

VAN İLİ BASKIN TARIMSAL ÜRÜN DESENİNİN VE BUĞDAY VERİMİNİN BELİRLENMESİ

Öztürk ÇELEBİ¹, Onur ŞATIR², Okan YELER³

¹Van Büyükşehir Belediyesi İmar Daire Başkanlığı CBS daire başkanlığı. oztrk.clb@gmail.com

²Prof..Dr. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü. osatir@yyu.edu.tr

³Doç.Dr. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fak. Peyzaj Mimarlığı Bölümü. okanyeler@yyu.edu.tr

ÖZET

Günümüzde, tarımsal ürün deseninin ve arazi örtüsünün belirlenmesi, verim tahmininin yapılması, ürün çeşidi ve verimi açısından uygun tarımsal peyzaj alanlarının tespit edilmesi gibi birçok tarımsal amaçlı uygulamada, farklı özellikteki çeşitli uydu sistemlerinden elde edilen çok zamanlı uydu görüntüleri ve uzaktan algılama teknikleri etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, 2020 ve 2021 yıllarına ait çok zamanlı Sentinel-2B uydu görüntüleri ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak, nesne tabanlı sınıflandırma yaklaşımıyla Van ili sınırları içerisinde tarımsal peyzajın ürün tabanlı haritalanması ve verim tabanlı buğday tarımı uygunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma neticesinde bölgede üretimi en çok yapılan tarım ürünleri tür bazında (buğday, arpa, yonca, korunga ve şeker pancarı) tespit edilerek bölgenin tarımsal ürün deseni belirlenmiş ve haritası üretilmiştir. Ayrıca istatistiksel tabanlı bir verim modeli geliştirilerek 2021 yılı için bölgedeki buğday üretimi ve verimi tahmin edilmiştir. Aynı zamanda oluşturulan buğday verim haritasına göre çalışma alanındaki buğday üretim uygunluğu yerel olarak tespit edilmiştir. Buna göre, 2020 ve 2021 ürün desenleri, %79 ve %83'lük genel doğruluk oranlarıyla Destek Vektör Makineleri algoritması kullanılarak tespit edilmiştir. Van ili 2021 buğday verimi %24 hata payıyla 0.82 ton/ha olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Buğday, Nesne tabanlı sınıflama, Sentinel veri seti, Tarımsal ürün deseni, Van, Verim tahmini

ABSTRACT

DETECTING THE DOMINANT AGRICULTURAL CROP PATTERN AND WHEAT PRODUCTIVITY OF VAN PROVINCE

Nowadays, remote sensing techniques and various multi-temporal satellite images are used for many agricultural applications such as estimating crop yield, mapping crop patterns, and crop suitability detection. In this study, it was aimed to determine the suitability of yield-based wheat farming and object-based classification of the agricultural landscape within the Van province with an object-based classification approach, using multi-temporal Sentinel-2B satellite images and remote sensing techniques for the years of 2020 and 2021. As a result of the study, the most commonly produced agricultural products in the region were determined on the basis of species (wheat, barley, clover, sainfoin and sugar beet), and the agricultural product pattern of the region was determined. In addition, a statistical-based yield model was developed and wheat production and yield in the region were estimated for 2021. At the same time, wheat production suitability in the study area was determined locally according to the wheat yield. Accordingly, the 2020 and 2021 crop patterns were detected using the Support Vector Machines algorithm, with overall accuracy rates of 79% and 83% respectively. Van Province 2021 wheat yield was determined as 0.82 tons/ha with a 24% mean of error.

