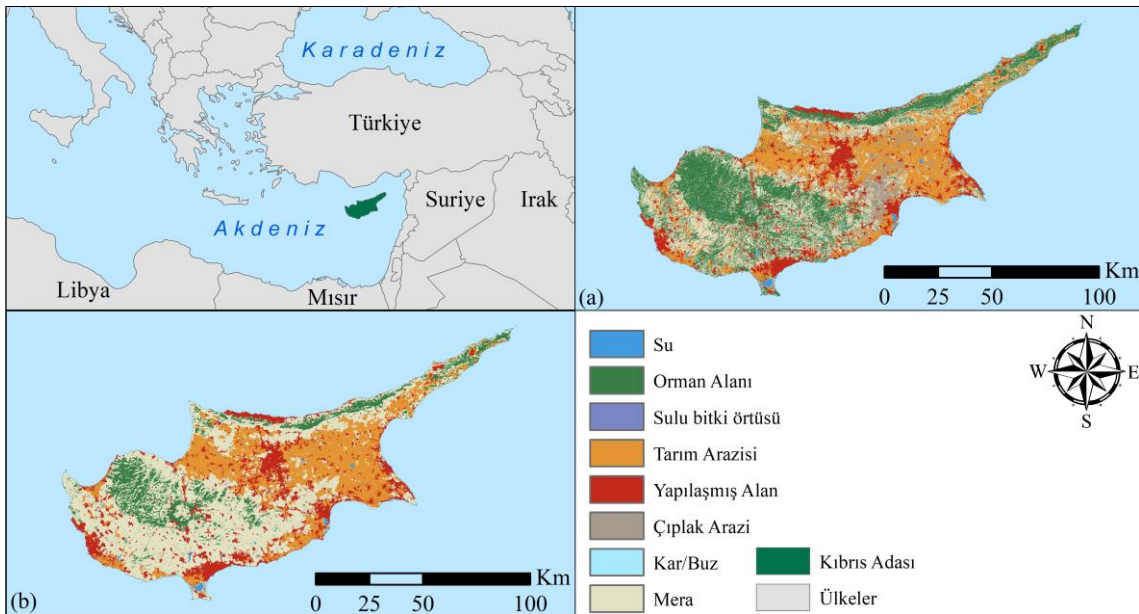
%80 üzerinde bulmuşlardır. [Brown vd. \(2022\)](#) Dynamic World verisini duyurmuş oldukları çalışmada tüm dünyada farklı veri grupları ile model doğruluğuna bakmışlardır ve %70'in üzerinde doğruluk elde etmişlerdir. [Karra vd. \(2021\)](#) geliştirdikleri ESRI Land Cover modelini Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) California eyaletinde, Kosta Rika, Belçika ve Laos'ta test etmişlerdir ve genel doğruluklarını sırasıyla %85, %84, %90 ve %89 bulmuşlardır. [Venter vd. \(2022\)](#) gerçekleştirdikleri çalışmada, ESRI Land Cover, Dynamic World ve ESA's World Cover verilerini karşılaştırmışlardır. Karşılaştırmada yer doğruluğu verisi için Sentinel-2 uydu görüntüsü kullanmışlardır. Yer doğruluğu için Avrupa kıtası ve tüm Dünya için farklı veri kullanmışlardır. Tüm Dünya genelinde sonuçlara bakıldığında %75 doğrulukla ESRI Land Cover verisi, Avrupa kıtası içinse ESA's World Cover verisinin %71 doğruluk verdiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, diğer modellere göre daha güncel ve yüksek çözünürlüklü veri sunan ESRI Land Cover ve Dynamic World verileri karşılaştırılmıştır. ESRI Land Cover ve Dynamic World verilerini karşılaştırmak için çalışma alanı olarak Kıbrıs Adası seçilmiştir. Çalışma alanında iki veri arasındaki tutarlılığa ve oluşturulan kontrol noktaları ile hata matrisi oluşturularak genel doğruluklarına bakılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma Alanı

Kıbrıs Adası yüzölçümü bakımından Akdeniz'in üçüncü büyük adası olup toplam 9.251 km²'lik yüzölçümüne sahiptir (Şekil 1). M.Ö. 10000'li yıllara kadar dayanan tarihi ile Akdeniz'de önemli bir yere sahiptir. Şu an adada yaklaşık 1 milyondan fazla insan yaşamaktadır. Coğrafi olarak kuzey kesimi dağlık olan adada güney ve doğu kesimlerinde göller bulunmaktadır. Bu göletlerin bazıları da tuz gölüdür. Bitki örtüsü turuncu, zeytinlik ve makidir. Bununla birlikte çam, meşe gibi ormanlık alanları da bulunmaktadır ([Koday, 1995](#)).



