



## PEYZAJ TASARIMLARINDA TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ NOKTALARI KULLANILARAK KIYI REKREASYON ALANI ÖRNEĞİNDE JEİD MODELLEMESİ

Okan YELER<sup>1</sup>, Zekeriya IŞIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

### Öz

Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı – Aktif (TUSAGA-Aktif) sisteminin Türkiye ve KKTC genelinde toplam 168 sabit istasyonu ile Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) ve Harita Genel Müdürlüğü (HGM) olmak üzere 2 adet kontrol merkezi bulunmaktadır. Bu sistemle 24 saat aktif olarak cm hassasiyetinde ölçümler yapılarak coğrafi konum belirlenebilmekte ve hâlihazır haritalar üretilmektedir. Yapılan çalışmalarda, gerçek yeryüzü yüksekliğinin (ortometrik yüksekliği) bulunması gerekmektedir. Bu yüksekliğin bulunması klasik yöntemlerle oldukça güçtür. Bunun için, TUSAGA-Aktif noktalarından bulunan elipsoit yüksekliğinin belirlenmiş doğruluğa sahip ondülasyon değerlerinden çıkarılarak ortometrik yüksekliğin bulunması klasik yöntemlere göre daha kolaydır. Bu çalışma kapsamında, Van ili sınırları içerisinde yer alan ve peyzaj tasarımı yapılacak olan ve kıyı rekreasyon alanı olarak planlanan bölgede bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Van ili Tapu ve Kadastro XV. Bölge Müdürlüğünce kullanılan C3 noktalarından anlık olarak Küresel Konumlama Sistemi (GPS) ölçülerek elipsoidal yükseklik verileri bulunmuştur. Bu verilerden HGM ondülasyon haritasından yararlanılarak bölgenin ondülasyon katsayısı ortalaması 23,70 cm olarak bulunmuştur. Bu katsayı ile elipsoidal yükseklikten çıkarılmış C3 noktalarının ortometrik yükseklikleri bulunmuştur. Bununla birlikte hesaplanan noktalarla yer yüzeyi haritası oluşturulmuştur. Ölçülen noktalar kullanılarak MATLAB yazılım programında bölgenin Jeoid modeli elde edilmiştir. Ayrıca gerçekleştirilen Dron uçuşları ile alanın topoğrafyası çıkartılarak çalışma sonuçları değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, özellikle rekreasyon ve kıyı alanları planlamalarında peyzaj tasarımı yapılacak alanın topoğrafyasının önceden haritalanmasının, planlama süreçlerine altlık oluşturabilmesi ile plan ve projelerin daha sağlıklı şekilde yürütülebilmesine önemli katkı sunacağı ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** TUSAGA-Aktif, Peyzaj, Topoğrafya, Jeoid, Kıyı Alanları

\*Sorumlu Yazar *Corresponding Author* | Okan YELER, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Van, Türkiye, okanyeler@yyu.edu.tr. ORCID<sup>1</sup>: 0000-0002-0405-4829, ORCID<sup>2</sup>: 0009-0006-2334-3518

**Geliş** Received 21.04.2023 | **Kabul** Accepted 18.05.2023 | **Basım** Published 30.06.2023

**ISSN** 2687-2358 | ARAŞTIRMA MAKALESİ (Research Article) DOI: 10.53784/peyzaj.1286360

### GEOID MODELING IN LANDSCAPE DESIGN USING TUSAGA-ACTIVE SYSTEM POINTS IN THE EXAMPLE OF A COASTAL RECREATION AREA

#### Abstract

The Turkish National Fixed GNSS Network – Active (TUSAGA-Active) system has a total of 168 fixed stations throughout Turkey and the Turkish Republic of Northern Cyprus (TRNC), and 2 control centers, namely the General Directorate of Land Registry and Cadastre (TKGM) and the General Directorate of Maps (HGM). With this system, the geographical locations can be determined, and current maps can be produced by making measurements with centimeter (cm) sensitivity, actively 24 hours a day. In the studies on this topic, the actual height of the earth (orthometric height) must be found, and this is very difficult with classical methods. For that reason, in this study, the orthometric height was found by subtracting the ellipsoidal height from the TUSAGA-Active points from the corrugation values with the determined accuracy. The study was conducted on a planned coastal recreation area in the City of Van, Turkey. Ellipsoidal height data was found by measuring the Global Positioning System (GPS) instantly from C3 points used by the XVth Land Registry and Cadastre Regional Directorate in Van Province. Using these data from the HGM corrugation map, the average corrugation coefficient of the region was found to be 23.70 cm. With this coefficient, the orthometric heights of the C3 points subtracted from the ellipsoidal height were found. A ground surface map was created with the calculated points. Using the measured points, the geoid model of the region was obtained in the MATLAB software program. The results of the study were also evaluated by extracting the topography of the area with the drone flights. The study revealed that the mapping of the topography by using TUSAGA-Active system points will make an important contribution to landscape design, especially in the planning of recreation and coastal areas.