Keywords: Agricultural crop pattern, Crop prediction, Wheat, Object-based classification, Sentinel dataset, Van

1. GİRİŞ

İklim değişikliği kapsamında yapılan çalışmalar incelendiğinde, küresel ısınma nedeniyle iklim değişikliklerinde artış yaşanacağı, hidrolojik döngünün bozulacağı, bu sebeple dünya gıda arzının azalacağı ve açlık riskinin artacağı belirtilmiştir (Arnell, 1999; Parry vd., 1999). İklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, nüfus artışı ve tarım ürünlerine yönelik artan talepler gibi küresel sorunlar bağlamında tarımsal sistemlerin izlenmesi giderek daha önemli hale gelmektedir (Blickensdörfer vd., 2022). Bu kapsamda gelecek yıllarda gerçekleşmesi ön görülen söz konusu senaryoların olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi bakımından kullanılabilir tarımsal alanların ve kaynakların, belirlenecek en uygun yönetim planlarıyla etkili bir şekilde yönetilmesi ve gözlemlenmesi çok önemlidir. Ayrıca ürün verimliliğine yönelik tahminlerin yapılması ve geleceğe yönelik iyi planlanmış tarımsal stratejilerin geliştirilmesi de oldukça önemlidir.

Belirlenecek politikalar ışığında, tarım kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması, tarımın gelişmesi için üretime ilişkin istatistiklerin düzenli olarak izlenmesi ve arazi kullanımlarının belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Tarımsal uygulamalarda arazi kullanımları ve ürün tipinin tespit edilmesi, hem kaynak yönetiminde ve planlama çalışmalarında hem de tematik haritaların üretiminde ve meydana gelen değişikliklerin tespitinde referans verilerin elde edilmesini sağladığı için önemlidir (Aydın ve Ören, 2011). Ayrıca uzaktan algılama yöntemiyle gerçekleştirilen tespitler ve kontroller neticesinde, üreticiler tarafından beyan edilen gerçek dışı verilerin önüne geçilebilmektedir (Çelebi, 2023).

Türkiye, geniş ve verimli tarım topraklarına sahip, aynı zamanda tarımın ülke ekonomisine büyük oranda katkı sağladığı önemli bir tarım ülkesidir. Türkiye gibi büyük tarım ülkelerinde, tarımsal peyzaj alanlarının belirlenmesi, verim tahminlerinin hızlı ve ekonomik bir şekilde yapılması, arazi yapısına uygun ürün çeşidinin belirlenmesi, maksimum ürün verimliliğini esas alan ve mevcut tarım alanlarını koruyan uzun vadeli sürdürülebilir tarım politikalarının planlanması gerekmektedir. Bu durum hem merkezi yönetimler, hem yerel yönetimler hem de üreticiler açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu açıdan tarımsal çalışmalarda ve uygulamalarda hızlı ve ekonomik bir yöntem olan uzaktan algılama tekniklerinin ve uydu görüntülerinin kullanılması son derece önemlidir. Ürün verimi takibinde ve tahmininde uzaktan algılama yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca tarımsal faaliyetlere ilişkin karar alma süreçlerinde de uzaktan algılamadan sıklıkla yararlanılmaktadır.

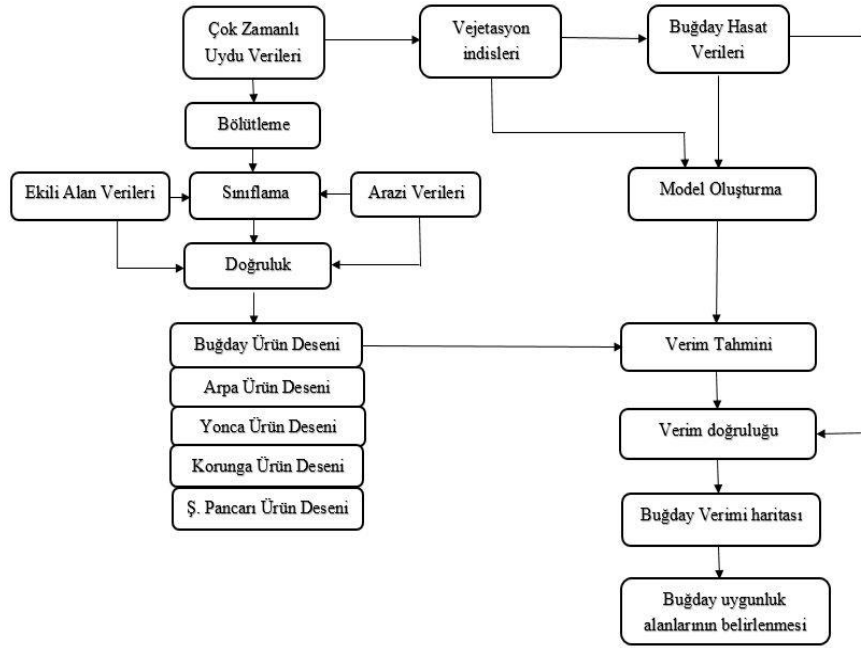
Tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü uygun arazilerin alan bazlı kullanımlarının tespitinde ve gelecekte meydana gelebilecek olası risklerin kestiriminde uzaktan algılama teknolojileri önemli bir araç olarak kullanılabilir (Şatır, 2013).

