

<b>Dersin Adı:</b> Fiziksel Jeodezi				<b>Course Name:</b> Physical Geodesy		
Kod (Code)	Yarıyıl (Semester)	Kredi (Local Credits)	AKTS Kredi (ECTS Credits)	Ders Uygulaması, Saat/Hafta (Course Implementation, Hours/Week)		
				Ders (Theoretical)	Uygulama (Tutorial)	Laboratuvar (Laboratory)
GEO 401/401E	7	2	4	2	0	-
<b>Bölüm / Program (Department/Program)</b>		Geomatik Mühendisliği (Geomatics Engineering)				
<b>Dersin Türü (Course Type)</b>		Seçmeli (Selective)		<b>Dersin Dili (Course Language)</b>		Türkçe-İngilizce (Turkish- English)
<b>Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)</b>		-				
<b>Dersin Mesleki Bileşene Katkısı, % (Course Category by Content, %)</b>		<b>Temel Bilim ve Matematik (Basic Sciences and Math)</b>	<b>Temel Mühendislik (Engineering Science)</b>	<b>Mühendislik/Mimarlık Tasarım (Engineering/Archit ecture Design)</b>	<b>Genel Eğitim (General Education)</b>	
		100	-	-	-	
<b>Dersin Tanımı (Course Description)</b>		<p>Bu ders kapsamında Fiziksel Jeodezi'nin konusu içinde yaralan yeryuvarı ve yeryuvarı gravite alanı parametrelerinin, zamansal değişimleri ile belirlenmesi, modellenmesi ve analizi konu edilmektedir. Jeodezik altyapıda presizyonlu bir ülke Geoit Modelinin jeodezik çalışmalar ve mühendislik uygulamalarında nokta yükseklik bilgisinin üretilmesinde kullanılması önem arz eder. Bugün geoit modelleri, ülke jeodezik altyapısının önemli bir bileşenidir ve belirlenmesi, kullanılması geomatik mühendisliği disiplininin uygulama alanı içerisinde yer alır. Dersin içeriğinde: Fiziksel Jeodezinin temellerinden kısaca söz edildikten sonra, yeryuvarı gravite alanı ve geoit modelinin hesaplanmasında kullanılan yersel ve uydu verileri ve yöntemler işlenmektedir. Yer gravite alanına ilişkin farklı parametrelerin jeodezideki işlevi, yükseklik sistemlerinin tanımlanması ile aralarındaki bağıntılar irdelenerek, bir geoit modelleme yönteminin çalışmanın amacına göre seçilmesi (hesaplanması) ve uygulamada kullanılması konuları ile devam edilmektedir.</p> <p>In this course subjects in physical geodesy such as the analysis and modelling the parameters of the earth and earth's gravity field with temporal changes is covered. The use of a national precise geoid model in geodetic infrastructure and in engineering applications is important. Geoid models are today important components of national geodetic infrastructure and determination and use are subjects of the geomatics engineering applications. In the course, terrestrial and satellite data and methods used in the calculation of the geoid model and earth's gravity field are mentioned following the introduction of the basics of the physical geodesy. Then it is continued on the selection and the use of geoid modelling method in practice by examining the relationships between the definition of the height systems and the functions of parameters regarding the earth's gravity field in geodesy.</p>				
<b>Dersin Amacı (Course Objectives)</b>		<p>Bu dersin temel amacı, öğrencilere yeryuvarı şeklinin, zamansal değişimleri ile birlikte gravite alanının (ve değişimlerinin) farklı veri ve yöntemlerle modelleme, belirlenen modelleri amaca uygun uygulama becerileri kazanmaları ve bu modelleri jeodezik çalışmalardaki kullanmalarını sağlamaktır.</p> <p>The main aim of this course is to provide students to gain the use of modelling the earth's shape, gravity field (and changes) with temporal changes using various data and methods and applying these models in specific geodetic studies.</p>				

