

## Konya Kapalı Havzasında Farklı Arazi Örtülerinde Net Birincil Üretimin Jeostatistiksel Analizi\*

Bayram Cemil BİLGİLİ<sup>1\*</sup>, Sabit ERŞAHİN<sup>2</sup>, Ülkü DİKMEN<sup>2</sup>, Gülay KARAHAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, ÇANKIRI

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ÇANKIRI

\*Sorumlu yazar: cemilbilgili@gmail.com

### Özet

Bu çalışmada, Konya kapalı havzasındaki (KKH) doğal çayırliklar, mera, sulanamayan ekilebilir alanlar, sürekli sulanan alanlar ve iğne yapraklı orman arazi örtülerinin 2006 yılı net birincil üretiminin (NBÜ) uzaysal değişkenliği jeostatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. KKH 2006 yılına ait alan kullanımı bilgileri CORINE arazi örtüsünden elde edilmiştir. Net birincil üretim verileri 1x1 km'lik mekânsal çözünürlüğe sahip MODIS uydu görüntüsünün MOD17A3 veri setinden ([https://lpdaac.usgs.gov/data\\_access/data\\_pool](https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool)) elde edilmiştir. Verilerin Arcview ortamında işlenebilmesi için MODIS Reprojection Tool (MRT) kullanılmış, veriler (Universal Transverse Mercator) UTM koordinat sistemine göre WGS 84 datumunda 36. zona göre project edilmiş ve havza sınırlarına göre kesilmiştir. Yukarıda belirtilen arazi kullanımları için elde edilen NBÜ değerlerinin uzaysal yapısı semivaryogram ile modellenmiş ve çapraz değerlendirme ile doğrulanmıştır. İğne yapraklı ormanlar dışındaki arazi örtülerine ilişkin uzaysal yapı izotropik, İğne yapraklı ormanları ise anizotropik modellerle tanımlanmışlardır. İzotropik semivaryogramların tamamı üssel model ile modellenirken, anizotropik semivaryogram gaussiyen model ile modellenmiştir. İzotropik semivaryogramlarda en yüksek nugget etkisinin (0,317) sulanamayan ekilebilir alanlarda, en düşük nugget etkisinin (0,123) doğal çayırliklarda, en yüksek jeostatistiksel range değerinin (122700 m) doğal çayırliklarda, en düşük range değerinin (42000 m) ise meralarda olduğu tespit edilmiştir. İğne yapraklı ormanların dışındaki arazi kullanımlarında MODIS-NBÜ değerleri jeostatistiksel yöntemler ile enterpole edilebilir ve istenen sayıda ara değer tahmin edilerek verilerin çözünürlüğü %80'nin üzerinde bir hassasiyetle artırılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** CORINE, Jeostatistik, MODIS, Net birincil üretim (NBÜ)

### Geostatistical Analysis of the Net Primary Production in Various Land Covers in Konya Closed Watershed

#### Abstract

In this study, spatial variability of net primary production (NPP) of the year 2006 of natural grassland, pasture, non irrigable arable land, continuous irrigated fields, and coniferous forest land cover in Konya covered basin (KCB) was analyzed by using geostatistical methods. The land use information of (KCB) for the year 2006 is derived from CORINE land cover. The net primary production (NPP) data was obtained from the MOD17A3 data set ([https://lpdaac.usgs.gov/data\\_access/data\\_pool](https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool)) of the MODIS satellite with a spatial resolution of 1x1 km. The MODIS Reprojection Tool (MRT) was used to process the data in Arcview program. The project was projected with the Universal Transverse Mercator UTM coordinate system according to WGS 84 datum 36th zone and cut according to basin boundaries. The spatial structure of the (NPP) values obtained for the land uses mentioned above is modeled by semivariogram and verified by cross-evaluation. The spatial structure of the land cover outside the coniferous forests is isotropic, whereas the coniferous forests are defined as the anisotropic models. While all of the isotropic semivariograms are modeled by the exponential model, the anisotropic semivaryogram is modeled by the gaussian model. In the isotropic semivaryograms, the highest nugget effect (0.317) was found in the irrigated arable fields but the lowest nugget effect (0.123) was found in natural grasses and the highest geostatistical range value (122700 m) was found in natural meadows with the lowest range value (42000 m) in grasslands. MODIS-NPP values can be interpolated by geostatistical methods in land usages outside coniferous forests and the resolution of the data can be increased with an accuracy higher than 80% by estimating the desired number of intermediate values.

**Keywords:** CORINE, Geostatistics, MODIS, Net primary production (NPP)

\* Bu çalışma; 10-12 Eylül 2014 tarihlerinde Çankırı'da gerçekleştirilen 'I. Ulusal Havza Yönetimi Sempozyumu'nda sözlü bildirisi olarak sunulmuştur

## 1. GİRİŐ

Vejetasyon, güneő enerjisini kullanarak arazi örtüsü ve atmosfer arasındaki enerji deęiőimlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Berberoğlu ve ark., 2007). Dünya yüzeyinin %30'unu kaplamakta olan bitki örtüsü, karasal ekosistemlerdeki (toprak-vejetasyon) karbonun %75-90 gibi önemli bir bölümünü depolanmaktadır. (Foody ve ark., 1996; Taşkınısı Meydan ve Berberoğlu, 2008). Bitkiler atmosferdeki karbonu fotosentez yoluyla bünyelerine almakta ve daha sonra bu karbonun bir kısmını solunum sonucu atmosfere vermektedir. Güneő enerjisini kullanan bitkiler, bu enerjinin bir kısmını solunumda, geri kalan kısmını ise yeni dokuların oluőmasında kullanmaktadır. Bitkilerin solunum ve yeni doku oluőturmak için kullandığı enerji brüt birincil üretim (BBÜ) olarak adlandırılır. BBÜ'den solunumda kullanılan enerjinin çıkarılmasıyla net birincil üretim (NBÜ) hesaplanmaktadır. NBÜ küresel ölçekte ekosistemin değerlendirilmesi ve performansının ölçülmesi için önemli bir gösterge olarak ele alınmaktadır (Berberoğlu ve ark., 2007). Biyosferde fotosentezle karbonun bağlanması son derece önemlidir. Yıllık fotosentezle bağlanan karbon (BBÜ) 123 Pg (1Pg= 1 milyar ton) olarak tahmin edilmekte olup, bunun 60 Pg'ı bitkinin solunumu ile atmosfere geri dönmektedir. Kalan 63 Pg NBÜ olarak adlandırılır ve bunun 53 Pg'ı bitki metabolizmasında kullanılır ve köklere transfer edilir. Geride kalan 10 Pg net ekosistem üretkenliği (NEÜ) olarak adlandırılır. NEÜ'nün önemli bir bölümü arazi kullanımındaki deęiőimler, yangın, biyotik stres ve erozyon gibi süreçlerle atmosfere geri döner. Geriye kalan yaklaşık 0,3-0,5 Pg yıl ise net biyom üretimi olarak ekosistemde depolanır (Lal, 2014).