Günümüzde, farklı özellikteki çeşitli uydu sistemlerinden elde edilen çok zamanlı uydu görüntüleri ve uzaktan algılama teknikleri, tarımsal ürün deseninin ve arazi örtüsünün haritalanması, rekolte tahmininin yapılması, zamana bağlı arazi örtüsü değişiminin ortaya konması ve tarımsal peyzaj alanlarının arazi kullanımlarının belirlenmesi gibi birçok tarımsal amaçlı çalışmada etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Tarımsal ürünlerin tespiti ve bu ürünlerin yetiştirildiği tarım arazilerinin belirlenip sınıflandırılması için değişik görüntü algılayıcıları bulunduran uydular ile çalışmalar yürütülmektedir (Csillik ve Belgiu, 2017; Sonobe vd., 2017). Bu kapsamda çok zamanlı optik uydu görüntüleri kullanılarak tarımsal ürünlerin sınıflandırılmasına ve ürün tipinin belirlenmesine yönelik birçok başarılı çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar neticesinde bulutluluk ve zamansal çözünürlüğün neden olduğu sorunlardan dolayı istenilen zaman aralığını kapsayan optik uydu görüntülerinin temin edilmesi noktasında zaman zaman sıkıntılar yaşandığı görülmüştür.

Bu çalışma kapsamında, çok zamanlı Sentinel-2 uydu veri seti kullanılarak obje tabanlı sınıflandırma yöntemiyle Van ili özelinde, tüm il sınırlarını kapsayan alanda yetiştirilen buğday, arpa, yonca, korunga ve şeker pancarından oluşan beş temel tarımsal ürünün, ürün deseni haritası belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen verilerle, verime dayalı uygunluk modeli geliştirilmiş ve 2021 yılı için buğday verimliliği tüm il ölçeğinde mekânsal olarak haritalanmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ SETİ

Türkiye'nin en büyük illerinden biri olan Van ili, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Yukarı Murat-Van Bölümü'nde yer alan Van Gölü kapalı havzasında bulunmaktadır. Kuzeyinde Ağrı ili Doğubayazıt, Diyarın ve Hamur ilçeleri; batısında Van Gölü ile Ağrı ilinin Patnos ilçesi, Bitlis'in Adilcevaz, Tatvan ve Hizan ilçeleri, güneyinde Siirt'in Pervari ilçesi, Hakkari ili Beytüşşebap ve Yüksekova ilçeleri yer almaktadır (Şekil 1). Doğusunda ise İran Devleti sınırı bulunmaktadır. Yaklaşık olarak 1725 m' lik rakım yüksekliğine sahip Van ili, 3.713 km² 'ye yakın yüzölçümüyle Türkiye'nin en büyük gölü konumundaki Van Gölü'nün doğu kıyısına 5 km uzaklıkta bulunan çok az meyilli bir arazi üzerine kurulmuştur. Van ili topraklarının %17.72'si tarım arazisinden, %64.71'i çayır-meradan, %1.25'i orman ile fundalıktan ve %16.32'si de tarım dışı araziden meydana gelmektedir (DAKA, 2014).