**Keywords:** TUSAGA-Active, Landscape, Topography, Geoid, Coastal Areas

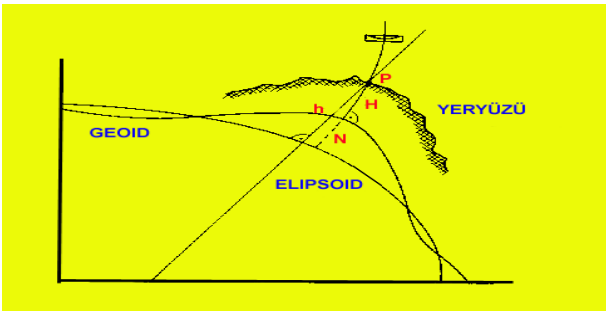
#### 1.Giriş

Günümüz birçok mühendislik çalışmalarında, arazide konum belirleyebilme işlemleri için GPS kullanılmaktadır. GPS sağladığı pratik kullanım ve doğruluğu yüksek değerli sonuçlar ile tercih edilme konusunda önde gitmektedir. GPS'in ana çözüm yaklaşımlarından faydalanılarak yer yüzeyinde istenilen her nokta için enlem, boylam ( $\phi, \lambda$ ) veya kartezyen koordinatlar (X, Y) türünden yatay koordinatların ve dikey koordinat olarak da elipsoidal yüksekliğin (h) yüksek doğruluklarla tespit edilebilmektedir. GPS'in dikey koordinatını oluşturan elipsoidal yükseklik ise mühendislik projelerinde geoitten olan nokta yüksekliği olarak ifade edilen ortometrik yüksekliklerin kullanılması

gerektiği için doğrudan kullanılamamaktadır. Yüzey ağlar için GPS gözlemlerinden faydalanılarak jeodezik çalışmalarda üç çeşit yüzey veya yer şekli göz önüne alınır. Jeodezik amaçlı GPS gözlemlerinde, uydulara dayalı olarak ölçülen yükseklikler ve relatif yükseklik farkları WGS84 elipsoidine bağlı olarak elde edilen değerlerdir (Pekpak, 2012). Fakat pratik yükseklik olarak adlandırılan ortometrik yüksekliklerin çıkarılabilmesi adına elipsoid yüzeyi ile fiziksel yeryüzü arasında bir geçiş yüzeyinin yani bir jeoidin tanımlanması gerekmektedir. Bunun sonucunda elipsoid yüksekliği ile ortometrik yükseklik arasındaki farkı açıklayan ve jeoid yüksekliği denilen bir üçüncü

yüksekliğin daha ifade edilmesi gerekmektedir. Bahsi geçen elipsoid yüksekliği (h), ortometrik yükseklik (H) ve jeoid ondülasyonu ya da jeoid yüksekliği (N) arasında ise;

$N=h-H$  şeklinde bir ilişki kurulur (İnal vd.,2014) (Şekil 1).



Şekil 1. Yükseklik çeşitleri

Kıyı alanları terimsel olarak toprağın su ile kesiştiği yer, toprağın su boyunca uzanan alanlar olan kıyıların kentler için önemi büyüktür. Yasal olarak kıyı kenar çizgisi ve kıyı çizgisi arasında mevcut olan alanlardır. Çevresel etkenlerden dolayı kıyı çizgisi farklılığa uğrasa da kıyı kenar çizgisi değişmeden sabit olarak kalmaktadır. Kıyı alanları kara ve deniz canlıları için yaşam alanı sağlamaktadır. Bu alanlar dünya genelinde insanların büyük bir kısmının yaşamını sürdürdüğü ekonomik ve sosyal kültürel açıdan gelişmiş alanlardır. Bu sebeple kıyı alanları çok fazla kullanıma sebep olmakta ve değişimi fazla olmaktadır. Kıyasal alanlar, barındırdığı doğal ve kültürel çeşitliliği, iklim, jeoloji, su, bitki çeşitliliği ve hayvan çeşitliliği gibi pek çok spesifik özellik bakımından çeşitlilik ortaya koysada bu özellikler sonucu hem mali hem de sosyal ve kültürel bakımdan peyzaj alanları arasında önemli bir yer tutmaktadır (Özgüç, 2011).

İnsanoğlu her zaman suyun varlığından keyif almakta ve suya ulaşmak, ona dokunmak ve suyla ilgili aktivitelerde bulunmak için girişimde

bulunmaktadır. Kıyılar insanlar için dinlenme alanları, yürüyüş yapılan yerler, piknik alanı, yüzmeye gidilen yerler, dalgıçlık yapılan yerler, çeşitli deniz sporunun yapıldığı her yaşta her kesimin kullanabileceği alanlar olarak bilinir (UNEP, 2009; Atik, 2010; Güçlü, 2010; Yeler vd., 2017). Bu sebeple geldiğimiz bu aşamada, korunan, kamu faydasına yönelik kullanılabilmesi ve kamu alanı (Alpay, 2011; Yavuz Özalp ve Akıncı, 2016) olabilmesi gerekli olan kıyıların bu hedef için kullanım durumunun takibinin yapılması ve kıyı alanlarının rekreatif faaliyetler için düzeyinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bunun yanında kullanılan alanların koruma ve kullanma dengesi göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Türkiye'nin mevcut jeopolitik konumu sebebiyle bir yarımada olmasından ve bulunan göllerden kaynaklı kıyı alanları fazladır. Ülke coğrafyamızın 8333 kilometrelik kısmı kıyılardan oluşmaktadır. Türkiye'de, ülke nüfusunun yaklaşık %55'i kıyı alanlarında yaşamakta ve her geçen gün bu alanlarda yaşamaya olan talep artmaktadır. Bu sınırlı alanda toplanan nüfus ve gereksinimlerini karşılamak için gerçekleştirilen faaliyetler (sanayi, ulaşım, tarım, turizm vb.) kıyı alanlarında bazı değişimlerin meydana gelmesine neden olmaktadır. Bu sebeple denizlerden gelebilecek jeolojik ve meteorolojik kaynaklı sorunlara hazırlıklı olmakla beraber, ticaret, turizm, ulaşım gibi deniz, göl ve kıyılardan faydalanılacak uygun durumların da en iyi şekilde değerlendirilmesi önemlidir (Hocagil vd., 2012; Ulay ve Yeler, 2020).