Net birincil üretim ekosistemlerin izlenmesinde önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Lal, 2014). Ancak bu değişkenin geniş alanlarda geleneksel yöntemlerle ölçülmesi son derece masraflı olmakta ve uzun zaman almaktadır. Geliően uydu teknolojileri ve coğrafi bilgi sistemleri sayesinde NBÜ geniş alanlarda, farklı arazi ve bitki örtüleri için belirlenebilmektedir (Taşkınısı Meydan ve Berberoğlu, 2008).

Özellikle 36 spektral bandıyla dünyayı 1-2 gün içinde gerçek zamanlı olarak görüntüleyebilen Terra MODIS ve Aqua MODIS küresel ölçekte

veri sağlamaktadır. Bu veriler okyanuslar ve atmosferdeki küresel dinamikler ile arazi üzerinde meydana gelen süreçlerin anlaşılmasına olanak sağlamaktadır (NASA, 2014a). Atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonunu mevcut uydu sensörlerinden hiçbirini direkt olarak ölçemezken, MODIS uydusu bitkisel üretiminde ne kadar sera gazının soğurulduğu ve kullanıldığı noktasında karasal ve deniz bitkilerinin fotosentetik aktivitesini ölçerek hesaplamalar yapmaktadır (NİK, 2014).

Bu kapsamda MODIS uydusu veri tabanı gerçek zamanlı küresel ölçekte yıllık BBÜ ve NBÜ (MOD17A3) tahminine olanak sağlamaktadır. MOD17A3 yapraklar tarafından ve kökler tarafından yapılan solunumu BBÜ günlük olarak hesaplamaktadır. NBÜ ise solunumun BBÜ den çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır. Solunum ve büyüme bileőenleri günlük biyokütle, yaprak alanı indeksi (YAI) ve her bir bitkinin fonksiyonuna göre spesifik yaprak alanı ve uydu verilerinden bitki dokularının yıllık büyümesine ilişkin elde edilen yaprak alanı indeksinin allometrik iliőklerini kullanarak hesaplamaktadır (McCallum ve ark., 2009).

Jeoistatistik, uzaysal modelleme (variogram) ve uzaysal enterpolasyon (krigleme) olmak üzere iki basamaktan oluőmaktadır (Mulla ve McBratney, 2000; Srivastava ve Isaaks, 1989). İlk basamakta ilgili özelliğin uzaysal yapısı modellenir, ikinci aőamada ise eğer uzaysal yapı uygun ise krigleme ile örneklememiő noktalarda ilgili değişkenin tahmini yapılır ve haritası oluőturulur. MODIS tarafından tahmin edilen NBÜ değerlerinin çözünürlüğü 1-km x 1-km olup, bu çözünürlük birçok amaç için yeterli değildir. Geoistatistiksel yöntemler (örneğin, krigleme) kullanılarak ara değerler hesaplanabilir ve pikseller arası geçiő yumuőatılabilir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Konya Kapalı Havzası yaklaşık 53,850 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahip olup, Türkiye topraklarının %7'lik bölümüne karşılık gelmektedir. Havza, İç Anadolu'nun önemli bir bölümünü oluőturup, rakımı 900-1500 arasında değişmektedir. Düz-düze yakın bir topografyanın çoğunlukla hakim olduğu Havza bütününde, Samsam, Kozanlı, Kulu, Beyőehir, Suğla, Bolluk, Tersakan ve Tuz Gölü ile Ereğli, Eőmekaya ve Hotamıő gibi çok sayıda göl, sazlık ve

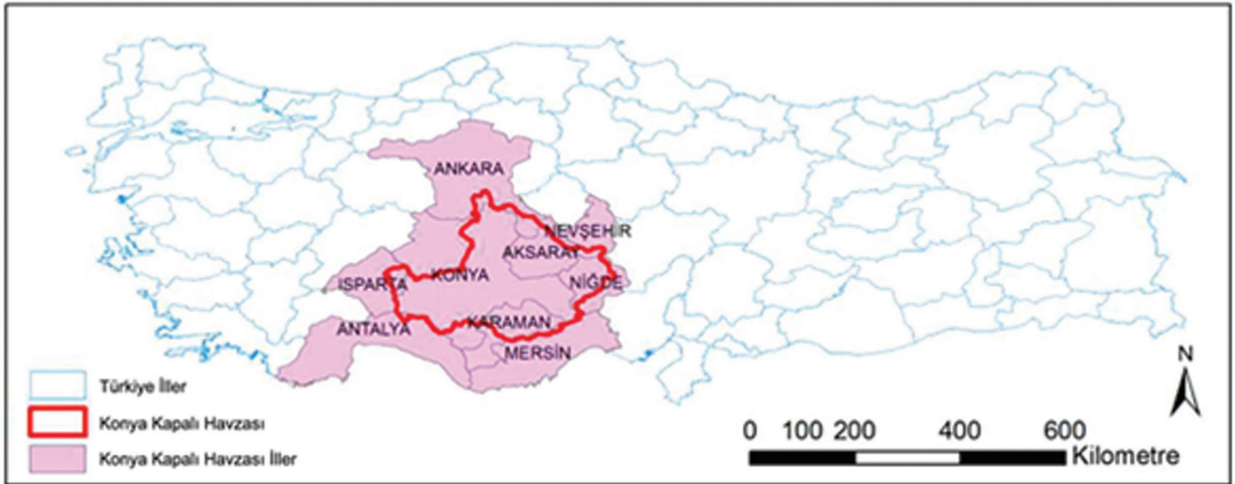
diğer alanlar yer almaktadır (Nalbantçılar ve ark., 2009). KKH konumu itibariyle Konya, Ankara, Nevşehir, Aksaray, Niğde, Karaman, Mersin, Antalya ve Isparta ilerinin idari sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1).