Şekil 2. Çalışmanın yöntem akış şeması

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

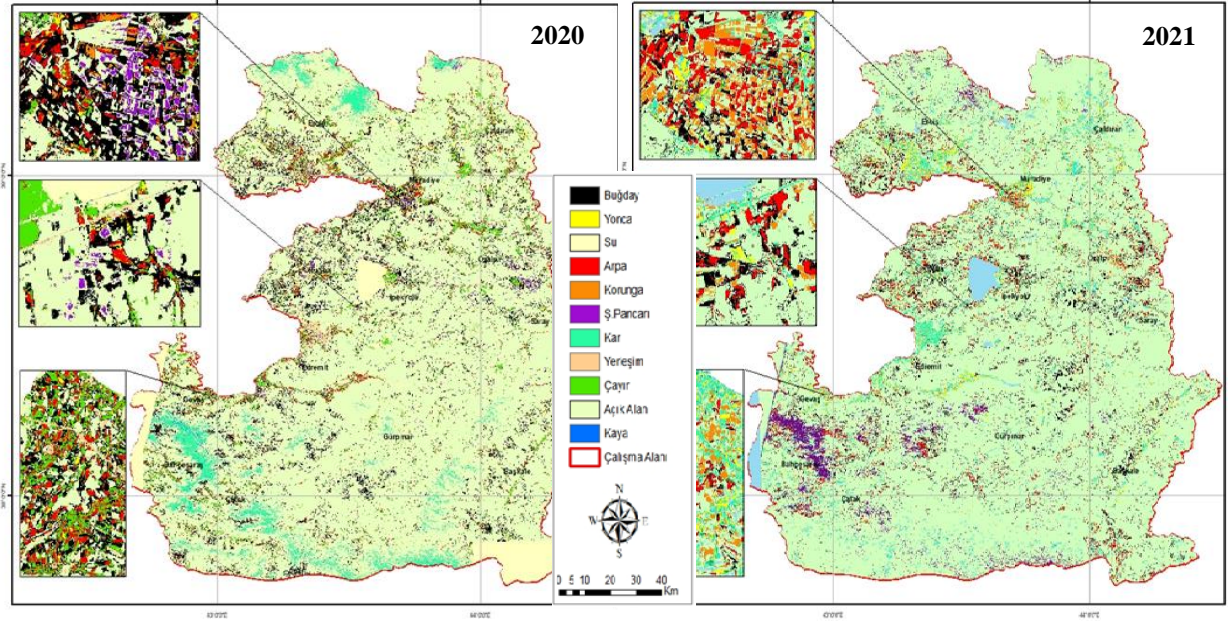
Bu çalışmada 2020 ve 2021 yıllarına ait çok zamanlı uydu görüntüleri kullanılarak obje tabanlı sınıflama yöntemiyle tarımsal peyzaj alanları ürün tabanlı haritalanmış, tarımsal ürün deseni ve arazi örtüsü tespit edilmiştir. Ayrıca buğday bitkisi için verim tabanlı alan kullanım uygunluğu belirlenmiş ve geliştirilen verim tahmin modeliyle 2021 yılı için buğday bitkisinin verim tahmini gerçekleştirilmiştir.

4.1. 2020 ve 2021 Yılları Arasındaki Tarımsal Ürün Deseni ve Arazi Örtüsü Değişimlerinin Belirlenmesi

Çalışma alanında 2020 ve 2021 yıllarının her ikisinde de üretimi en çok yapılan tarım ürünlerinin buğday, arpa, yonca, şekerpancarı ve korunga bitkileri olduğu görülmüştür. Ayrıca çalışma bölgesinde belirlenen tarımsal ürün tiplerinde, her iki yılda da ürün çeşidi üretimi tercihi açısından bir değişimin olmadığı ve her iki yılda da aynı tarımsal ürün tiplerinin yetiştiriciliğinin tercih edildiği tespit edilmiştir. Bu yönlü tercih nedenlerinde, çalışma bölgesinin sahip olduğu iklim koşullarının ve coğrafi konumun etkili olduğu görülmüştür. Aynı zamanda tarımsal ürün üretimini desteklemek ve teşvik etmek amacıyla bölgeye verilen teşviklerin belli başlı tarım ürünlerine yönelik verilmesinin de bu konuda etkili olduğu anlaşılmıştır. Tarımsal ürün üretimi miktarı açısından bir değerlendirme yapıldığında ise çalışma alanındaki tarımsal ürün üretim miktarında alansal olarak artış ve azalış yönünde bazı farklılıkların olduğu görülmüştür.