Kıyılar turizm, ulaşım gibi sebeplerden ötürü önemi yüksek yerler olmasından sebep devamlı beton yapılaşmasına karşı direnen alanlar olmuşlardır. Bu yapılaşma baskısının etkisiyle kıyılarda kıyı yönetmeliğine uymayan aykırı ve izinsiz yapılmış birçok yapı bulunmaktadır. Bunun önüne

geçilmesi gerekmekte ve kıyıların korunması gerekmektedir. Bu nedenle hâlihazırda bulunan canlı türleri, kıyı alanlarına doğala yakın görseellikler katarken aynı zamanda rekreasyonel olarak mevcut kaynakları ve hitap ettikleri büyük kitleler ile mekân oluşumuna katkı sunmaktadırlar (Özgüç, 2011; Pekpak, 2012).

Bu tarz kıyı alanları ve farklı tüm planlama alanlarında karar alma süreçlerini teknolojik gelişmeler eşliğinde hızlandırmak ve fikirleri hayata geçirebilmek adına yeni digital araçlar kullanılmaktadır. Son süreçlerde iki boyuttan üç boyuta taşınan sonuç verileri yavaş yavaş dördüncü boyuta doğru geçmektedir (Çilek vd., 2020). Bununla birlikte planlamacılar İnsansız Hava Aracı (İHA) kullanımını gittikçe arttırmış ve çözüm noktalarında aktif olarak kullanmaya başlamışlardır. Çeşitli sensörler ve fotoğrametrik yazılımlar desteği ile zamansal ve mekansal görüntü sunabilen bu araçlar doğruluğu oldukça yüksek sonuçlar ortaya koymaktadır (Berberoğlu vd., 2022).

Çalışma alanı olarak, Van ili Tuşba ilçesi Şemsibey mahallesi sınırları içerisinde yer alan eski Maden Tetkik Arama (MTA) müdürlüğü bünyesinde kullanılan alan seçilmiştir. MTA müdürlüğü son dönemlerde bu alandan ayrılmıştır. Çalışmanın amacı, bu alanda yapılacak planlama ve tasarım çalışmalarında mevcut kıyı bölgesinin topografyasının çıkarılması ve alanın topoğrafik yapısından faydalanarak bu kıyı rekreasyon alanının nasıl değerlendirilebileceği çalışmalarına katkıda bulunabilmektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu kısımda çalışma alanı, veri seti, TUSAGA-Aktif noktalarının yüksekliklerinden ondülasyon yüksekliklerinin bulunması ve yöntem hakkında gerekli bilgiler verilmiştir.

### 2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Van ilinin Tuşba ilçesinin Şemsibey mahallesinde yer almaktadır. Alan uzun süre AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) ve MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) tarafından kullanılmış olup, şuan sadece bir kısmı AFAD deposu olarak kullanılmaktadır. Çalışma alanı toplam 150 dönüm araziden oluşmaktadır. Bunun yaklaşık 10 dönümü AFAD deposu olarak kullanılmaktadır. Çalışma alanı çevresinde farklı eğitim kurumları, rekreasyon alanları, hobi bahçeleri, sosyal tesisler, hastane, Van Gölü ve yerleşim alanları bulunmaktadır(Şekil2).



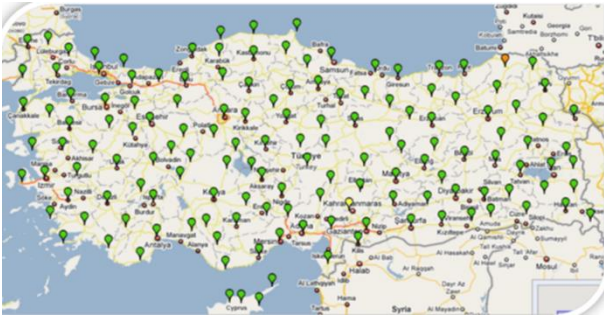
Şekil 2. Çalışma alanı coğrafi konumu

### 2.2. Çalışma Kapsamında Kullanılan Veri Setleri

Bu çalışma kapsamında üç veri seti kullanılmıştır. Bunlardan ilki; Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nden alınan sabit noktalar, ikincisi TUSAGA-Aktif sistemi ile GPS cihazından alınan noktalar, üçüncüsü ise çalışma alanı üzerinde gerçekleştirilen Dron uçuşu ile alanın üç boyutlu topoğrafik haritası çıkartılmıştır. Tüm bu noktalar çalışma sahamızı kapsayacak şekilde elde edilmiştir.

### 2.2.1. TUSAGA-Aktif (Cors-Tr) Sistemi

TUSAGA-Aktif (Cors-Tr) Sistemi'nin amacı; tüm Türkiye ve KKTC genelinde 168 istasyon ile 24 saat gerçek zamanda (RTK) coğrafi konumu cm duyarlılığında belirleyerek, kadastro ve hali hazır haritaları Uluslararası Koordinat Sistemine (ITRF) dönüştürmektir (Şekil 3).



Şekil 3. TUSAGA-Aktif istasyonları (146 adet)

Kontrol merkezlerinde bulunan sunucular, tüm istasyonlardan bir saniye aralıklı gelen ham gözlem verilerinden yararlanarak atmosferik modelleme yapmakta ve hassas düzeltme verileri hesaplamaktadır. Bununla birlikte çalışma alanında birkaç saniye sürecinde cm hassasiyetinde konum belirleme oluşturulmaktadır. TUSAGA-Aktif Sistemini öncesinde, TUTGA sistemine bağlı C derece yer kontrol noktalarının sıklaştırılması ve bu sıklaştırılmış noktalar desteğiyle GPS sistemi ile Real-Time Kinematic (RTK) detay ölçümleri oluşturulmaktaydı (Şekil 4).