<b>Dersin Öğrenme Çıktıları</b>  <b>(Course Learning Outcomes)</b>	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler;	
		DÖÇ
	1	Fiziksel Jeodezi'nin konusunu anlamak ve çalışmalarını gerçekleştirmek için gerekli konseptte hâkimdir.
	2	Yer gravite alanı parametrelerini, jeodezik uygulamalarda kullanır. Yükseklik sistemlerini sınıflandırır.
	3	Gerçekleştireceği mekânsal veriye dayalı bir uygulamada gereksinim duyacağı yükseklik sistemine karar verir.
	4	GNSS yüksekliklerini ortometrik yüksekliklere dönüştürmek için, presizyonlu geoit modelini hesaplar, kullanır, dönüşüm sonuçlarını analiz eder, raporlar.
	5	Farklı yöntemlerle geoit modeli hesaplar, sonuçları karşılaştırır, analiz eder.
	6	Yer gravite alanı parametrelerinin belirlenmesinde teknolojinin katkılarını irdeler, yer gravite alanı uydu misyonlarını ve özelliklerini açıklar.
	7	Ülke düşey datumundan olan nokta yüksekliklerinin üretilmesinde ve geoit modellerinin üretilmesinde yürürlükteki yönetmelik maddelerini irdeler, yorumlar ve uygular.
	8	Yer gravite alanı parametrelerinin hesaplanmasında yazılım ve programlama dillerine ilişkin bilgilerini sorunsuzca kullanır. Uluslararası hesaplama servislerinin veri tabanı ve ağ tabanlı geliştirdikleri kullanıcı arayüzlerinden yararlanır, veri elde eder ve yer gravite alanına ilişkin hesaplamaları gerçekleştirir.
	Students who complete the course successfully are able to;	
		CLO
	1	Expresses the concepts to understand and apply subject of the physical geodesy
	2	Uses the earth gravity field parameters in geodesy Classifies the height systems
	3	Decides the required height system in an application based on spatial data
	4	Computes and uses precise geoid model to transform GNSS heights to orthometric heights, analyses the transformation results, and reports
	5	Compute the geoid model using various methods, compare results, analyses
	6	Examine the contribution of technology on the determination of the earth gravity field parameters, explains the earth gravity field satellite and features
7	Examines, interprets, and applies the current regulation articles to produce geoid models and point elevations in national vertical datum	
8	Uses software and the knowledge based on programming languages logically in the computations of earth gravity field parameters Obtains data, computes the earth gravity field parameters, and makes use of the computations interfaces developed by international services based on database and network,	