Çalışmada verim tahmin modellenmesinde istatistiksel tabanlı Adımsal Regresyon (AR) tekniğinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda, 31 farklı verimdeki parselden elde edilen veri, model oluşturmada kullanılırken, 11 parselden alınan buğday verim verisi ise test amaçlı kullanılmıştır. Çiftçi kayıt sistemi üzerinden iletişime geçilen çiftçilerden elde edilen verim bilgileri bağımlı değişken olarak kullanılırken, buğdayın en yeşil olduğu zaman ait 31 Mayıs 2021 tarihli Sentinel-2B uydu görüntülerinden üretilen NDVI, SAVI ve NDWI indisleri de bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. Böylece daha sağlıklı ve güvenilirliği daha yüksek bir verim tahmin modeli üretilmiştir. Üretilen verim tahmin modelinde NDVI verisine ihtiyaç duyulmadığı, SAVI ve NDWI verilerinin anlamlı ve yüksek doğrulukta bir model üretmede yeterli olduğu belirlenmiştir.

2020 yılı için belirlenen tarımsal ürün deseni ve 2021 yılı için belirlenen tarımsal ürün deseni alansal olarak karşılaştırıldığında, bölgede baskın şekilde üretimimin yapıldığı tespit edilen tarım ürünlerinden biri olan arpa bitkisinin, 2021 yılında üretim tercihi ve tarımsal alan kullanım miktarı açısından azalmanın görüldüğü tek tarım bitkisi olduğu belirlenmiştir. Ancak arpa bitkisi dışındaki diğer tarımsal ürünlerde (buğday, yonca, şekerpancarı ve korunga) üretim tercihi ve tarımsal alan kullanım miktarı açısından 2020 yılına göre bir artışın olduğu görülmüştür (Şekil 3).

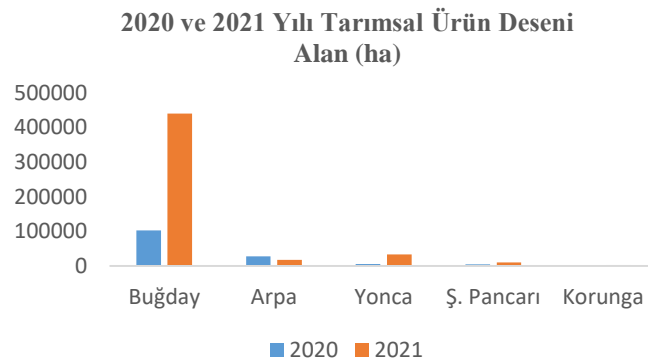


Şekil 3. Van İli 2020 – 2021 Buğday, Arpa, Korunga, Yonca, Şeker pancarı sınıflama sonuçları

Buna göre üretim tercihi ve tarımsal alan kullanım miktarı açısından 2021 yılındaki buğday üretiminin yapıldığı alanlar incelendiğinde, buğday üretimi yapılan alanların artan bir ivme göstererek 2020 yılına göre yaklaşık % 332 oranında artışı ve 101901.20 ha alandan 439786.21 ha alana çıktığı görülmüştür. Diğer tarım bitkilerinde ise 2021 yılında yonca bitkisinde % 498 oranında, korunga bitkisinde % 511 ve şekerpancarı bitkisinde ise % 162 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. Ancak arpa bitkisinde 2021 yılında % 36 oranında bir azalmanın olduğu gözlemlenmiştir. Bu oranlar alansal olarak ha cinsinden ifade edildiğinde, 2021 yılında buğday üretimi 337885.01 ha, yonca üretimi 27116.19 ha, şekerpancarı üretimi 6044.43 ha ve korunga üretimi 1748.19 ha artmışken arpa üretimi ise 9606.75 ha azalmıştır (Çizelge 1, Şekil 4).