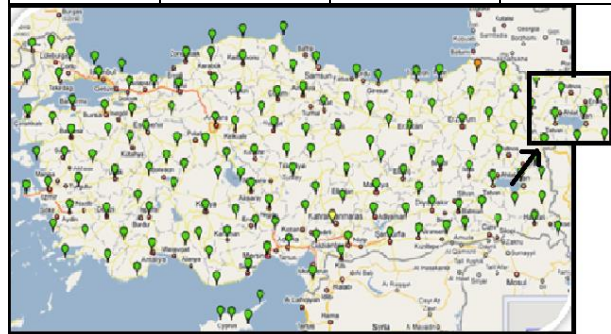
Şekil 4. TUTGA sistemine bağlı C derece nokta sıklaştırması

Literatür ile birlikte önceki çalışmalar incelendiğinde, TUSAGA-Aktif sistemi kullanımı öncesinde, yasa ve yönetmeliklerle ortaya konulan maddeler ışığında C derece yer kontrol noktaları oluşumu ve detay örneklemelemlerinde, iş gücü, maliyet ve zamansal olarak tüketimler, TUSAGA-Aktif sistemi ile ciddi oranda düşmüştür. Gelenen son aşamalarda herhangi C derece yer kontrol noktasına gerek kalmadan TUSAGA-Aktif sistemi ile cm duyarlılığında hiçbir işlem yapılmadan ölçümler ortaya konulabilmekte ve arazi çalışmalarında beklenen sonuçlara ulaşabilmektedir. Mobil operatörlerin eksik kaldığı hallerde veya kişisel isteğe göre gerçekleşen statik ölçü metodunun kullanım durumu hesaplanarak, bu metodun TUSAGA-Aktif isteminden yararlanılarak gerçekleştirilmesi sağlanmıştır (Kara, 2011).

Çalışma kapsamında, Van ilinde Tapu ve Kadastro XV. Bölge Müdürlüğü kadastro çalışmaları kapsamında oluşturulan çalışma alanımızın RTK ile ölçümünde yardımcı olacak ve çalışma alanımızı kapsayacak şekilde kullanılabilir olan C3 noktasına ait koordinat bölge müdürlüğünden temin edilmiştir (Çizelge 1 ve Şekil 5).

Çizelge 1. Çalışma kapsamında kullanılan C3 noktası koordinatları verisi (2023)

Nokta Adı	Y(m)	X(m)	Z(m)
K5030250	613755.742	4271181.186	1665.746

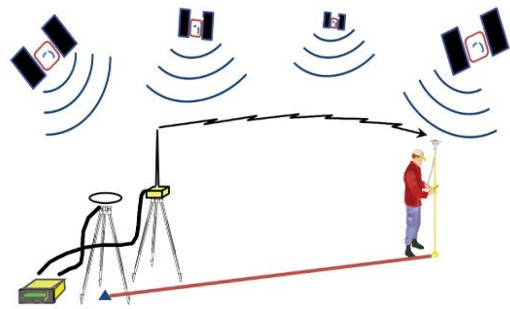


Şekil 5. Çalışma kapsamında kullanılan C3 noktası harita üzerinde koordinatları (2023)

### 2.2.2. Ağ RTK (CORS)

Yalnızca bir referans alıcısı desteği ile gerçekleştirilen Klasik RTK'nın engellenmesini ortadan kaldırmak hedefiyle gelişen teknoloji dünyası, daima inovasyon üretme çabası içerisinde olarak bu çaba sonucunda Ağ RTK metodunu geliştirmiştir. Bu Ağ-RTK sistemi ile yalnızca bir referans istasyonuna olan bağıllık ortadan kaldırılarak çok fazla sayıda referans istasyonuna ait verilerden faydalanarak belli bir alana ait atmosferik modelleme oluşturulması imkânı doğmuştur. GNSS gözlem teknikleri yetenekleri ile ağ durumunun üstün özellikleri (ağ dengelemesi) bir araya getirilmiştir. Sonuç olarak Ağ-RTK, klasik RTK tekniğine göre daha uzun baz uzunluklarında (50 - 100 km) faz gözlemlerine dayalı olarak cm hassasiyeti doğruluğunda ve gerçek zamanlı konum belirleme tekniği olarak tanımlanır (Kahveci, 2009). Ağ-RTK sistemindeki gezici alıcı, sunucuya tek veya iki farklı yol ile bağlanır (radyo modem, GSM veya internet gibi). Gezici, gerçek zamanlı kinematik veriyi aldığı anda makul bir algoritmaya göre bulunduğu konumu hesaplar. Ağ verilerinin gezicilere aktarılmasında da çeşitli metodlardan faydalanılmaktadır. Bu metodlar düzeltmelerin referans istasyonunda ya da gezicide yapıldığına, gönderilecek bilgilerin kapsamına, veri aktarma protokolüne (formatına) ve veri aktarma ortamına (telsiz, GPRS vb.) bağlı olarak değişmektedir (Şekil 6). Ağ RTK metodunun günümüzde en fazla uygulama biçimi sabit GNSS ağlarıdır. Türkiye'de bu hedefle 168 noktadan oluşan CORS-TR (Continuously Operating Reference Stations-TR) ağı kurulmuştur. CORS-TR projesinde aktif CORS yaklaşımı ortaya konulmuştur. Burada tüm Türkiye'yi içerisine alan CORS istasyonları bir kontrol merkezine bağlı olup istasyonların konumları ve atmosferik düzeltmeler sürekli hesaplanmaktadır. Bunun sonucunda atmosfer ve konum düzeltmeleri Türkiye genelinde modellenabilmektedir. Böylece,

saatler gerektiren GNSS ölçü süreleri, dakikalara ve hatta saniyelere inmektedir; baz uzunlukları da yaklaşık olarak 10 misli büyümektedir (İnal vd., 2014).