Şekil 1: Kıbrıs Adasının konumu. (a) Dynamic World verisine ait AK/AÖ haritası (b) ESRI Land Cover verisine ait AK/AÖ haritası. AK/AÖ haritaları yeniden sınıflandırılmış olarak kullanılmıştır.

2.2 ESRI Land Cover

ESRI Land Cover verisi 2021 yılında yayınlanmış olup ücretsiz olarak 10 m konumsal çözünürlükte sunulmaktadır ([URL-1](#)). ESRI Land Cover verilerini sınıflandırmak için evrişimli sinir ağı mimarisi kullanılmıştır. Ağı eğitmek için on arazi sınıfına

(su, ağaçlar, mera, sulu bitki örtüsü, tarım arazisi, çalılık, yapılaşmış alan, çıplak arazi, kar/buz ve bulut) ait 24.000'den fazla 5x5 km'lik eğitim görüntüsü kullanılmıştır. Sınıflandırma için Sentinel-2 (L2A) uydusunun 6 bandı (kırmızı (Band04), yeşil (Band03), mavi (Band02), Yakın Kızılötesi (Band08), Kısa Dalga Kızılötesi-1 (Band11), Kısa Dalga Kızılötesi-2 (Band12)) kullanılmıştır (Karra vd., 2021). ESRI Land Cover verisine ait sınıfların açıklamaları aşağıda verilmiştir.

1. Su (Water): Suyun sürekli olarak bulunduğu bölgeler; göller, rezervuarlar, denizler, nehirler vb.
2. Ağaçlar (Trees): Savanlar, çiftlikler, bataklıklar veya mangrovlar içindeki 15 m ya da daha uzun kalın bitki örtüsü kümeleri.
3. Çimen (Grass): Homojen çimenler ve çimenler ile kaplanmış insan eli değmemiş açık alanlar; yeşillik, bahçeler ve meralar ve açık savanlar.
4. Sulu bitki örtüsü (Flooded vegetation): Yılın büyük bir kısmında su bulunan bitki örtüsü alanları; Pirinç tarlaları, mangrovlar ve diğer yoğun su altında bulunan bahçeler.
5. Tarım arazisi (Crops): İnsanlar tarafından ekilip biçilen alanlar; mısır, buğday, soya gibi organize şekilde biçilen araziler.
6. Çalılık (Shrubs): Dikenli ve dikensiz çalılıkların ve çimen tutamlarının, küçük bitki demetleri veya tek tek bitkilerin bir karışımını içeren alanlar.
7. Yapılaşmış alan (Built areas): Yapı alanları; büyük yollar, park yapıları ve konutlar; evler, yoğun köyler/kasabalar/şehirlere, asfalt yollar ve beton.
8. Çıplak arazi (Bare grounds): Tüm yıl boyunca bitki örtüsü olmayan kayalık veya çıplak topraklı alanlar; büyük kumlu alanlar, çöller ve kum tepeleri, madenler.
9. Kar/buz (Snow/Ice): Çoğunlukla dağlarda veya buzullarda kalıcı kar veya buz bulunan alanlar.
10. Bulutlar (Clouds): Arazi örtüsü bilgilerinde görülmeyen alanın bulut örtüsü.

2.3 Dynamic World

Google ve World Resources Institute tarafından hazırlanan Dynamic World verisi ücretsiz olarak 10 m konumsal çözünürlükte Google Earth Engine (GEE) üzerinden indirilebilmektedir (Brown vd., 2022). Dynamic World verisini sınıflandırmak için Tamamen Evrişimli Sinir Ağı (Fully Convolutional Neural Network) yöntemi kullanılmıştır. Model eğitimi için eğitim verisi stratejisi yarı denetimli sınıflandırmaya dayanmaktadır. Eğitim ve test verileri etiketlenmeden önce dünya 3 bölgeye ayrılmıştır. Ardından 9 sınıf (su, ağaçlar, çimen, sulu bitki örtüsü, tarım arazisi, çalılık, yapılaşmış alan, çıplak arazi, kar/buz) için görüntüler üzerinden etiketleme işlemi yapılmıştır. Sınıflandırmada Sentinel-2 görüntüleri kullanılmıştır. Ancak, Kıyı ve Aerosol (B1), Görünür ve Yakın Kızılötesi (B8A), Su buharı (B9) ve Kısa Dalga Kızılötesi (B10) bantları kullanılmamıştır (Brown vd., 2022). Dynamic World verisine ait sınıfların açıklamaları aşağıda verilmiştir.

1. Su (Water): Görüntüde su mevcuttur. Seyrek bitki örtüsü içerir veya hiç içermez, kaya çıkıntısı yoktur ve rıhtım gibi yerleşik özellikler bulunmaz. Daha önce suyla kaplanmış arazileri kapsamaz.