Bu çalışmada, Konya kapalı havzasında orman, mera ve tarım arazilerinin 2006 yılına ilişkin NBÜ verileri kullanılmıştır. NBÜ verileri 1x1 km'lik mekânsal çözünürlüğe sahip MODIS uydu görüntüsünün MOD17A3 veri setinden elde edilmiştir ([https://lpdaac.usgs.gov/data-access/data-pool](https://lpdaac.usgs.gov/data/access/data-pool)) (NASA, 2014).

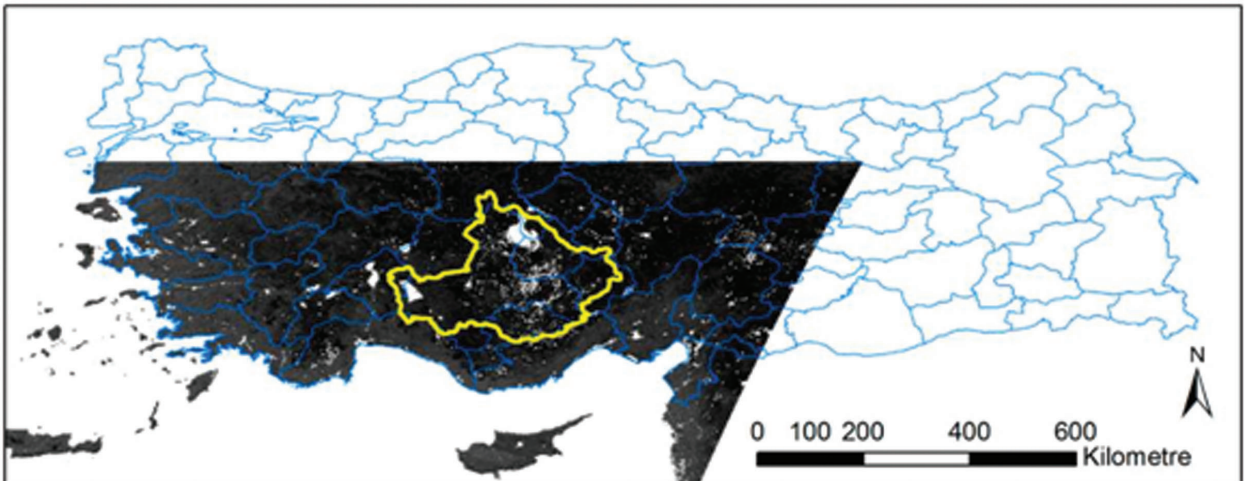
Verilerin Arcview ortamında işlenebilmesi için MODIS Reprojection Tool (MRT) kullanılmıştır (Şekil 2). Veriler UTM (Universal Transverse Mercator) koordinat sistemine göre WGS 84 datumun'da 36. zona göre project edilmiş ve havza sınırlarına göre kesilmiştir (Şekil 3).

Konya Kapalı Havzası içerisinde MODIS verileri 0-65535 arasında değışmekte olup, Çizelge 1'de

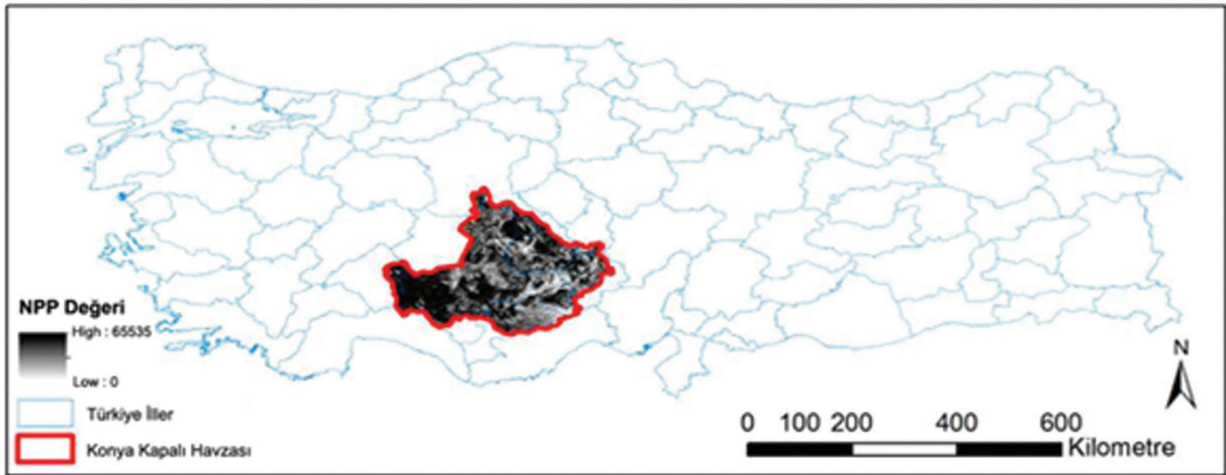
verilen değerler görüntüden çıkarılmıştır (NASA, 2014). Geriye NBÜ'nün hesaplandığı alanlar kalmıştır (Şekil 4). Çalışma alanı içerisindeki arazi örtüsünün belirlenmesinde CORINE 2006 arazi örtüsü kullanılmıştır. CORINE arazi örtüsündeki doğal çayırliklar, meralar, sulanamayan ekilebilir alanlar, sürekli sulanan alanlar ve iğne yapraklı ormanların her biri içindeki (Şekil 5) NBÜ değerleri koordinat değeri ile birlikte GS+ programına aktarılmış ve daha sonra ilgili arazi kullanımı için NBÜ değerlerinin uzaysal yapısına ilişkin semivaryogram analizi yapılmıştır. Farklı bitki örtülerine (orman, mera, tarım arazileri, vs) ilişkin NBÜ verilerinin uzaysal yapısının belirlenmesinde değışken "lag" mesafesi uygulanmış ve anizotropinin olduğu yerlerde anizotropik modeller oluşturulmuştur. Ayrıca, arazi kullanım tipi ayrımı yapmaksızın, havza bütünündeki arazi örtüsü NBÜ değerlerinin uzaysal bağımlılığı birlikte değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Konya kapalı havzasının konumu ve kapsadığı iller