Şekil 6. CORS-TR çalışma yapısı

Çalışma kapsamında, Tapu ve Kadastro Van İl Müdürlüğü'nden elde edilen noktaya gidilerek noktanın üzerine RTK yapmak için cihaz yerleştirilmiştir. Gerekli tüm ayar ve işlemler yapılarak müdürlükten alınan noktalar cihaza okutulmuştur. Daha sonra RTK sistemine bağlanan GPS cihazı ile anlık olarak cm hassasiyetinde veri alınarak çalışma sahasını kapsayacak şekilde 217 adet nokta verisi belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çalışma kapsamında rastgele kullanılan Ağ RTK (CORS) noktaları verisi

Nokta No	X(m)	Y(m)	Yükseklik (m)
1	613020,856	4270144,431	1674,756
14	613047,490	4270117,797	1673,565
28	613074,124	4270144,431	1674,438
41	613100,758	4270144,431	1674,080
56	613127,392	4270144,431	1673,703
73	613154,026	4270144,431	1673,313
92	613180,660	4270144,431	1673,115
109	613180,660	4270623,843	1682,885
110	613207,294	4270144,431	1673,093
130	613207,294	4270677,111	1684,795
131	613233,928	4270171,065	1674,332
147	613233,928	4270650,477	1684,623
148	613233,928	4270677,111	1685,179
149	613260,562	4270171,065	1674,218
167	613260,562	4270677,111	1685,378
168	613287,196	4270197,699	1674,399
169	613287,196	4270224,333	1674,939
183	613313,830	4270224,333	1674,527
190	613313,830	4270410,771	1676,453
195	613313,830	4270543,941	1680,896
196	613340,464	4270304,235	1675,828
205	613340,464	4270543,941	1680,686
206	613367,098	4270357,503	1675,991
211	613367,098	4270517,307	1679,617
212	613393,732	4270410,771	1676,201
213	613393,732	4270437,405	1676,021
214	613393,732	4270464,039	1677,306
215	613393,732	4270490,673	1678,694
216	613420,366	4270464,039	1676,436
217	613420,366	4270490,673	1677,349

Çizelge 3. Dron yardımı ile üretilen nokta bulutu verisinden alınan noktalar

Nokta No	X(m)	Y(m)	Yükseklik (m)
1	613020,834	4270144,436	1674,773
14	613047,487	4270117,793	1673,536
28	613074,132	4270144,421	1674,432
41	613100,761	4270144,442	1674,072
56	613127,388	4270144,433	1673,699
73	613154,032	4270144,442	1673,331
92	613180,660	4270144,431	1673,115
109	613180,624	4270623,851	1682,876
110	613207,281	4270144,425	1673,092
130	613207,280	4270677,121	1684,782
131	613233,931	4270171,043	1674,362
147	613233,934	4270650,492	1684,639
148	613233,912	4270677,103	1685,182
149	613260,573	4270171,043	1674,232
167	613260,538	4270677,143	1685,362
168	613287,204	4270197,673	1674,413
169	613287,212	4270224,324	1674,945
183	613313,823	4270224,345	1674,522
190	613313,821	4270410,733	1676,461
195	613313,835	4270543,953	1680,887
196	613340,456	4270304,226	1675,815
205	613340,454	4270543,954	1680,676
206	613367,045	4270357,534	1675,985
211	613367,102	4270517,314	1679,603
212	613393,721	4270410,783	1676,222
213	613393,754	4270437,432	1676,033
214	613393,743	4270464,075	1677,321
215	613393,745	4270490,665	1678,665
216	613420,332	4270464,054	1676,428
217	613420,354	4270490,664	1677,352

### 2.2.3. Dron Verisi

Çalışma alanının hem topoğrafik ve 3 boyutlu haritasını çıkarmak hem de yapılacak tüm işlemlerde kontrol sağlaması amacıyla Dron ile uçuş yapılmıştır. Bunun için hassas çalışma ve doğru koordinatlar elde etmek amacıyla yer yüzeyine kontrol noktaları atılmıştır. Daha sonra ise uçuşlar gerçekleştirilerek noktalar alınmıştır (Çizelge 3).

Yapılan bu arazi çalışmalarının sonucunda saha çalışmaları bitirilerek elde edilen verileri işlemek için ofis çalışmalarına geçilmiştir. Bu çalışmalarda MATLAB ve Agisoft gibi farklı yazılım programlarından yararlanılmıştır.

### 2.3. Yöntem

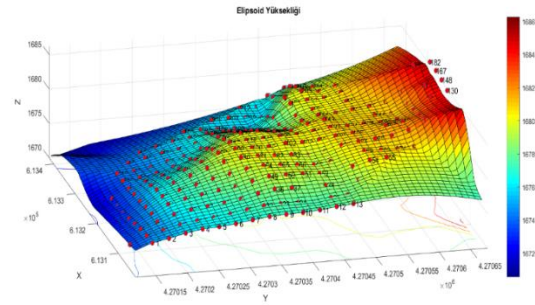
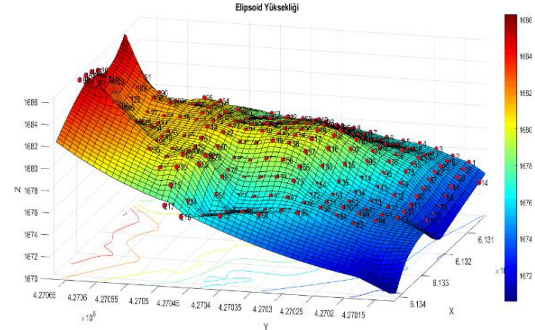
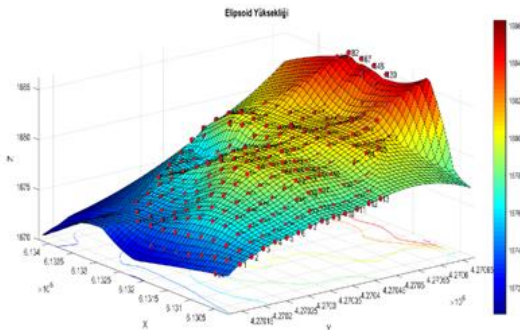
Çalışmanın materyal toplama işlemi bittikten sonra yöntem uygulama aşaması için ofis

çalışmalarına geçilmiştir. Öncelikle MATLAB (9.0.0) yazılım programı desteği ile arazi topoğrafyasının çıkartılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda aşağıda detaylı olarak belirtildiği üzere gerekli kodlar yazılarak işlemler başlatılmıştır. Yazılan bu kodlara arazi çalışmalarında elde edilen koordinatlar tanımlanmış ve program içeriğinde koşturma işlemi başlatılmıştır.