2. Ağaçlar (Trees): Tipik olarak kapalı veya yoğun bir gölgelik içeren, yoğun bitki örtüsünün önemli bir kümelenmesi. Çevredeki bitki örtüsünden daha uzun ve daha koyu olan pikseller (eğer başka bitki örtüsüyle çevriliyse).
3. Çimen (Grass): Homojen otlarla kaplı, çok az uzun veya bitki örtüsü olmayan açık alanlar. Ağaçlardan ve çalılıklardan farklı görünen, çim benzeri bitki örtüsünden oluşan diğer homojen alanlar. Açık bir şekilde insan eli değmemiş (yani yapılandırılmamış alan) yabancı tahıllar ve otlar.
4. Sulu bitki örtüsü (Flooded vegetation): Suyun açıkça birbirine karıştığı her türlü bitki örtüsünün bulunduğu alanlar. Görüntüde su baskını gözlemlenirse, bir alanın sular altında kaldığı varsayılmaz. Çim/çalı/ağaç/çıplak zemin karışımından oluşan, mevsimsel olarak su basan alanlar.
5. Tarım arazisi (Crops): İnsan tarafından ekilen/planlanan tahıllar, otlar ve ürünler.
6. Çalılık (Shrub and scrub): Açıkta kalan toprağı ve kayayı gösteren bir manzaraya dağılmış küçük bitki kümelerinin veya tek tek bitkilerin karışımıdır. Yoğun ormanların içindeki, ağaçlardan uzun olmadığı açıkça görülen çalılıklarla dolu açıklıklardır. Daha az yoğun yaprak örtüsü nedeniyle daha gri/kahverengi görünür.
7. Yapılaşmış alan (Built area): İnsan yapımı yapı kümeleri veya tek tek çok büyük insan yapımı yapılar. Endüstriyel, ticari ve özel binaları ve ilgili otoparkları içerir. Konut binaları, sokaklar, çimler, ağaçlar, izole konut yapıları veya bitkisel arazi örtüsüyle çevrili binaların bir karışımıdır. Ağırlıklı yerleşim bölgelerinin dışındaki ana karayolu ve demiryolu ağları, park yapıları, büyük ofis binaları ve çıkmaz sokak kümeleri içeren konut geliştirmeleri de dahil olmak üzere geniş homojen geçirimsiz yüzeylerdir.
8. Çıplak arazi (Bare grounds): Çok seyrek veya hiç bitki örtüsü içermeyen kaya veya toprak alanlar. Bitki örtüsünün olmadığı veya çok az olduğu geniş kum alanları ve çöller, büyük bireysel veya yoğun toprak yol ağlarıdır.
9. Kar/buz (Snow/Ice): Tipik olarak yalnızca dağlık bölgelerde veya en yüksek enlemlerde bulunan, kalın kar veya buzdan oluşan geniş, homojen alanlar. Geniş homojen kar yağışı alanları.