**DERS PLANI**

<b>Hafta</b>	<b>Konular</b>	<b>Dersin Öğrenme Çıktıları</b>
<b>1</b>	Giriş, dersin hedeflerinin tanımlanması, genel çerçevede Fiziksel Jeodezi konuları. Jeodezinin tarihsel gelişimi: küresel yeryuvarı sanrısı, elipsoidal yeryuvarı sanrısı, meridyen yayı belirleme çalışmaları ve jeodezik ağlar, çekül sapmaları ve Geoit, 3B ve 4B Jeodezi. Fiziksel Jeodezi'nin Geomatik Mühendisliği disiplini içerisindeki yeri ve önemi. Gereksinim duyulacak Temel Bilim konularına ilişkin hatırlatma ve literatür önerileri.	<b>1</b>
<b>2</b>	Yeryuvarı gravite alanı: Yerçekimi ve potansiyeli, küresel simetrik yer modeli ve çekim kuvveti, yerçekimi potansiyelinin özellikleri, merkezkaç kuvveti ve özellikleri, Gravite ivmesi ve Gravite potansiyeli.	<b>1, 2</b>
<b>3</b>	Yer gravite alanı Geometrik Özellikleri: nivo yüzeyi, çekül eğrisi, yerel gravite alanının gösterimi ve nivo yüzeyi eğriliği (ifadesi), Doğal Koordinatlar	<b>1, 2</b>
<b>4</b>	Yer gravite alanı Fiziksel Özellikleri: Yüzey küresel harmonikler ile ifade edilmesi, harmonik açınım katsayılarının fiziksel yorumlanması.	<b>1, 2</b>
<b>5</b>	Geoit tanımı, ortalama deniz seviyesi ve dinamik okyanus topoğrafyası kavramları, Yükseklik Referans Yüzeyi olarak Geoit, Zamansal gravite alanı değişimleri, yerçekim sabiti ve yer dönme parametreleri, gelgit ivmesi ve potansiyeli, gelgit'den bağımsız zamansal değişimler.	<b>1, 2</b>
<b>6</b>	Yeryuvarı Normal gravite alanı, nivo elipsoidi ve "en uygun elipsoit" kavramları, nivo elipsoidi normal gravite alanı, normal gravite alanı geometrisi, Jeodezik Referans Sistemleri	<b>1, 2</b>
<b>7</b>	Ölçme Yöntemleri- Gravimetri: Mutlak gravite ölçmeleri, rölatif gravite ölçmeleri, Gravite Referans Sistemleri, Hareketli platformlarda taşınan sensörler ile gravite ölçmeleri, Gravite Gradyometrisi, Gravite Ağları.	<b>1, 2, 3</b>
<b>8</b>	Ölçme Yöntemleri- Astrojeodezik Ölçmeler Astrojeodezik indirgemeler, Astrojeodezik geoit belirleme (Astrojeodezik nivelman)	<b>2, 3</b>
<b>9</b>	Yükseklik Sistemleri: Yükseklik belirleme yaklaşımları, jeopotansiyel sayı, dinamik yükseklikler, ortometrik yükseklikler, elipsoidal yükseklikler, normal yükseklikler, yükseklik sistemleri arasındaki ilişkiler, Ülke yüksekli datumu ve ülkemizde düşey kontrol.	<b>2, 3</b>
<b>10</b>	Hesaplama Yöntemlerinin Temelleri- Jeodezik Sınır Değer Problemleri, Topografik kitlelerin çekim etkilerinin hesaplanması (topografik düzeltme ve indirgemeler)	<b>4, 5</b>
<b>11</b>	Geoit Hesaplama Yaklaşımları – Global gravite alanının modellenmesi: Küresel harmonik ifadeler, düşük ve orta dereceden açınımına sahip gravite alanı modelleri, ultra-yüksek dereceli açınım modelleri, Yer gravite alanı uydu misyonları (GOCE, GRACE, CHAMP) verilerinin geoit modellerine katkıları.	<b>5, 6</b>
<b>12</b>	Yerel ve Bölgesel Geoit Hesaplama: Gravimetrik geoit yükseklikleri ve çekül sapmalarının hesaplanması, Astrojeodezik geoit ve çekül sapmalarının hesaplanması, Farklı verilerin kombinasyonu ile geoit hesaplama: Kaldır-Hesapla-Yerine Koy yaklaşımı, En Küçük Kareler kollokasyonu.	<b>4, 5, 7</b>
<b>13</b>	Yerel ve Bölgesel Geoit Hesaplama (devamı): GNSS/nivelman verilerinin yerel geoit hesaplamalarında kullanılması, ülkemizde yerel ve bölgesel geoitlere ilişkin örnekler, Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinin yükseklik kontrolüne ilişkin yönetmelik maddelerinin irdelenmesi.	<b>4, 5, 7</b>
<b>14</b>	Geoit modellerinin hesaplanmasına ilişkin sayısal uygulama ve atölye çalışması.	<b>5, 6, 8</b>