Daha sonraki adımlarda, dron ile çalışma alanının topoğrafyasını çıkarmak için Agisoft programı desteği ile veri girişleri yapılmıştır. Dron ile elde edilen görüntüler programa yüklenerek saha çalışmasında tahsis edilen yer kontrol noktaları tanıtılmıştır. MATLAB programı ile elde edilen topoğrafik haritalar ile dron ile elde edilen topoğrafya görüntüleri incelenerek sonuç verileri yorumlanmıştır.

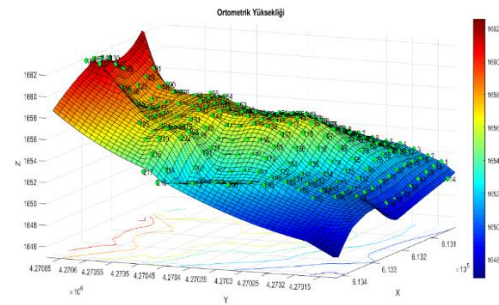
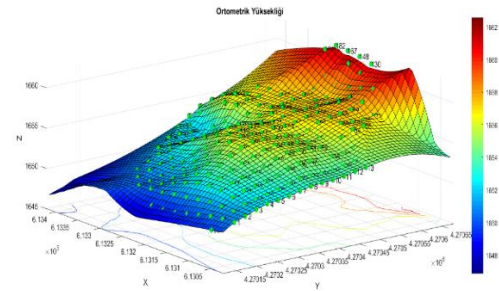
### 3. Bulgular

MATLAB programı desteği ile oluşturulan kodlar bu aşamada çalıştırılmıştır. Arazide elde ettiğimiz koordinatların topoğrafyası model olarak oluşturulmuştur. Oluşan modelin yüzeyi program desteğiyle Elipsoid yüksekliğini oluşturmuştur (Şekil 7).

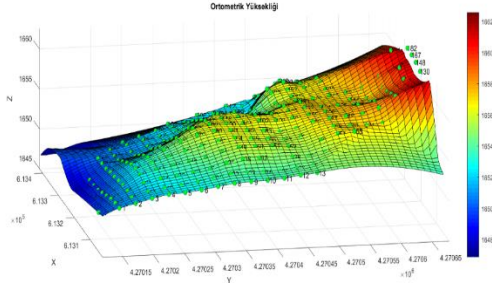


Şekil 7. Elipsoid yüksekliğiyle oluşturulan yüzey

Arazide elde edilen veriler ile oluşan modelin yüzeyi program desteğiyle Ortometrik yüksekliği oluşturmuştur (Şekil 8).

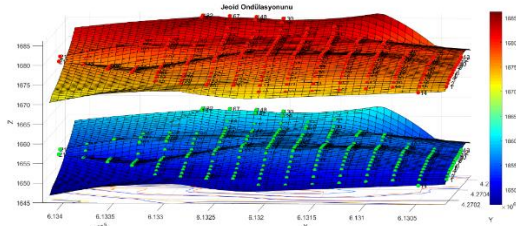
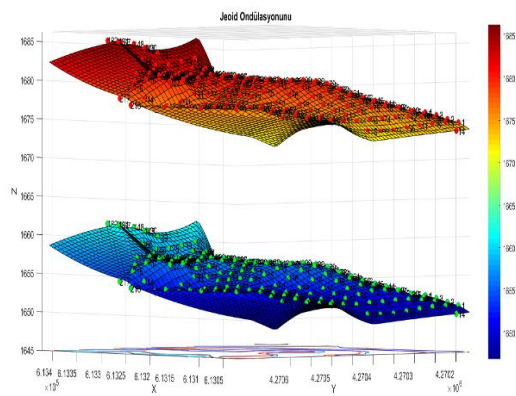
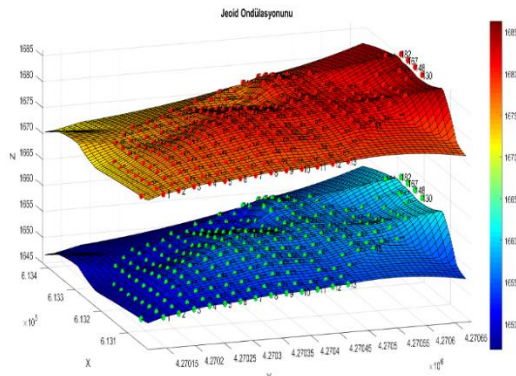






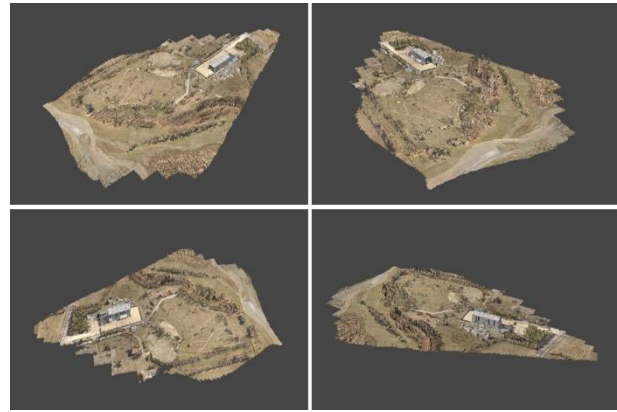
Şekil 8. Ortometrik yüksekliğiyle oluşturulan yüzey

Elipsoid yüksekliklerinden oluşturulan yüzey ile Ortometrik yüksekliklerden oluşturulan yüzey tek bir dosyada birleştirilmiş ve Jeoid ondülasyonu oluşturulmuştur (Şekil 9).