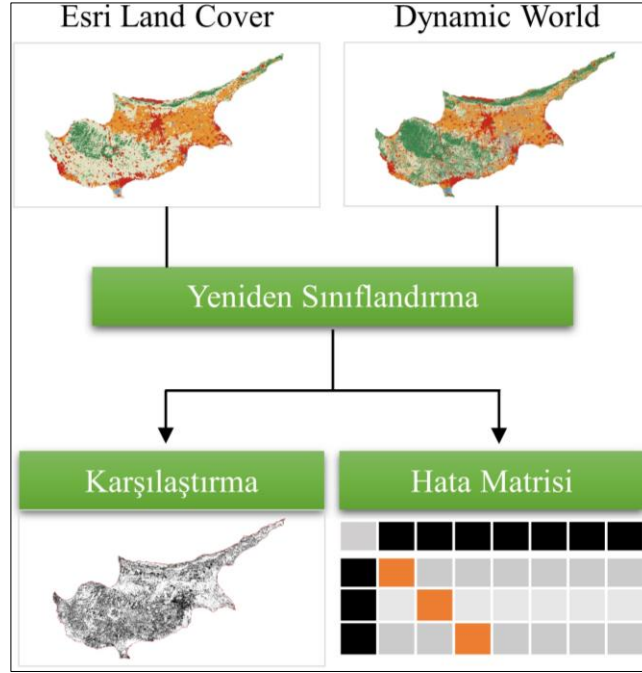
2.4 İş Akışı

Kıbrıs Adası'na ait Dynamic World ve ESRI Land Cover 2020 yılına ait veriler indirilmiştir. ESRI Land Cover modeli için (URL-1) internet adresinden Kıbrıs Adası'nı içine alan bölgeye ait pafta indirilmiştir. Dynamic World için GEE platformu kullanılarak veri indirilmiştir (URL-2). İndirilen verilerde ESRI Land Cover için 9 adet sınıf (çalılık ve çimen sınıfı yerine mera) bulunmaktadır. Bu sebeple yeniden sınıflandırma işlemi yapılarak sınıf sayıları her iki veride de eşleştirilmiştir. Kesme işlemi için Kıbrıs Adası'nın kara sınırından 100 m deniz yönünde tampon bölge oluşturularak kesilmiştir. Çalışmada elde edilen su sınıfı sonuçları sadece adada bulunan ada ve gölleri değil denize ait pikselleri de kapsamaktadır. İki veri arasında tutarlılığa bakmak için piksel bazlı karşılaştırma yapılmış ve iki veri arasında hangi sınıflarda geçiş olduğu tespit edilmiştir. Son olarak da rastgele seçilmiş 3206 adet nokta ile her iki veri için de hata matrisleri oluşturulmuş ve birçok çalışmada kullanılmış olan doğruluğa bakılmıştır (Akca & Polat, 2022; Lillesand vd., 2015; Seyrek ve Uysal, 2023; Yener vd., 2006) (Eşitlik 1).

$$\text{Genel Doğruluk} = (1/T) \sum_{i=1}^s t_{ii} \quad (1)$$

Burada; T hata matrisindeki örnek sayılarının toplamını, s hata matrisindeki satırı, t_{ii} doğru sınıflandırılmış örnekleri temsil etmektedir. Yersel veri olarak sınıflandırılmış veriden daha yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip olan Google Earth üzerinden

2020 yılına ait uydu görüntülerinden elde edilmiştir. Genel iş akışı Şekil 2’de verilmiştir.



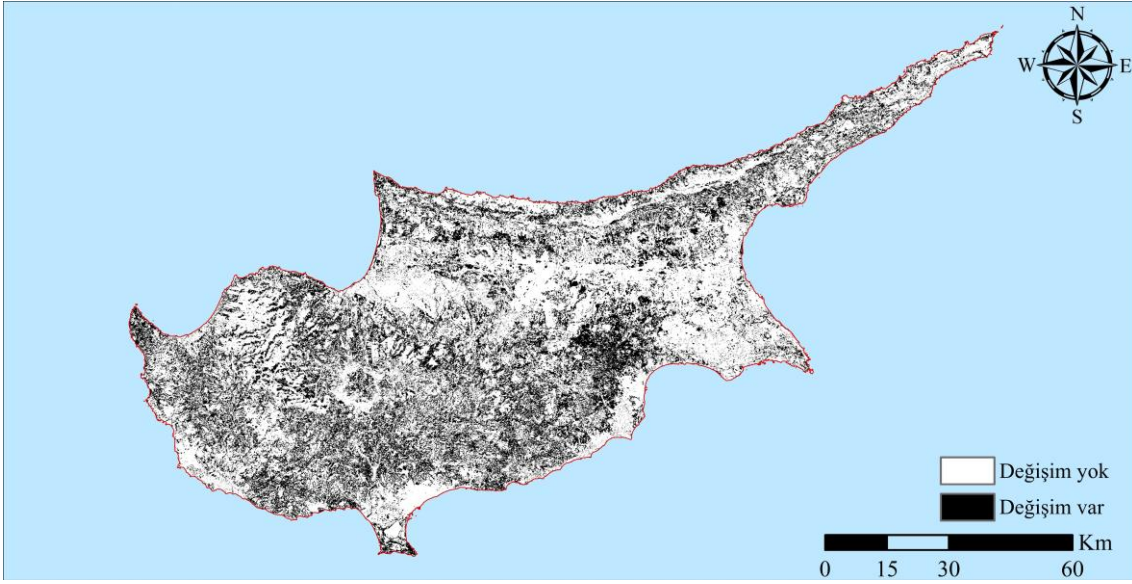
Şekil 2: Çalışmaya ait genel iş akışı

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada öncelikle verilerde hangi sınıfta kaç piksel olduğu tespit edilmiştir. Tablo 1’e bakıldığında zaman ESRI Land Cover verisine göre en çok piksel sayısı mera en az piksel sayısı kar/buz sınıfındayken, Dynamic World verisine göre en çok piksel sayısı ağaç sınıfında en az piksel sayısı kar/buz sınıfındadır. ESRI Land Cover ile Dynamic World verileri arasında en çok mera sınıfında fark bulunmaktadır. İki veri arasındaki farkların konumsal dağılımlarına bakılmıştır. Bu konumsal dağılımlar sınıf bazlı değil benzer olan yerler ile olmayan yerler özelinde incelenmiştir (Şekil 3).