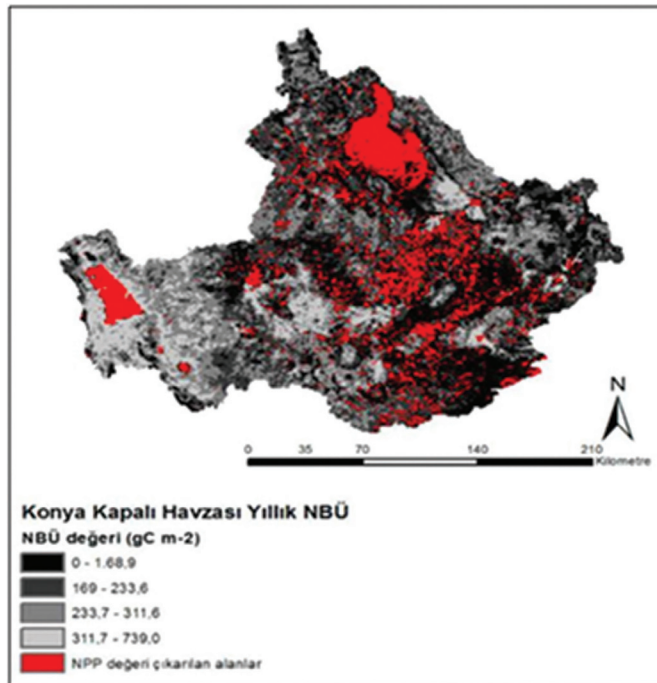
Şekil 2. Konya Kapalı Havzası'nda 2006 yılı MODIS uydu verileri



Şekil 3. Konya Kapalı Havzası 2006 yılı NBÜ verileri

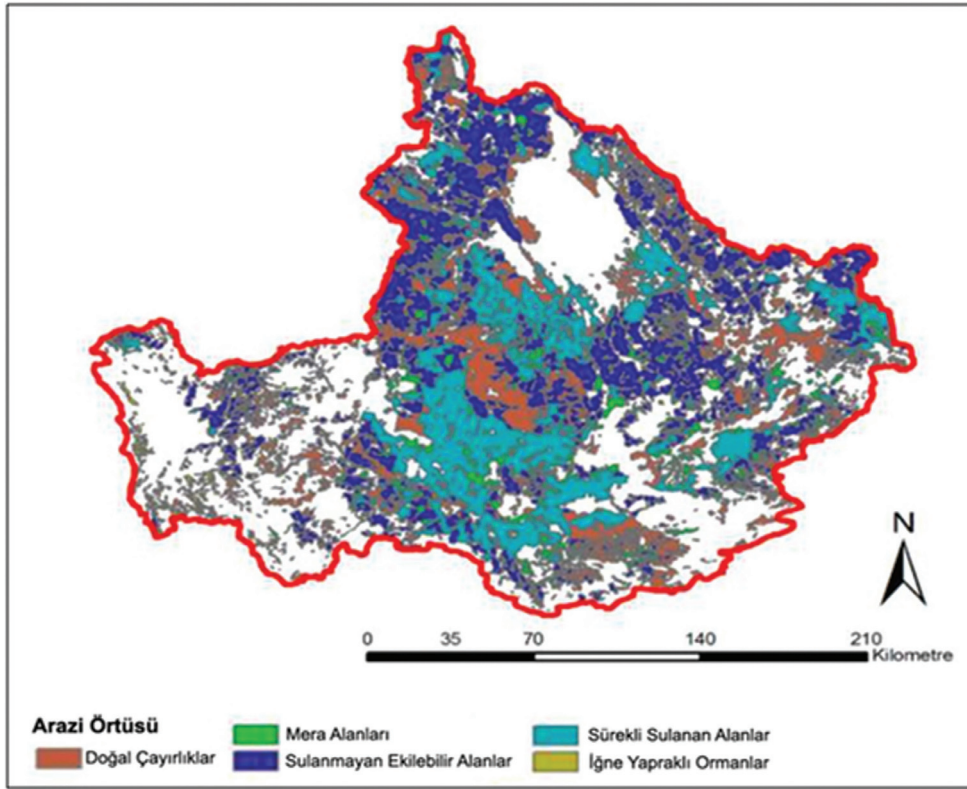
Çizelge 1. Bitki materyalinin bulunmadığı&hesaplanmadığı için çıkarılan NBÜ değerleri

Değer (Digital number)	Açıklama
65535	Aşağıdaki diğer kategorilere girmeyen modellenmemiş piksellerin konvansiyonel HDF-EOS değeri
65534	Çok yıllık tuz veya karasal tatlı su yüzeyleri
65533	Çorak, seyrek bitki örtüsüne (kaya, tundra, çöl) sahip yüzey örtüsü
65532	Çok yıllık kar veya buz örtüsü
65531	Sulak alanlar/ Su altına kalmış bataklıklar
65530	Kent veya bina örtüsü
65529	Sınıflandırılmamış pikseller



Şekli 4. Net birincil üretimin (NBÜ) hesaplandığı alanlar





Şekil 5. Uzaysal bağımlılığı araştırılan arazi örtüleri

### 3. BULGULAR

Konya Kapalı havzasında yer alan arazi örtülerine ilişkin NBÜ değerlerinin tanımlayıcı istatistik sonuçlarına göre, NBÜ değerlerinin meralarda şiddetli düzeyde sağa çarpık, iğne yapraklı ormanlarda orta düzeyde sağa çarpık ve diğer alanlarda ise normale yakın bir dağılım gösterdiği görülmektedir (Çizelge 2). Varyasyon katsayıları, NBÜ değerlerinin iğne yapraklı ormanlarda en düşük ve çayırılık alanlarda ise en yüksek değişkenlik gösterdiğini göstermektedir. Beklendiği gibi, tüm

alanların birlikte değerlendirildiği genel'in (bundan sonra "genel" olarak anılacaktır) NBÜ değerleri daha değişkendir.