Şekil 9. Jeoid ondülasyonunun oluşturulması

Son olarak drone uçuşu çalışması kapsamında, öncelikle sahanın seyrek nokta bulutu çıkarılmıştır. Bu seyrek nokta bulutlarının yardımıyla alanın sık nokta bulutu çıkarılmıştır. Bu sık nokta bulutlarının yardımı ile alanın orthomozaik haritası ve yükseklik modeli çıkarılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Alanın drone ile oluşturulan yükseklik modeli

Ağ RTK (CORS) ve Drone hava aracı tarafından elde edilen bu veriler karşılaştırılarak doğrulukları kontrol edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Ağ RTK (CORS) ile edilen koordinat ve yükseklikler ile Drone tarafından elde edilen koordinat ve yüksekliklerinin karşılaştırılması

Nokta No	$\Delta Y(m)$	$\Delta X(m)$	$\Delta H(m)$
1	0,022	-0,005	-0,017
14	0,003	0,004	0,029
28	-0,008	0,010	0,006
41	-0,003	-0,011	0,008
56	0,004	-0,002	0,004
73	-0,006	-0,011	-0,018
92	0,017	0,008	0,007
109	0,036	-0,008	0,009
110	0,013	0,006	0,001
130	0,014	-0,010	0,013
131	-0,003	0,022	-0,030
147	-0,006	-0,015	-0,016
148	0,016	0,008	-0,003
149	-0,011	0,022	-0,014
167	0,024	-0,032	0,016
168	-0,008	0,026	-0,014
169	-0,016	0,009	-0,006
183	0,007	-0,012	0,005
190	0,009	0,038	-0,008
195	-0,005	-0,012	0,009

196	0,008	0,009	0,013
205	0,010	-0,013	0,010
206	0,053	-0,031	0,006
211	-0,004	-0,007	0,014
212	0,011	-0,012	-0,021
213	-0,022	-0,027	-0,012
214	-0,011	-0,036	-0,015
215	-0,013	0,008	0,029
216	0,034	-0,015	0,008
217	0,012	0,009	-0,003

Ağ RTK (CORS) ile alınan verilerin hava aracı verileri ile karşılaştırılması yapıldığında değerler arasında BÖHHBÜY (Büyük Ölçekli Harita Ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği) 'ne göre hata sınırının altında olduğu anlaşılmıştır.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan değerlendirme ve analizler neticesinde CORS-TR sistemi üzerinden elde edilecek ortometrik yüksekliklerin cm mertebesinde doğruluklar verdiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda yapılacak olan işin hassasiyetine göre zaman, iş gücü ve maliyet açısından büyük fayda sağlayabileceği ortaya çıkmıştır.

Peyzaj tasarımlarında özellikle eş yükselti eğrilerinin dikkate alınarak, kazı dolgu oranı gibi alanın peyzaj mühendisliği hesaplamalarında topoğrafik yapının dikkate alınmasının uygulanabilir peyzaj projesi aşamalarının en önemli kısımlarından biri olduğu bilinmektedir. Arazinin eğimi, yüksekliği ve tasarım bütünlüğünün sağlanabilmesi adına önceden bilinmesi gereken alana ait mevcut tüm verilerin tespiti projenin uygulanabilirliği bakımından oldukça önem arz etmektedir.

Yapılan çalışma kapsamında yaklaşık 150 dönüm gibi büyük bir kıyı rekreasyon alanı planlanması çalışmaları öncesinde alanın topoğrafyasının TUSAGA-Aktif Sistemi Noktaları Kullanılarak cm ölçeğinde yükseklik modeline ulaşılabildiği tespit edilmiştir. Alanın kuzey kısmında yer alan yol tarafından girişten kıyı kısmına kadar özellikle ani yükselmelerin ve alçalmaların olduğu ve bunun çalışma alanı içerisinde farklı noktalarda tekrarlandığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda arazi özelinde özellikle cm hassasiyetinde gerçekleştirilen

bu ölçümlerin varlığı, peyzaj tasarımlarına yönelik planlanacak rekreasyon alanları için önemli bir altlık oluşturacaktır.

Teknolojik gelişmeler ışığında özellikle son yıllarda sık kullanılmaya başlanan ve farklı çekim özelliklerine sahip insansız hava araçları ve dron teknolojilerinin çalışma alanlarında hem daha az iş gücü hem de daha sağlıklı veri elde edebilmek açısından önemli çıktı verileri üretebildiği bilinmektedir. Bu çalışma kapsamında da TUSAGA-Aktif Sistemi noktaları kullanılarak oluşturulan topoğrafik haritaların dron çekimleri ile desteklenmesi ve kıyaslanabilmesine imkân sağlamıştır. Dron uçuşları ile elde edilen topoğrafik yükseklik modelinin TUSAGA-Aktif Sistemi noktaları ile oluşturulan hassas ölçümlü Jeoid ondilasyonu ile karşılaştırıldığında sonuçların oldukça uyum sağladığı ve hassas ölçümlerin daha geniş çalışmalarda kullanılabilme imkânı sunduğu gözlenmiştir. Ayrıca peyzaj tasarımlarında geniş alanlarda hızlı ve maliyeti düşük bir şekilde ölçüm yapabilme ve doğrudan uygulamaya yönelik topoğrafik altlıklar oluşturabilme imkânı sunmuştur.