Tablo 1: Sınıflara ait piksel sayıları ve iki veri arasındaki piksel sayısı farkları

Sınıf	ESRI Land Cover	Dynamic World	Piksel Sayısı Farkı
Su	1 202 408	1 228 279	25 871
Ağaçlar	10 408 319	25 145 747	14 737 428
Sulu bitki örtüsü	23 441	47 165	23 724
Tarım arazisi	24 192 689	23 285 417	907 272
Yapılaşmış alan	13 637 219	12 369 477	1 267 742
Çıplak arazi	1 027 492	6 170 872	5 143 380
Kar/Buz	369	19 984	19 615
Mera	42 614 251	24 830 197	17 784 054



Şekil 3: ESRI Land Cover ile Dynamic World verileri arasındaki farklı piksellerin konumsal dağılımı

Dynamic World ile ESRI Land Cover verilerinde hangi sınıflar arasında geçişler olduğu alan bazında yüzdesel olarak incelenmiştir (Şekil 4). Alandaki farklılıklar Dynamic World verisinden ESRI Land Cover verisi çıkarılarak elde edilmiştir (Tablo 2). Su sınıfında iki veri arasındaki en çok değişim çıplak arazi ardından yapılaşmış alan sınıfı olarak bulunmuştur. İki veri grubunda su sınıfında %95.36 benzerlik olduğu görülmektedir. Tarım arazileri sınıfında iki veri arasındaki en çok değişim %9.7 ile çıplak arazide ardından mera sınıfında olarak bulunmuştur. Yapılaşmış alan sınıfında iki veri arasındaki en çok değişim %7.36 ile mera sınıfında ardından da tarım arazilerinde olmuştur. Mera sınıfında iki veri arasındaki en çok değişim %33.04 ile ağaçlar sınıfında ardından da tarım arazilerinde olmuştur. Ağaçlar sınıfında iki veri arasındaki en çok değişim %1.72 ile mera sınıfıyla ardından yapılaşmış alan sınıfında olmuştur. İki veri arasında en çok benzerlik olan sınıf %97.90 ile ağaçlar sınıfı olmuştur. Çıplak arazi sınıfında iki veri arasındaki en çok değişim %7.57 ile tarım arazilerinde ardından %2.84 ile su sınıfında olmuştur. Sulu bitki örtüsü sınıfında iki veri arasındaki en çok değişim %20 ile ağaçlar sınıfında ardından %13.15 ile su sınıfında gerçekleşmiştir. Kar/Buz sınıfında iki veri arasındaki en çok değişim %48.87 ile çıplak arazi sınıfında ardından %13.59 ile yapılaşmış alan sınıfında gerçekleşmiştir. İki veri grubu arasında en çok farklılık kar/buz sınıfında gerçekleşmiştir.

Tablo 2: Dynamic World ve ESRI Land Cover verilerinde bulunan sınıfların birbirleri arasındaki değişimler

Sınıflar	Değişim (%)	Sınıflar	Değişim (%)
Su-Su	95.36	Ağaçlar-Ağaçlar	97.90
Su-Ağaçlar	0.44	Ağaçlar-Su	0.00
Su-Sulu bitki örtüsü	0.16	Ağaçlar-Sulu bitki örtüsü	0.01
Su-Tarım arazileri	0.26	Ağaçlar-Tarım arazileri	0.10
Su-Yapılaşmış alan	0.73	Ağaçlar-Yapılaşmış alan	0.22
Su-Çıplak arazi	2.33	Ağaçlar-Çıplak arazi	0.03
Su-Kar/Buz	0.35	Ağaçlar-Kar/Buz	0.01
Su-Mera	0.37	Ağaçlar-Mera	1.72
Tarım arazileri-Tarım arazileri	78.15	Çıplak arazi-Çıplak arazi	85.18
Tarım arazileri-Su	0.04	Çıplak arazi-Su	2.84
Tarım arazileri-Ağaçlar	1.69	Çıplak arazi-Ağaçlar	0.28
Tarım arazileri-Sulu bitki örtüsü	0.02	Çıplak arazi-Sulu bitki örtüsü	0.04
Tarım arazileri-Yapılaşmış alan	1.99	Çıplak arazi-Tarım arazileri	7.56
Tarım arazileri-Çıplak arazi	9.70	Çıplak arazi-Yapılaşmış alan	1.97
Tarım arazileri-Kar/Buz	0.00	Çıplak arazi-Kar/Buz	0.26
Tarım arazileri-Mera	8.42	Çıplak arazi-Mera	1.87
Yapılaşmış alan-Yapılaşmış alan	79.61	Sulu bitki örtüsü-Sulu bitki örtüsü	58.15
Yapılaşmış alan-Su	0.12	Sulu bitki örtüsü-Su	14.87
Yapılaşmış alan-Ağaçlar	3.36	Sulu bitki örtüsü-Ağaçlar	22.65
Yapılaşmış alan-Sulu bitki örtüsü	0.01	Sulu bitki örtüsü-Tarım arazileri	1.49
Yapılaşmış alan-Tarım arazileri	5.30	Sulu bitki örtüsü-Yapılaşmış alan	1.11
Yapılaşmış alan-Çıplak arazi	4.23	Sulu bitki örtüsü-Çıplak arazi	1.72
Yapılaşmış alan-Kar/Buz	0.00	Sulu bitki örtüsü-Kar/Buz	0.00
Yapılaşmış alan-Mera	7.36	Sulu bitki örtüsü-Mera	13.10
Mera-Mera	50.65	Kar/Buz-Kar/Buz	33.04
Mera-Su	0.07	Kar/Buz-Su	0.00
Mera-Ağaçlar	33.04	Kar/Buz-Ağaçlar	3.34
Mera-Sulu bitki örtüsü	0.06	Kar/Buz-Sulu bitki örtüsü	0.00
Mera-Tarım arazileri	8.38	Kar/Buz-Tarım arazileri	0.00
Mera-Yapılaşmış alan	2.30	Kar/Buz-Yapılaşmış alan	13.59
Mera-Çıplak arazi	5.47	Kar/Buz-Çıplak arazi	48.87
Mera-Kar/Buz	0.03	Kar/Buz-Mera	1.17