Farklı arazi örtülerinin NBÜ ve genel'in NBÜ değerlerinin uzaysal değişkenliği ayrı ayrı modellenmiştir. Semivaryogramların modellenmesinde değişken lag aralıkları (1000, 2000, 4000, 7000, 10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 50000 ve 100000 m) kullanılmıştır. Semivaryogramın modellenmesinde, en büyük determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) ve en küçük farklar kareler toplamı (RSS) koşullarını sağlayan lag aralıkları benimsenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Arazi örtülerine göre NBÜ değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Arazi Örtüsü	Örnek Sayısı	AO	SS	En Büyük	En Küçük	Çarpıklık	Basıklık	VK
Genel	48325	2210,13	695,78	7389	384	0,67	0,55	31,48
Doğal ayırılık	6044	1953,89	560,64	4528	446	0,86	0,84	28,69
Mera	2853	1947,27	519,86	4957	687	1,06	2,12	26,70
Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	12268	2067,57	514,01	4452	690	0,34	0,21	24,86
Sürekli Sulanan Alanlar	8691	2573,60	594,37	5023	987	0,43	0,15	23,09
İğne Yapraklı Ormanlar	310	3952,58	756,36	6049	1538	0,83	1,19	19,14

AO: Aritmetik ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı

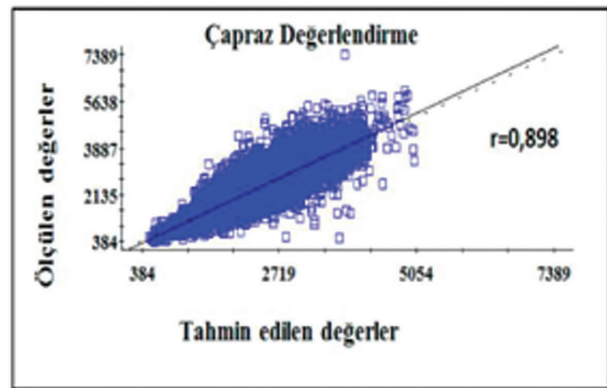
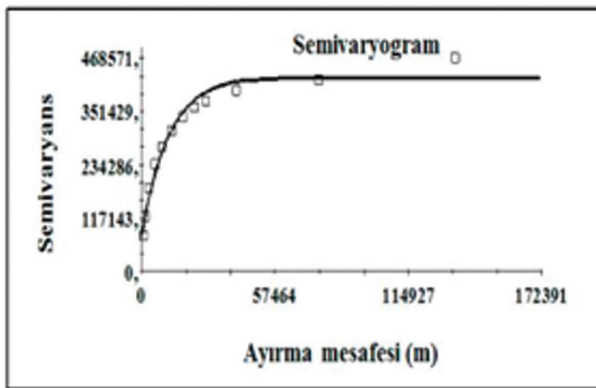
Çizelge 3. Arazi örtülerine göre NBÜ değerleri için oluşturulan semivariogram ve çapraz değerlendirme parametreleri

İzotropik Model Parametreleri							
Arazi Örtüsü	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	Range	R2	Nugget Oranı (Co/[Co+C])	Model	Çapraz Değerlendirme r
Genel (Hepsi bir arada)	81000	427100	35400	0,985	0,189	Üssel	0,898
Doğal Çayırliklar	42200	344000	122700	0,972	0,123	Üssel	0,894
Meralar	58300	244200	42000	0,982	0,239	Üssel	0,802
Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	81700	257600	85200	0,971	0,317	Üssel	0,829
Sürekli Sulanan Alanlar	78700	358600	32400	0,991	0,219	Üssel	0,834
Anizotropik Model Parametreleri							
Arazi Örtüsü	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	Range	R2	Nugget Oranı (Co/[Co+C])	Model	Çapraz Değerlendirme r
İğne Yapraklı Ormanlar	343000	1361682	982500	0,483	0,252	Gausiyan	0,595

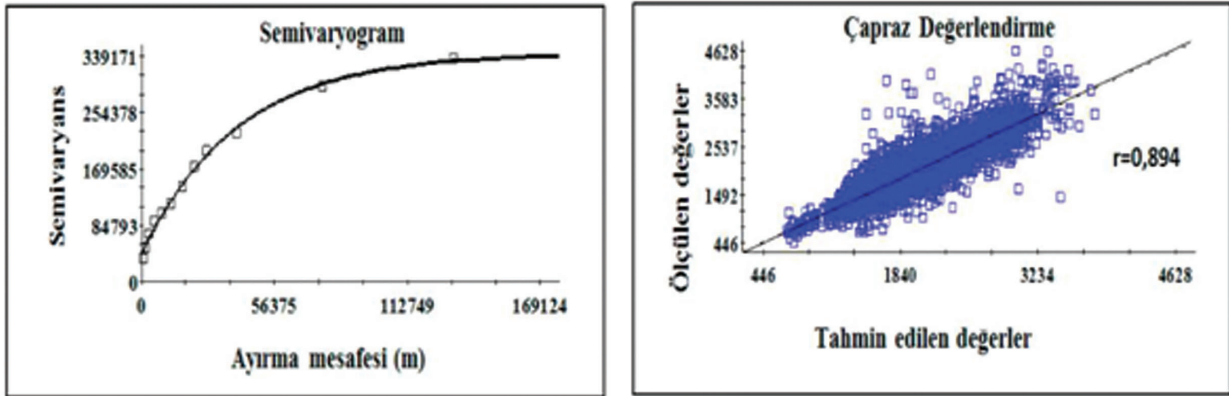
Canbardella ve ark. (1994) tarafından önerilen sınıflama dikkate alındığında; mera, doğal çayırliklar, sürekli sulanan alanlar ve iğne yapraklı ormanlarda NBÜ kuvvetli uzaysal bağımlılık (% nugget < 25) gösterirken, sulanamayan ekilebilir alanlarda orta derecede uzaysal bağımlılık (25 < % nugget etkisi < 50) göstermektedir. Benzer şekilde, “genel”de NBÜ kuvvetli uzaysal bağımlılık göstermektedir (Şekil 6).