Çizelge 1. 2020-2021 Yıllarına ait tarımsal alan kullanım miktarları ve farkları

Ürün	2020 Alanı (ha)	2021 Alanı (ha)	Fark (ha)	Yüzdesel fark
Buğday	101901.2	439786.21	337885.01	% 332
Yonca	5449.55	32565.74	27116.19	% 498
Arpa	26934.5	17327.75	- 9606.75	- % 36
Şekerpancarı	3720.93	9765.36	6044.43	% 162
Korunga	342.44	2090.63	1748.19	% 511



Şekil 4. 2020 ve 2021 yılı tarımsal ürün deseni değişimi

5. SONUÇLAR

- Bölgenin tarımsal ürün desenini tespit etmek amacıyla Sentinel-2B uydusuna ait 10 m ve 20 m konumsal çözünürlüklü görüntü bantları birlikte kullanılarak gerçekleştirilen obje tabanlı sınıflama sonucunda, sınıflandırma doğruluğu yüksek değerler elde edilmiştir. Genel sınıflama doğruluk değerleri, 2020 yılı için 0.79 ve 2021 yılı için 0.83 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, obje tabanlı sınıflama yönteminin ürün deseni ve arazi örtüsü tespitinde etkin bir şekilde kullanılabileceğini, aynı zamanda yüksek doğrulukta ve güvenilir sonuçların elde edilebileceğini göstermiştir.
- Sentinel-2B uydusuna ait 10 m ve 20 m konumsal çözünürlüklü görüntü bantlarının sınıflama doğruluğunu artırdığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla daha yüksek bir sınıflama doğruluk değerinin elde edilebilmesi için konumsal çözünürlüğü daha yüksek uydu veri setlerinin kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, PCA ve Standart sapma gibi verilerle desteklenen sınıflamalarda karışımların daha az olduğu tespit edilmiştir.
- Çalışma alanının geniş bir bölgeyi kapsamaması, çalışmada kullanılan Sentinel-2B uydu görüntüsü sayısını artırmıştır. Görüntü sayısının fazla olması ve ilk etapta sadece 10 m' lik konumsal çözünürlüğe sahip görüntü bantlarının kullanılmak istenmesi sonucunda ortaya çıkan veri büyüklüğü çalışmayı zorlaştırmıştır. Bu sebeple 10 m' lik ve 20 m' lik konumsal çözünürlüğe sahip görüntü bantları birlikte kullanılarak çalışma kolaylığı sağlanmıştır. Bu durumun sınıflama doğruluğunu ve elde edilen verilerin güvenilirliğini önemli ölçüde etkilemediği görülmüştür.
- Bölge için oluşturulan ürün deseni haritasına göre, çalışma alanında 2020 ve 2021 yılları için en çok üretilen tarımsal ürün tipleri buğday, arpa, yonca, şekerpancarı ve korungadır. Ancak her iki yılda da alansal olarak üretimi en çok yapılan ve üretim tercihi açısından artan bir ivmeye sahip olan baskın ürün çeşidi buğdaydır.
- Çalışma bölgesinde 2021 yılında üretimi azalan tek ürün arpadır. Arpa üretimi yapılan alanlarda 2020 yılına göre azalan bir ivmenin mevcut olduğu görülmüştür. Bu nedenle 2021 yılındaki arpa üretiminde %36 oranında bir azalmanın olduğu belirlenmiştir. Aynı dönemde buğday üretim alanlarının, alansal olarak diğer tüm ürünlerden daha fazla arttığı, dolayısıyla alansal olarak üretimi en fazla tercih edilen ürün olduğu görülmüştür. Bu durum, tüm dünyada temel gıda maddesi olarak görülen buğdayın, bölgedeki üreticiler tarafından daha çok tercih edildiğini, hayvansal tarım ürünü yetiştiriciliğinin ise daha az tercih edildiğini göstermektedir.