**Kaynaklar**

- Akçın H (2001) Jeoid Kavramı ve Belirleme Teknikleri Üzerine Bir İnceleme, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. Niğde.
- Akiz E, Yerci M (2009) Jeoid Kullanarak Elipsoit Yüksekliklerinden Ortometrik Yükseklik Belirleme Yöntemlerinin Doğruluk Araştırması, Harita Dergisi.
- Alpay B (2011) Alaplı (Zonguldak) kent merkezi ve kıyı dolgu alanı düzenleme süreci - kentsel tasarım projeleri. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 1(3).
- Atik M (2010) Environmental Protection in Coastal Recreation Sites in Antalya, Turkey. Coastal Management, 38:6, 598-616. DOI: 10.1080/08920753.2010.519433
- Berberoğlu S, Akın Tanrıöver A, Şatır O, Dönmez C, Çilek A, Şahingöz M (2022) Geospatial technologies for physical planning: Bridging the gap between earth science and planning, Journal of Design for Resilience In Architecture & Planning, 3(2).
- Cilek A, Berberoglu S, Dönmez C, Ünal M (2020) Generation of high-resolution 3-D maps for landscape planning and design using UAV technologies, Journal of Digital Landscape Architecture, 5(1).
- Erbaş M (2013) Hava Fotoğrafı Arşivi Bilgi Sistemi, Harita Dergisi, 150, 28-34.
- Erkaya H (2006) Yükseklik Ölçmeleri Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Güçlü Y (2010) Doğu Karadeniz Bölümü Kıyı Kuşağında İklim Konforu Şartlarının Kıyı Turizmi Yönünden İncelenmesi, Coğrafi Bilimler Dergisi CBD, 8(2).
- Hocagil MM, Aydın A, Yeler O (2012) Süs Bitkileri Sektörü Yatırım El Kitabı. Mersin Flora Süs Bitkileri Projesi. Mersin.
- İnal C, Gündüz A, Bülbül S (2014) Klasik RTK ve Ağ RTK'nin Karşılaştırılması.
- Kahveci M (2009) Kinematik, GNSS ve RTK CORS Ağları.
- Kalaycı İ (1997) GPS İle Ortometrik Yüksekliğin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Konya.
- Kara T (2011) Tapu ve Kadastro Modernizasyon Projesi Eğitimi (TKMP).
- Kumar SS, Chauhan AK (2006) Fast Vertical Positioning with GPS & EGM96 Geoid Model, ONGC, A&AA Basin, Jorhat, India.
- Özgüç N (2011) Turizm Coğrafyası. Çantay Kitabevi, 544s, İstanbul.
- Pekpak HE (2012) Kıyı Alanlarında Turizm Odaklı Mekânsal Gelişim: Lara Örneği, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Sesli FA, Aydınöğlü AÇ, Akyol N (2003) Kıyı alanlarının yönetimi. 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiriler Kitabı, 769-780, Ankara.
- Şanlıoğlu İ, Ceylan A, İnal C, Çorumluoğlu Ö, Kalaycı İ (2002) Konya Bölgesi İçin GPS ile Elde Edilen Elipsoidal Yüksekliklerden Ortometrik Yüksekliklerin Hesaplanması, Selçuk Üniversitesi, Jeodezi ve Fotoğrametrik Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, Konya.
- Şimşek DS, Korkut AB (2009) Kıyı Şeridi Rekreasyon Potansiyelinin Belirlenmesinde Bir Yöntem Uygulaması: Tekirdağ Merkez İlçe Örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi.
- Taktak F (2005) Afyonkarahisar'da GPS Gözlemleri ve Nivelman Ölçüleri Yardımıyla Yerel Jeoid Profilinin Çıkarılması, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Tuşat E (2000) GPS Gözlemleri ve Yersel Gözlemler Yardımıyla Jeoid Profilinin Çıkarılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ulay G, Yeler O (2020) Wood and Wood Based Materials in Urban Furniture Used in Landscape Design Projects, Wood Industry and Engineering, 2(1), 35-44.
- UNEP (2009) Sustainable Coastal Tourism. United Nations Environment Programme, 87, Fransa.
- Yanalak M (2002) Sayısal Arazi Modellerinde Yükseklik Enterpolasyonu, İstanbul.
- Yaprak S, Arslan E (2008) Kriging Yöntemi ve Geoit Yüksekliklerinin Enterpolasyonu, Jeodezi



Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi,  
Sayı 98.

Yavuz zalp A, Akıncı H (2016) Development and  
management of private property rights on  
coastal areas. Ocean & Coastal  
Management.

Yeler O, Şatır O, Berberoğlu, S (2017) Object Based  
Classification of Crop Pattern Using Multi-  
Temporal Satellite Dataset in Multi-  
Cropped Agricultural Areas: Lower Seyhan  
Plane Case Study, Yuzuncu Yıl University  
Journal of Agricultural Sciences, 27(1),1-9.

Yılmaz N (2011) Türkiye İçin Farklı Yöntem ve  
Verilerle Belirlenen Jeoidlerin  
Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Karadeniz  
Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Trabzon.

Yiđit C (2003) Elipsoidal Yüksekliklerin Ortometrik  
Yüksekliđe Dönüřümünde Kullanılan  
Enterpolasyon Yöntemlerinin  
Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk  
niversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Konya.

Yurt K (2006) Geometrik ve Gravimetrik Metodlarla  
Lokal Jeoid Belirleme ve Modelleme:  
Trabzon İli rneđi, Doktora Tezi, Karadeniz  
Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü  
Trabzon.