Şekil 6 incelendiğinde, Genel’in NBÜ değerinin 35400 m mesafeye kadar uzaysal bağımlılık göstermekte olduğu ancak bu mesafeden sonra uzaysal bağımlılığın yok olduğu görülmektedir. “Genel” için çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı (r=0,89) yüksek olup, yapılan tahminlerin

yeterince başarılı olduğunu göstermektedir. Buradan, jeostatistik kullanılarak MODIS-NBÜ değerlerinin piksel içlerinde enterpole edilerek çözünürlüğünün artırılabilceği anlaşılmaktadır. Doğal çayırliklar (Şekil 7), Genel’den sonra en yüksek çapraz doğrulama değerine sahiptir. Doğal çayırliklardaki uzaysal bağımlılık mesafesi (122,700 m) Genel’in uzaysal bağımlılık mesafesinin (35,400 m) yaklaşık olarak üç katına eşit olduğu görülmektedir. Genel’in uzaysal bağımlılığının düşük olması farklı bitki örtülerinin arazideki dağılımı ve oryantasyonu ile ilgili olduğu söylenebilir. Bitki örtüleri arasındaki geçişlerde rastlanılan ani farklılıklar da Genel’de ki NBÜ değerlerinin uzaysal bağımlılık mesafesinin düşük olmasının bir nedeni olabilir.



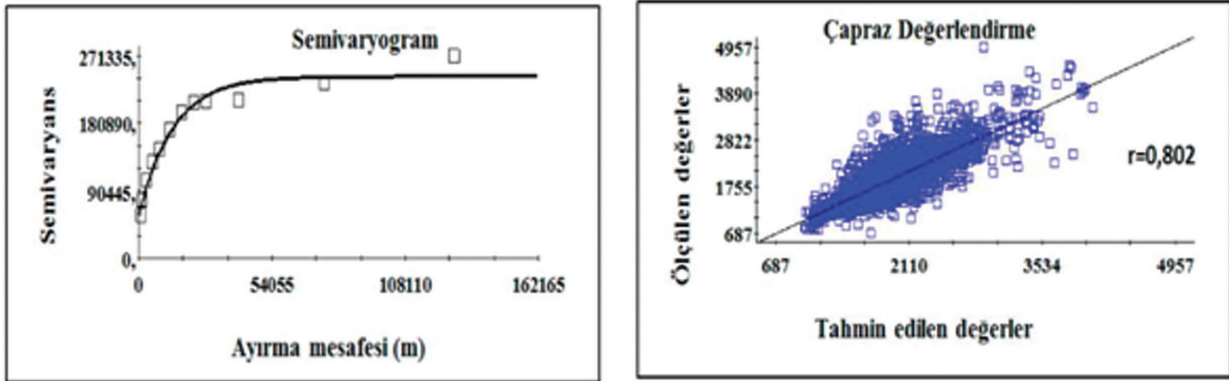
Şekil 6. Genel’in NBÜ değerlerine ilişkin semivaryogram ve çapraz değerlendirme sonuçları



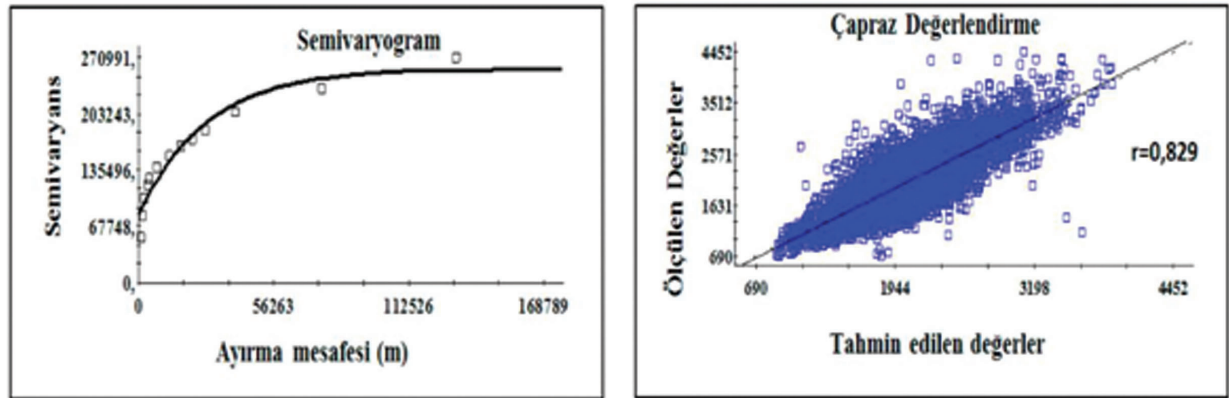
Şekil 7. Doğal çayırlardaki NBÜ değerlerine ait semivaryogram ve çapraz değerlendirme sonuçları

Meralarda NBÜ değerlerinin yaklaşık 42 km'ye kadar kuvvetli bir şekilde uzaysal bağımlılık gösterdiği artan mesafe ile uzaysal bağımlılığın son bulduğu anlaşılmaktadır. Meralardaki NBÜ değerlerinin uzaysal bağımlılığının (Şekil 8), doğal