- Bölgede 2020 yılında yetiştirilen tarım ürünleri 2021 yılında da yetiştirilmiştir. Bu durum, 2020 ve 2021 yılları arasında tarımsal ürün çeşitliliği açısından üreticilerin, ürün yetiştirme tercihlerinde bir değişimin olmadığını göstermiştir. Bu durumun ortaya çıkmasında, bölgenin iklim koşulları, coğrafi konumu, toprak yapısı, bölgeye düşen yağış miktarı ve benzeri faktörler etkilidir. Bunların yanı sıra tarımsal üretimi desteklemek amacıyla verilen teşviklerin, genel olarak bölgede üretimi baskın olarak yapılan ürün tiplerini desteklemesi de söz konusu durumun ortaya çıkmasında etkilidir. Bu sebeple bölgeye verilecek tarımsal teşvikler; bölgenin coğrafi koşullarını, iklim özelliklerini ve mevsimsel koşullarını, toprak yapısını, verim miktarını ve daha birçok faktörü dikkate alarak bölge için geliştirilen tarımsal stratejilere ve tarımsal planlara göre verilmelidir. Bu kapsamda üreticinin, ürün yetiştirme tercihleri yönlendirilmeli, bölgede üretimi yapılabilecek tarımsal ürün yelpazesi genişletilerek verimliliği yüksek farklı ürün tiplerinin de yetiştirilmesi desteklenmelidir.
- Bölgede 2020 yılındaki tarımsal ürün miktarında, 2021 yılına göre alansal olarak bir azalma eğilimi olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin 2020 yılında ülkemizde ve dünyada ortaya çıkan korona virüs pandemisi olduğu tahmin edilmektedir. Pandemi sürecinde dünyanın her yerinde olduğu gibi ülkemizdeki tarımsal faaliyetler de olumsuz etkilenmiştir. Bu süreçte ulaşım imkanlarının ve seyahat özgürlüklerinin kısıtlanmasına yönelik yasaklar getirilmiş, tarımsal ürün, zirai ilaç ve tarım makinelerine erişilebilirlikte ciddi sıkıntılar yaşanmıştır. Dolayısıyla üreticiler, bu süreçte kırsaldaki tarım alanlarına ulaşamamış ve normal bir tarımsal faaliyet yürütememişlerdir. Bu sebeplerden dolayı üreticiler mevcut tarım alanlarında gerekli miktarda ürün ekimi ve hasadı yapamamıştır. Ancak ulaşımın ve tarımsal araç-gerece erişilebilirliğin nispeten daha kolay olduğu yerleşim alanlarına yakın bölgelerde ürün ekimi ve hasadı istenilen oranlarda olmasa da yapılabilmektedir.
- Bölge için üretilen ürün deseni haritası ve yer gerçeği verileri incelendiğinde, bölgedeki tarım alanlarının küçük ölçekli, çok parçalı, dağınık ve geometrisi bozuk tarım parsellerinden meydana geldiği görülmüştür. Bu durum, çalışma alanındaki tarım alanlarının verimli şekilde kullanımını olumsuz yönde etkilemekte, bu alanlardaki ekilebilir arazi miktarını ve ürün verimini düşürmektedir. Ayrıca bu durum, tarım alanlarındaki parsellere ulaşımı zorlaştırmaktadır. Bu kapsamda, zaman, iş gücü ve ekonomik açıdan tasarrufun sağlandığı, tarımsal faaliyetlerin daha kolay bir şekilde yürütülebildiği daha elverişli tarım parselleri oluşturmak için bölgedeki tarım alanlarının yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Bir başka ifadeyle bölgedeki tarım parselleri devlet tarafından toplulaştırılarak günümüzdeki ileri tarım tekniklerine uygun tarımsal alanlar oluşturulmalıdır.
- AR yönteminin, anlamlı ve yüksek doğrulukta bir verim modeli üretmede istatistiksel tabanlı etkili bir yöntem olduğu görülmüştür. Ayrıca modelde bağımsız değişken olarak kullanılan NDVI, SAVI ve NDWI indisleri, daha sağlıklı ve güvenilirliği daha yüksek bir verim tahmin modeli üretilmesinde etkili olmuşlardır. Üretilen verim tahmin modelinde NDVI verisine ihtiyaç duyulmadığı, SAVI ve NDWI verilerinin anlamlı ve yüksek doğrulukta bir model üretmek için yeterli olduğu belirlenmiştir.