**COURSE PLAN**

<b>Weeks</b>	<b>Topics</b>	<b>Course Learning Outcomes</b>
<b>1</b>	Introduction, definition of course objectives, physical geodesy subject in general Historical development of geodesy: spherical earth belief, ellipsoidal earth belief, meridian arc determination studies and geodetic networks, deflection of vertical and geoid, 3D and 4D geodesy The position and importance of physical geodesy in geomatics engineering Acknowledgment about required the basic science subjects and reading suggestions	<b>1</b>
<b>2</b>	Earth gravity field: gravitation and gravitational potential, spherical symmetric earth model and gravity force, the properties of gravitational potential, centrifugal force and properties, gravity acceleration and gravity potential	<b>1, 2</b>
<b>3</b>	Geometrical properties of earth gravity field: level surface, plumb line, representation of local gravity field and curvature of level surface, natural coordinates	<b>1, 2</b>
<b>4</b>	Physical properties of earth gravity field: representation by surface circular harmonic, physical interpretation of harmonic expansion coefficients	<b>1, 2</b>
<b>5</b>	Definition of geoid, concepts of mean sea level and dynamic ocean topography, geoid as a height reference surface Temporal gravity field changes, gravitational constant and earth rotation parameters, tidal acceleration and potential, temporal changes independent of tides	<b>1, 2</b>
<b>6</b>	Earth normal gravity field, leveling ellipsoid and "best fitting ellipsoid", normal gravity field of level ellipsoid, geometry of normal gravity field, geodetic reference systems	<b>1, 2</b>
<b>7</b>	Measurement methods: gravimeter, absolute gravity measurements, relative gravity measurements, gravity reference systems, gravity measurements using mobile platforms, gravity gradiometer, gravity networks	<b>1, 2, 3</b>
<b>8</b>	Measurement methods: Astrogeodetic Measurement Astrogeodetic reductions, Astrogeodetic geoid determination (Astrogeodetic leveling)	<b>2, 3</b>
<b>9</b>	Several Height Definitions, geopotential number, dynamical heights, orthometric heights, ellipsoidal heights, normal heights, relationships between height systems, National elevation datum and national height control	<b>2, 3</b>
<b>10</b>	Basics of calculation methods- Geodetic boundary values problems, calculation of gravity effects of topographic masses (topographic correction and reductions)	<b>4, 5</b>
<b>11</b>	Geoid calculations-Modelling global gravity field: spherical harmonics, low and middle degree expansions of gravity field models, ultra-high degree expansion models, contribution of earth gravity satellite missions (GOCE, GRACE, CHAMP) to geoid models	<b>5, 6</b>
<b>12</b>	Local and regional geoid calculations: Gravimetric geoid heights and calculations for deviations of vertical, astrogeodetic geoid and calculation for deviations of vertical, calculation of geoid using different data combinations: Remove-Calculate-Replace approximation least squares collocation	<b>4, 5, 7</b>
<b>13</b>	Local and regional geoid calculations (cont'd): Using the GNSS/leveling data for local geoid calculations, examples to local and regional geoids in our country, interpretation of articles regarding the height control in Regulations for Production of Large Scale Maps and Mapping Information"	<b>4, 5, 7</b>
<b>14</b>	Numerical application regarding the calculation of geoid models and workshop	<b>5, 6, 8</b>

**Dersin Geomatik Mühendisliği Öğrenci Çıktılarıyla İlişkisi**

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait öğrenci çıktıları)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
1	Mühendislik, fen ve matematik ilkelerini uygulayarak karmaşık mühendislik problemlerini belirleme, formüle etme ve çözme becerisi.		X	
2	Küresel, kültürel, sosyal, çevresel ve ekonomik etmenlerle birlikte özel gereksinimleri sağlık, güvenlik ve refahı göz önüne alarak çözüm üreten mühendislik tasarımı uygulama becerisi.			
3	Farklı dinleyici gruplarıyla etkili iletişim kurabilme becerisi.			
4	Mühendislik görevlerinde etik ve profesyonel sorumlulukların farkına varma ve mühendislik çözümlerinin küresel, ekonomik, çevresel ve toplumsal bağlamdaki etkilerini göz önünde bulundurarak bilinçli kararlar verme becerisi.			
5	Üyeleri birlikte liderlik sağlayan, işbirlikçi ve kapsayıcı bir ortam yaratan, hedefler belirleyen, görevleri planlayan ve hedefleri karşılayan bir ekipte etkili bir şekilde çalışma yeteneği becerisi.			
6	Özgün deney geliştirme, yürütme, verileri analiz etme ve yorumlama ve sonuç çıkarmak için mühendislik yargısını kullanma becerisi.			
7	Uygun öğrenme stratejileri kullanarak ihtiyaç duyulduğunda yeni bilgi edinme ve uygulama becerisi.		X	