ESRI Land Cover ve Dynamic World AK/AÖ verilerinin doğruluğunun tespitine yönelik hata matrisi Tablo 3 ve Tablo 4'te verilmiştir. ESRI Land Cover verisi çalışma sonuçlarına göre %83.5 genel doğruluğa sahiptir. ESRI Land Cover verisi ABD'nin California eyaletinde, Kosta Rika'da, Belçika'da ve Laos'ta %84 ile %90 arasında genel doğruluğa sahiptir (Karra vd., 2021). ESRI Land Cover için en yüksek kullanıcı doğruluğu %98.68 ile sulu bitki örtüsüne aittir. Sulu bitki örtüsü sınıfı çalışma alanında en az alana sahip sınıftır. Bu duruma paralel olarak kontrol noktasının az olması sebebiyle kullanıcı doğruluğu olması gerekenden daha iyi olarak tespit edilmiş olabilir. Kullanıcı doğruluğuna göre sulu bitki örtüsü sınıfından sonra sırasıyla su (%97.09), yapılaşmış alan (%91.20), tarım arazileri (%90.44), ağaçlar (%85.51), mera (%73.02) ve çıplak arazi (%64.02) sınıfları gelmektedir (Tablo 3).

Tablo 3: ESRI Land Cover verisinin hata matrisi (%)

Sınıf / Örnek	Su	Ağaçlar	Sulu bitki örtüsü	Tarım arazileri	Yapılaşmış alan	Çıplak arazi	Mera	Toplam	Kullanıcı Doğruluğu
Su	98.62	0.00	9.09	0.00	0.00	0.00	0.00	16.06	97.09
Ağaçlar	0.00	70.71	0.00	3.96	0.00	6.00	7.22	17.44	85.51
Sulu bitki örtüsü	0.39	0.00	90.91	0.00	0.00	0.00	0.00	4.74	98.68
Tarım arazileri	0.00	1.78	0.00	76.92	0.00	0.00	4.75	12.07	90.44
Yapılaşmış alan	0.00	0.00	0.00	0.00	92.39	5.04	3.80	14.54	91.20
Çıplak arazi	0.99	17.90	0.00	5.49	5.65	83.93	3.42	17.00	64.22
Mera	0.00	9.62	0.00	13.63	1.96	5.04	80.80	18.15	73.02
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	$T = 83.5$

Dynamic World verisi çalışma sonuçlarına göre %84.6 genel doğruluğa sahiptir. Dynamic World verisi için kullanıcı doğruluğu en yüksek su sınıfıdır (%99.01). Su sınıfını kullanıcı doğruluğuna göre sırasıyla sulu bitki örtüsü (%98.16), tarım arazileri (%94.26), yapılaşmış alan (%93.19), ağaçlar (%84.74), mera (%76.50) ve çıplak arazi (%61.80) sınıfları izlemektedir (Tablo 4). ESRI Land Cover verisine göre %1.1 genel doğruluk daha iyi çıkmıştır. Kullanıcı doğrulukları bakımından her iki verinin de sonuçları birbirine yakındır. [Venter vd. \(2022\)](#) genel olarak ESRI Land Cover ve Dynamic World verilerinin mera, çıplak arazi ve sulu bitki örtüsü sınıflarında düşük doğruluğa sahip olduklarını belirtmişlerdir. Kıbrıs özelinde yapılan bu çalışmada da çıplak arazi ve mera sınıfının diğer sınıflara göre düşük doğrulukta olduğu görülmektedir.