- Buğday verim haritasına göre çalışma alanındaki buğday üretim uygunluğu yerel olarak tespit edilmiştir. Buna göre, 2020 ve 2021 ürün desenleri, %79 ve %83'lük sınıflama genel doğruluklarıyla belirlenmiştir. Van ili 2021 buğday verimi %24 hata payıyla 0.82 ton/ha olarak tahmin edilmiştir.
- 2021 yılı buğday verim haritasına göre, Van'ın Erciş ilçesi ve çevresinin özellikle de Erciş'in güneybatısında yer alan **Koçköprü barajının sulama havzası** buğday üretim uygunluğu ve verimliliği **en yüksek bölge olduğu** tespit edilmiştir. Tuşba ilçesi ile Muradiye ilçeleri arasındaki **Çolpan ve Yeşilsu** bölgelerinin ise buğday üretim uygunluğu ve verimliliği **en yüksek 2. bölge olduğu** belirlenmiştir. Ayrıca **Muradiye ilçesinin çevresinde** de lokal olarak buğday veriminin yüksek olduğu alanlar tespit edilmiştir. Ayrıca Özalp yolu çevresinde, Özalp ve Saray bölgelerinde de buğday tarımının yapıldığı ancak verimim düşük olduğu görülmüştür. Buğday üretim uygunluğu ve verimliliği **en düşük bölgelerin ise Başkale ve Çaldıran bölgeleri** olduğu, dolayısıyla buğday üretimine uygun tarım alanlarının da en az bu bölgelerde bulunduğu tespit edilmiştir. Çatak ve Bahcesaray bölgelerinde ise buğday tarımının **çok daha sınırlı ölçülerde** yapıldığı ve bu sebeple veriminin de çok daha düşük olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Arnell, N. W.** 1999. Climate change and global water resources. *Global Environmental Change*, 9, 31-49.
- Aydın, H., Ören, N. M.** 2011. Tarımda uzaktan algılamanın kullanım olanakları ve çukurova örneğinden hareketle tarımsal desteklemeler açısından genel bir değerlendirme. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(1), 1-11.
- Blickensdörfer, L., Schwieder, M., Pflugmacher, D., Nendel, C., Erasmi, S., Hostert, P.** 2022. Mapping of crop types and crop sequences with combined time series of Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat 8 data for Germany. *Remote Sensing of Environment*, 269, 1128931.
- Csillik, O., & Belgiu, M.** 2017. AGILE 2017 – Wageningen. Cropland mapping from, s. 9-12. Çelebi, 2023. Tarımsal peyzajın ürün tabanlı haritalanması ve verim tabanlı buğday tarımı uygunluğunun belirlenmesi, Van İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı ABD.
- Daka.** 2014. Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı (DAKA).
- Gao, B.C.** 1996. NDWI – A Normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote sensing of environment*.58: 257 – 266.
- Huete, A. R.** 1988, A soil adjusted vegetation index (SAVI). *Remote sensing of environment* 17, pp. 37 – 53.
- Parry, M., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Fischer, G., Livermore, M.** 1999. Climate change and world food security: a new assessment. *Global Environmental Change* , 9, 51-67.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A. and Deering, D. W.** 1973. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: ERTS Symposium, Third (NASA SP-351 Washington, DC) 1, pp. 309 – 317.
- Shao, Y., & Lunetta, R. S.** 2012. Comparison of support vector machine neural network and CART algorithms for the land cover classification using limited training data points. *Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 78-8.
- Sonobe, R., Yamaya, Y., Tani, H., Wang, X., Kobayashi, N., & Mochizuki, K.-i.** 2017. Assessing the suitability of data from Sentinel-1A and 2A for crop classification. *GIScience & Remote Sensing*, 1548-1603.
- Şatır, O., & Berberoğlu, S.** 2012. Land use/cover classification techniques using optical remotely sensed data in landscape planning. *Landscape Planning. Rijeka: InTech*, 21-54.
- Şatır, O.** 2013. Aşağı Seyhan Ovasında uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla tarımsal alan uygunluğunun belirlenmesi, Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.