**Ölçek:** 1: Az, 2: Kısmi, 3: Tam

**Relationship of the Course to Geomatics Engineering Student Outcomes**

	Program Student Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
1	An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics.		X	
2	An ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors.			
3	An ability to communicate effectively with a range of audiences.			
4	An ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts.			
5	An ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives.			
6	An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions.			
7	An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.		X	

**Scaling:** 1: Little, 2: Partial, 3: Full

<u>Tarih (Date)</u> 25.02.2022	<u>Bölüm onayı (Departmental approval)</u>
-----------------------------------	--

Ders kaynakları ve Başarı değerlendirme sistemi (Course materials and Assessment criteria)

Ders Kitabı (Textbook)	<b>Heiskanen WA, Moritz H, "Physical Geodesy", WH Freeman San Fransisco, 1967, 364 syf.</b> <i>Torge W, "Geodesy", Springer, 2001,</i>
Diğer Kaynaklar (Other References)	Hofmann-Wellenhof B, Moritz H., "Physical Geodesy", Springer, 2006. 403 syf. Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, 2005 Sanso F, Sideris MG, Geoid Determination Theory and Methods, Lecture Notes in Earth System Sciences, Springer Verlag, 734 syf. Sanches L (ed) "Vertical Datum and Height Systems" IAG Symposia Series, Springer-Verlag, 353 syf.
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	Dönem süresince 3 adet ödev verilecek. I. Ödev dersin konuları ve uygulama alanlarından o dönem için belirlenecek bir konuda literatür araştırması ve raporlanması, II. Ödev Yersel veriler ile lokal bölgede geoid hesaplama (uygulayacakları yöntem de her dönem değişecek), III. Ödev ICGEM servisi web ara yüzünü kullanarak yer gravite alanının hesaplanması ve haritalanması konusunda uygulama (ya da benzeri bir uluslararası servis internet tabanlı hesaplama servisi), elde edilen sonuçların rapor Veriliş ve teslim tarihi, dönem başında bildirilecek. Ödev 1 ve Ödev 2 bireysel, Ödev 3 karşılaştırma ve analizleri içerecek şekilde gruplar için dönem projesi olarak verilecek. Final ön şartı yalnızca belirtilen oranda ders katılımıdır.
Laboratuar Uygulamaları (Laboratory Work)	Dersin Laboratuar uygulaması bulunmaz.
Bilgisayar Kullanımı (Computer Usage)	Ödev 2 ve Ödev 3 öğrenci ya da öğrenci grupları tarafından, kullanabildikleri bir programlama dilinde tasarlayacakları kodlar ile gerçekleştirilecektir.
Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-

**Başarı Değerlendirme Sistemi - (Assessment Criteria) \***

DEVAM MİN	YILSONU SINAVINA GİRME ŞARTI	ÖDEV + KISA SINAV SAYISI	YILIÇI BAŞARI NOTUNA KATKISI	YILIÇI SINAVI SAYISI	YILIÇI BAŞARI NOTUNA KATKISI	YILIÇI BAŞARI NOTUNUN KATKISI	YIL SONU SINAVININ KATKISI	YILIÇI MINIMUM BAŞARI NOTU
70	Devam koşulunu yerine getirmek	-	-	1	100	50	50	30

\* Güncel ders başarı kriterleri için İTÜ Geomatik Mühendisliği Bölüm web sayfasına bakınız.