çayırlardaki NBÜ değerlerine (Şekil 7) göre daha kısa mesafeli olmasının, meralardaki bitki örtüsü özelliklerindeki doğal farklılık yanında otlatmadan kaynaklanan tahribatın neden olduğu öbikleşme (patchiness) den kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 8. Meralardaki NBÜ değerlerine ilişkin semivaryogram ve çapraz değerlendirme grafiği

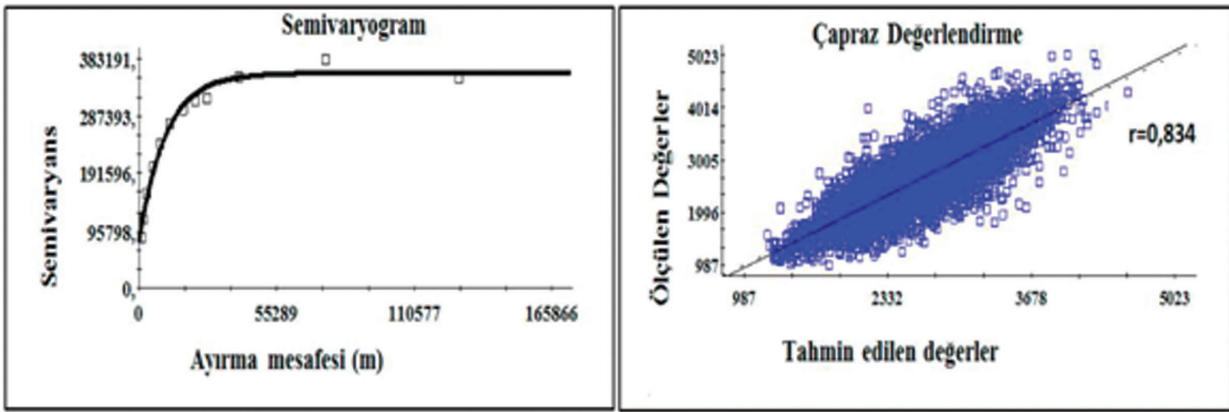


Şekil 9. Sulanmayan ekilebilir alandaki NBÜ değerlerine ait semivaryogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Şekil 9 incelendiğinde, sulanmayan alanlardaki NBÜ değerlerinin yaklaşık 85,000 m'ye kadar orta düzeyde uzaysal bağımlılık göstermesine karşılık en fazla nugget etkisinin bu bölgede ölçülen değerlerde olduğu görülmüştür. Buradan kuru tarım alanlarında NBÜ değerlerinin bir taraftan kısa mesafelerde değişkenlik sergilerken, diğer taraftan kendine benzerliğin uzun mesafelere kadar devam ettiği anlaşılmaktadır. Kısa mesafelerdeki değişkenlik gübreleme benzeri uygulamalardan kaynaklanırken, benzerliğin uzun mesafelere kadar devam

etmesinin ise aynı ürünün (buğday) geniş alanlarda ekilmesinden ileri geldiği düşünülmektedir.

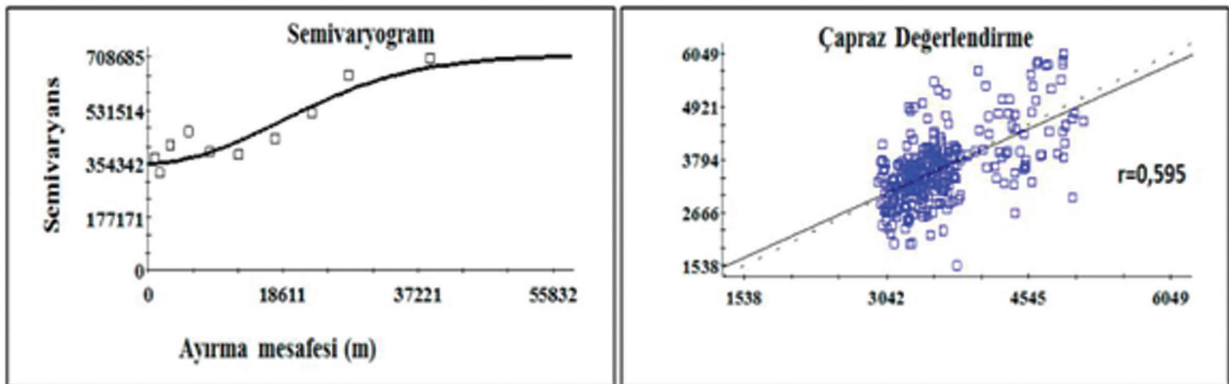
Sürekli sulanan alanlarda, diğer alanlara benzer şekilde, NBÜ başarılı bir şekilde tahmin edilebilmektedir (Şekil 10). Tıpkı diğerlerinde (iğne yapraklı ormanlar hariç) olduğu gibi burada da üssel model deneysel semivaryogramın modellenmesinde en uygun model olarak ortaya çıkmış ve nugget etkisi %25'in altında kalmıştır (şiddetli uzaysal bağımlılık).



Şekil 10. Sürekli sulanan alandaki NBÜ değerlerine ait semivaryogram ve çapraz değerlendirme grafiği

İğne yapraklı ormanlardaki NBÜ değerleri için oluşturulan semivaryogram modeli diğerlerine göre daha farklıdır. En yüksek nugget etkisi; sulanmayan ekilebilir alanlardan sonra iğne yapraklı ormanların NBÜ değerleri için belirlenmiştir. İğne yapraklı ormanların NBÜ değerleri alanda anizotropik bir uzaysal dağılım göstermektedir. Gerek yüksek nugget etkisi gerek anizotropik dağılımının ormanların alandaki dağılımı ve oryantasyonu ve kısa mesafelerde NBÜ değerlerinin aşırı değişken olmasından ileri geldiği söylenebilir. Ayrıca, iğne yapraklı ormanlardaki bu yüksek nugget etkisinden, MODIS tarafından sağlanan NBÜ verilerinin

çözünürlüğünün (1x1-km) iğne yapraklı ormanlarda uzaysal analiz yapmak için yeterli olmadığı, yani daha kısa mesafelerde ölçüm yapılmasının gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Çizelge 3 ve Şekil 11'den deneysel semivaryogramın modellenmesinde fazla başarılı olunmadığı ( $R^2=0,48$ ) ve gaussiyen modelin en uygun model olarak öne çıktığı görülmektedir. Gaussiyen model, kısa mesafelerde parabolik davranır ve daha sonra hızla yükselerek yavaş yavaş asimptotik bir değere yaklaşır. İncelenen bütün arazi örtüleri içinde, iğne yapraklı ormanların NBÜ değerlerinin uzaysal bağımlılığının (982,500 m) en uzun mesafeli olduğu görülmektedir.