Tablo 4: Dynamic World verisinin hata matrisi (%)

Sınıf / Örnek	Su	Ağaçlar	Sulu bitki örtüsü	Tarım arazileri	Yapılaşmış alan	Çıplak arazi	Mera	Toplam	Kullanıcı Doğruluğu
Su	98.62	0.00	3.03	0.00	0.00	0.00	0.00	15.75	99.01
Ağaçlar	0.00	78.85	0.00	5.05	0.00	8.39	7.22	19.62	84.74
Sulu bitki örtüsü	0.59	0.00	96.97	0.00	0.00	0.00	0.00	5.08	98.16
Tarım arazileri	0.00	1.33	0.00	75.82	0.00	0.00	2.28	11.42	94.26
Yapılaşmış alan	0.00	0.00	0.00	0.00	86.30	5.04	1.52	13.29	93.19
Çıplak arazi	0.79	17.46	0.00	5.49	7.61	79.14	4.18	16.66	61.80
Mera	0.00	2.37	0.00	13.63	6.09	7.43	84.79	18.18	76.50
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	$T = 84.6$

4. Sonuçlar

Bu çalışmada 10 m çözünürlüğe sahip ücretsiz olarak servis edilen iki AK/AÖ verisi Kıbrıs Adası'nda test edilmiştir. Bu kapsamda 2020 yılına ait ESRI Land Cover ve Dynamic World verileri indirilmiştir. ESRI Land Cover verisi ([URL-3](#)) üyelik gerektirmeden internet tarayıcısından istenilen alana ait pafta ve yılı seçildikten sonra AK/AÖ verisi GeoTIFF formatında indirilebilmektedir. Dynamic World verisi de ESRI Land Cover verisi gibi ücretsizdir. Ancak Dynamic World verisinin indirilebilmesi için GEE bulut tabanlı platforma giriş yapmak gerekmektedir. Dynamic World verisinin verisi indirilmek istediğinde JavaScript diline hakim olmak gerekmektedir ([URL-4](#)). Dynamic World verisinin GEE üzerinden servis edilmesi

bazı kullanıcılar için dezavantaj oluşturabilir. ESRI Land Cover ($T = \%83.5$) ve Dynamic World ($T = \%84,6$) verilerinin Kıbrıs Adası'nda doğruluklarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Bu doğruluklar kullanıcının yer kontrol noktası seçimine göre değişebilmektedir. Ancak bu çalışmadaki doğruluk sonuçları başka çalışmalar ile karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir (Brown vd., 2022; Karra vd., 2021). Genel doğruluğun $\%80$ üzeri olması durumunda güvenilir kabul edilmektedir (Koç & Yener, 2001). Her iki verinin de genel doğruluğu $\%80$ üzerinde olduğu için kullanılabilir olarak kabul edilebilir. Ayrıca veriler başka bölgelerde kullanılmak istendiğinde kontrol edilmesinde fayda vardır. Bununla birlikte ilerleyen çalışmalarda ESRI Land Cover ve Dynamic World verilerinin AK/AÖ değişiminde kullanılabilirliği araştırılacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar, bu çalışmada bilinen ilgili herhangi bir finansal veya finansal olmayan çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

- Akbari, M., Mamanpoush, A. R., Gieske, A., Miranzadeh, M., Torabi, M., & Salemi, H. R. (2006). Crop and land cover classification in Iran using Landsat 7 imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27(19), 4117-4135.
- Akca, S., & Polat, N. (2022). Semantic segmentation and quantification of trees in an orchard using UAV orthophoto. *Earth Science Informatics*, 15(4), 2265-2274.
- Bartholome, E., & Belward, A. S. (2005). GLC2000: a new approach to global land cover mapping from Earth observation data. *International Journal of Remote Sensing*, 26(9), 1959-1977.
- Brovelli, M. A., Molinari, M. E., Hussein, E., Chen, J., & Li, R. (2015). The first comprehensive accuracy assessment of GlobeLand30 at a national level: Methodology and results. *Remote Sensing*, 7(4), 4191-4212.
- Brown, C. F., Brumby, S. P., Guzder-Williams, B., Birch, T., Hyde, S. B., Mazzariello, J., Haertel R., Ilyushchenko S., Schwehr K., Weisse M., Stolle F., Hanson C., Guinan O., Moore R., & Tait, A. M. (2022). Dynamic World, Near real-time global 10 m land use land cover mapping. *Scientific Data*, 9(1), 251.
- Chen, J., Chen, J., Liao, A., Cao, X., Chen, L., Chen, X., He, C., Han, G., Peng, S., Lu, M., Zhang, W., Tong, X., & Mills, J. (2015). Global land cover mapping at 30 m resolution: A POK-based operational approach. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 103, 7-27.
- Chughtai, A. H., Abbasi, H., & Karas, I. R. (2021). A review on change detection method and accuracy assessment for land use land cover. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 22, 100482.
- Coulter, L. L., Stow, D. A., Tsai, Y. H., Ibanez, N., Shih, H. C., Kerr, A., Benza, M., Weeks, J. R., & Mensah, F. (2016). Classification and assessment of land cover and land use change in southern Ghana using dense stacks of Landsat 7 ETM+ imagery. *Remote Sensing of Environment*, 184, 396-409.
- Friedl, M. A., McIver, D. K., Hodges, J. C., Zhang, X. Y., Muchoney, D., Strahler, A. H., Woodcock, C. H., Gopal, S., Schneider, A., Cooper, A., Baccini, A., Gao, F., & Schaaf, C. (2002). Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results. *Remote sensing of Environment*, 83(1-2), 287-302.
- Hansen, M. C., & Reed, B. (2000). A comparison of the IGBP DISCover and University of Maryland 1 km global land cover products. *International Journal of Remote Sensing*, 21(6-7), 1365-1373.
- Karra, K., Kontgis, C., Statman-Weil, Z., Mazzariello, J. C., Mathis, M., & Brumby, S. P. (2021). Global land use/land cover with Sentinel 2 and deep learning. *2021 IEEE international geoscience and remote sensing symposium IGARSS*, 4704-4707.
- Koç, A., & Yener, H. (2001). Uzaktan Algılama Verileriyle İstanbul Çevresi Ormanlarının Alansal ve Yapısal Değişikliklerinin Saptanması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 51(2), 17-36.
- Koday, Z. (1995). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Devleti'nin Coğrafi Özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi*, (2), 17-45.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.