Şekil 11. İğne yapraklı ormanlardaki NBÜ değerlerine ilişkin semivaryogram ve çapraz değerlendirme grafiği



#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Konya kapalı havzası'nda farklı bitki örtüleri için elde edilen MODIS uydu verilerinin jeostatistiksel yöntemlerle enterpole edilebileceği ve çözünürlüğünün artırılabilirliğini göstermiştir. KKH'daki meralar, sulanan alanlar, sulanmayan alanlar ve iğne yapraklı ormanlar için yapılan semivaryogram analizleri, iğne yapraklı ormanlar dışındaki arazi kullanımlarında MODIS-NBÜ (Net Birincil Üretim) değerlerinin uzaysal değişkenliğinin benzer olduğu, ancak iğne yapraklı ormanların NBÜ değerlerinin diğerlerinden daha farklı uzaysal yapısının olduğu görülmüştür. İğne yapraklı ormanların dışındaki arazi kullanımlarında MODIS-NBÜ değerleri jeostatistiksel yöntemler ile enterpole edilebilir ve istenen sayıda ara değer tahmin edilerek verilerin çözünürlüğü %80'nin üzerinde bir hassasiyetle artırılabilir. Fakat aynı başarının iğne yapraklı ormanlar için elde edilebileceği söylenemez. Bitki örtüsü ayrımı yapılmaksızın, tüm alana ilişkin elde edilen MODIS-NBÜ değerlerinin birlikte semivaryogram analizi ve çapraz değerlendirmesinden, en az tek tek arazi örtüleri kadar başarı elde edildiği görülmektedir. Dolayısıyla, iğne yapraklı ormanların MODIS-NBÜ değerleri belki arazi örtüleri ile birlikte başarıyla enterpole edilebilir. MODIS uydu verilerinin en büyük dezavantajı, çözünürlüğünün (orta düzeyde) bazı çalışmalar için yeterli olmamasıdır. Bu çalışmada görüldüğü üzere, jeostatistiksel yöntemlerle bu dezavantaj belirli bir istatistiksel hassasiyetle giderilebilir.

Bununla birlikte, havzadaki ekolojik koşulları izlemede doğal çayırıkların önemli bir göstergesi olabileceği görülmüştür. İğne yapraklı ormanların havza sınırları içerisinde yüksek uzaysal bağımlılık göstermemesi iğne yapraklı ormanların havza içerisinde parçalı bir yapıda olduğunu göstermektedir. Bu durumda havza içerisinde iğne yapraklı ormanların uzaysal değişkenliğinin nedenleri arazi çalışmaları ile belirlenmeli ve ağaçlandırma çalışmalarında göz önünde tutulmalıdır.

#### KAYNAKLAR

- Berberoğlu, S., Dönmez, C., Özkan, C. 2007. Seyhan Havzası Orman Verimliliğinin Envisat MERIS Veri Seti Kullanarak Modellenmesi In: A. ÖZTOPAL and Z. ŞEN (Editors), I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, İstanbul, pp. 288-295.
- Cambardella, C. A., Moorman, T. B., Parkin, T. B., Karlen, D. L., Novak, J. M., Turco, R. F., Konopka, A. E. 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil science society of America journal*. 58(5): 1501-1511.
- Footy, G.M., Palubinskas, G., Lucas, R.M., Curran, P.J. and Honzak, M. 1996. Identifying terrestrial carbon sinks: classification of successional stages in regenerating tropical forest from Landsat TM data. *Remote Sens. Environ*, 55(3): 205-216.
- Lal, R., 2014. Managing Terrestrial Carbon in a Changing Climate. In: S. Kapur and S. Erşahin (Editors), *Soil Security for Ecosystem Management Mediterranean Ecosystems 1*. Springer, s.1-18.
- McCallum, I. et al., 2009. Satellite-based terrestrial production efficiency modeling. *Carbon balance and management*, 4(8): 1-14.
- Mulla, D. and McBratney, A. 2000. Soil spatial variability. In M.E. Summer (ed) *Handbook of soil science*. CRC Press, Boca Raton: 321-352.
- Nalbantçılar, M.T., Arık, F. ve Diken, A. 2009. Konya Kapalı Havzası'nın Mevcut Sorunları ve Çözüm Önerileri, *Haber Bülteni*. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası s. 78-81.
- NASA., 2014. Land Processes Distributed Active Archive Center. [https://lpdaac.usgs.gov/data\\_access/data\\_pool](https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool) Erişim tarihi: 18 Mayıs 2014
- NASA., 2014a. MODIS. <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/> Erişim tarihi: 25 Haziran 2014
- NİK. 2014. Terra (ASTER-MODIS). [http://www.nik.com.tr/conten\\_sistem\\_uydu.asp?id=28](http://www.nik.com.tr/conten_sistem_uydu.asp?id=28) Erişim tarihi: 24 Mayıs 2014
- Srivastava, R., Isaaks, E. 1989. *An introduction to applied geostatistics*: Oxford University Press, New York.
- Taşkınsu Meydan, H. S., ve Berberoğlu, S. 2008. Yukarı Seyhan Havzası'nda Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Arazi Örtüsünün Sınıflandırılması Ve Bazı Orman Meşcerelerinde Verimliliğin Modellenmesi. *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü*, 18(1):140-150.