- Loveland, T. R., Reed, B. C., Brown, J. F., Ohlen, D. O., Zhu, Z., Yang, L. W. M. J., & Merchant, J. W. (2000). Development of a global land cover characteristics database and IGBP DISCover from 1 km AVHRR data. *International journal of remote sensing*, 21(6-7), 1303-1330.
- Muttitanon, W., & Tripathi, N. K. (2005). Land use/land cover changes in the coastal zone of Ban Don Bay, Thailand using Landsat 5 TM data. *International Journal of Remote Sensing*, 26(11), 2311-2323.
- Nguyen, H. T. T., Doan, T. M., & Radeloff, V. (2018). Applying random forest classification to map land use/land cover using Landsat 8 OLI. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 363-367.
- Phiri, D., Simwanda, M., Salekin, S., Nyirenda, V. R., Murayama, Y., & Ranagalage, M. (2020). Sentinel-2 data for land cover/use mapping: A review. *Remote Sensing*, 12(14), 2291.
- Ren, H., Cai, G., Zhao, G., & Li, Z. (2018). Accuracy assessment of the globeland30 dataset in jiangxi province. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 1481-1487.
- Seyrek, E. C., & Uysal, M. (2023). A comparative analysis of various activation functions and optimizers in a convolutional neural network for hyperspectral image classification. *Multimedia Tools and Applications*, 1-32.
- Taati, A., Sarmadian, F., Mousavi, A., Pour, C. T. H., & Shahir, A. H. E. (2015). Land use classification using support vector machine and maximum likelihood algorithms by Landsat 5 TM images. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 12(8), 681-687.
- Talukdar, S., Singha, P., Mahato, S., Pal, S., Liou, Y. A., & Rahman, A. (2020). Land-use land-cover classification by machine learning classifiers for satellite observations—A review. *Remote Sensing*, 12(7), 1135.
- Tateishi, R., Hoan, N. T., Kobayashi, T., Alsaaidh, B., Tana, G., & Phong, D. X. (2014). Production of global land cover data—GLCNMO2008. *Journal of Geography and Geology*, 6(3), 99-122.
- Venter, Z. S., Barton, D. N., Chakraborty, T., Simensen, T., & Singh, G. (2022). Global 10 m Land Use Land Cover Datasets: A Comparison of Dynamic World, World Cover and Esri Land Cover. *Remote Sensing*, 14(16), 4101.
- Yang, Y., Xiao, P., Feng, X., & Li, H. (2017). Accuracy assessment of seven global land cover datasets over China. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 125, 156-173.
- Yener, H., Ayhan, K. O. Ç., & Çoban, H. O. (2006). Uzaktan Algılama Verilerinde Sınıflandırma Doğruluğunun Belirlenmesi Yöntemleri. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 56(2), 71-88.
- URL-1: <https://www.arcgis.com/apps/instant/media/index.html?appid=fc92d38533d440078f17678ebc20e8e2>, (Erişim Tarihi: 31 Kasım 2023).
- URL-2: <https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/community/introduction-to-dynamic-world-pt-1>, (Erişim Tarihi: 7 Aralık 2023)
- URL-3: <https://livingatlas.arcgis.com/landcoverexplorer/#mapCenter=19.228%2C52.406%2C7&mode=step&timeExtent=2017%2C2022&year=2022&downloadMode=true>, (Erişim Tarihi: 21 Şubat 2024).
- URL-4: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/GOOGLE_DYNAMICWORLD_V1, (Erişim Tarihi: 21 Şubat 2024).