

<b>Dersin Adı:</b> Hata Teorisi ve Dengeleme Hesabı				<b>Course Name:</b> Theory of Errors and Adjustment Computations		
Kod (Code)	Yarıyıl (Semester)	Kredi (Local Credits)	AKTS Kredi (ECTS Credits)	Ders Uygulaması, Saat/Hafta (Course Implementation, Hours/Week)		
				Ders (Theoretical)	Uygulama (Tutorial)	Laboratuar (Laboratory)
GEO 204/204E	4	3	3	2	2	-
<b>Bölüm / Program (Department/Program)</b>		Geomatik Mühendisliği (Geomatics Engineering)				
<b>Dersin Türü (Course Type)</b>		Zorunlu (Compulsory)		<b>Dersin Dili (Course Language)</b>		İngilizce ve Türkçe (English and Turkish)
<b>Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)</b>		GEO 215E MIN DD veya GEO 225E MIN DD veya MAT 271 MIN DD veya MAT 271E MIN DD veya JDF 232 MIN DD veya JDF 232E MIN DD				
<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, bir rastlantı değişkeni olarak ölçü ve olasılık teorisi ile ilişkileri, konuya ilişkin her türden kavramlar ve bunların ele alınıp elde edilen ölçü ve sonuçların niteliğinin anlaşılmasına yönelik geliştirilmiş ve kullanılan modeller ele alınıp işlenmektedir. Ayrıca bu modeller ve benzer diğer dengeleme hesabı yöntemlerinin jeodezik problemlerin değerlendirmesinde nasıl kullanıldığı dersin ana konusunu oluşturmaktadır.</p> <p>In this course, observation as a random variable and relation with probability theory, any kind of concepts related with the subjects, models developed and used to understand the quality of the observations and results are covered. In addition, these models and similar adjustment calculation methods used in the solution of the geodetic problems are the main subjects of the course.</p>				
<b>Dersin Amacı (Course Objectives)</b>		<p>Bu dersin amacı, öğrencilerine,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jeodezik uygulamalarda hata teorisinin kullanımını,</li> <li>2. Doğruluk ölçütleri açısından hata yayılma yasaının uygulanmasını,</li> <li>3. Jeodezik uygulamalarda parametre tahmini yöntemlerini kullanma becerisi ve</li> <li>4. Jeodezik çalışmalarda dengeleme hesabının matematiksel modelini kurma ve uygulamaları,</li> <li>5. Yatay ve düşey kontrol ağlarında dengeleme hesabını gerçekleştirme ve sonuçları analiz etmeleri,</li> <li>6. Jeodezik ağlarda datum konseptini açıklayıp datum dönüşümü konusunda uygulama becerisi kazandırılmasını sağlamaktır.</li> </ol> <p>The aim of this course is to gain the ability of</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The use of error theory in geodetic practice</li> <li>2. Application of the law of error propagation according to accuracy criterion</li> <li>3. Using parameter estimation methods in geodetic applications</li> <li>4. Setting the mathematical model of the adjustment calculation in geodetic studies and practices</li> <li>5. Carrying out the adjustment calculation for horizontal and vertical control networks and analysing the results of them.</li> <li>6. Explaining the datum concepts and practice the datum transformation of geodetic networks.</li> </ol>				

<b>Dersin Öğrenme Çıktıları</b> <b>(Course Learning Outcomes)</b>	<p>Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler;</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Temel olasılık ve istatistik konseptini jeodezik problemlerin çözümünü formüle etmekte ve yorumlamakta kullanır.</li><li>2 Jeodezik ölçülere, bilinmeyenlere ve bilinmeyenlerin fonksiyonlarına ilişkin doğruluk ölçütlerini üretir.</li><li>3 Jeodezik ölçülerin ve hatalarının özelliklerini açıklar.</li><li>4 Ölçü gruplarına ilişkin istatistiksel bilgiler üretir.</li><li>5 Parametre tahmininin temellerini ve dolaylı ölçüler dengelemesinin matematiksel modelini açıklar.</li><li>6 Jeodezik ağların dengelenmesi problemlerini gerçekleştirir ve dengeleme hesabından elde ettiği sonuçları irdeler.</li></ol>
	<p>Students who complete this course successfully are able to;</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Use and interpret the basic probability and statistics concepts to formulate the solution of geodetic problem.</li><li>2 Produce accuracy criterion regarding with geodetic observations, unknowns and function of unknowns.</li><li>3 Explain the features of the geodetic observation and their errors.</li><li>4 Retrieve statistical information from the observation sets.</li><li>5 Explain the fundamentals of the parameter estimation and the mathematical model of indirect observations adjustment.</li><li>6 Solve the adjustment problems of the geodetic networks and analyses the results of the adjustment computations.</li></ol>

## DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Öğrenme Çıktıları
1	Giriş, Dersin hedefleri, başarı kriterleri ile ilgili bilgilendirme. Olasılık değişkeni, dağılımlar, yoğunluk fonksiyonu, histogram. Dağılım fonksiyonu, rastlantı değişkeni olarak Jeodezik Ölçü, Moment, Merkezsel Moment, beklenti değeri, varyans, varyans-kovaryans matris, korelasyon	1, 2, 3, 4
2	Ölçmenin rastlantısallığı, tek ve çok değişkenli normal dağılımlar ,Varyans-Kovaryans yayılma yasası, Tienstra kuralı ve uygulamalar	2, 3
3	Doğruluk ölçütleri, ağırlık kavramı, ağırlık yayılma yasası, Karesel Ortalama Hata, Ağırlık Yayılma yasası ve uygulamalar	1, 2, 3
4	Parametre Tahmini, En Küçük Kareler Yöntemi, Dengeleme, Gauss-Markof Modeli, I. Kısa Sınav	5, 6
5	Dengeleme, Gauss-Markof Modeli (çok parametrelili). Düzeltme denklemleri, Düzeltme denklemlerinin lineerleştirilmesi, düzeltme denklemleri ve uygulamalar	5,6
6	Normal denklem çözümleri, Bilinmeyen parametrelerin hata hesabı, ilgili bağıntıların çıkartılması	5, 6
7	Normal denklemler ile uygulamalar, hata hesabı, Dengelemede Gauss-Helmert Model, genel tekrar, uygulama	5, 6
8	Gerekli temel tanımlar, Trigonometrik nivelman ağlarının dolaylı ölçüler dengelemesine göre dengelenmesi, II. Kısa Sınav	5, 6
9	Doğrultu gözlemleri, fonksiyonel model, düzeltme denklemlerinin Ortalama Düzeltme Denklemi yöntemi ile indirgenmesi/yönelme parametrelerinin elimine edilmeleri, stokastik model, nirengi (açı-kenar) ağları dengelemesi	5, 6
10	Projeksiyon düzleminde dengeleme, nirengi ağlarında datum problem, Dolaylı ölçüler dengelemesi ile nirengi ağlarının dengelenmesi – uygulama	6
11	Yatay kontrol ağlarının dengelemesinde hata hesapları, nokta konum hatası	5, 6
12	Koordinat transformasyonu, Helmert transformasyonu, Afin transformasyonu, Helmert transformasyonu ile ilgili uygulama, Yılıçi Sınavı	5, 6
13	Nivelman ağlarının dengelenmesi, Geometrik nivelman ağlarının dengelenmesi ile ilgili uygulama	5, 6
14	GNSS ağlarının dengelenmesi, genel tekrar	5, 6

## COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Learning Outcomes
1	Introduction, Course Aims, Grading Schema, Probability variable, distributions, density function, histogram, distribution function, geodetic observations as a random variable, moment, central moment, expected value, variance, variance-covariance matrix, correlation	1, 2, 3, 4
2	Randomness of observation, normal distributions with one or more variable, the law of variance-covariance propagation, Tienstra rule and applications	2, 3
3	Accuracy criterion, weight, the law of weight propagation, Root Mean Square Error, Applications	1, 2, 3
4	Parameter estimation, least square method, adjustment, Gauss-Markov Model, 1 <sup>st</sup> Quiz	5, 6
5	Adjustment, Gauss-Markov Model(multivariable), observation equations, linearization of observation equations, observation equation and applications	5,6
6	Solution of Normal Equations, error calculation of unknown parameters, derivation of related equations	5, 6
7	Applications with normal equations, error calculations, Gauss-Helmert Model in adjustment, general overview, practice	5, 6
8	Basic definitions, adjustment of trigonometric leveling networks according to indirect observation adjustment, 2 <sup>nd</sup> Quiz	5, 6
9	Direction observations, functional model, elimination of direction unknowns, angle observations, stochastic model, triangulation network adjustment	5, 6
10	Adjustment on projection surface, datum problem on triangulation network, adjustment of triangulation network with indirect observation adjustment-practice	6
11	Error calculations in triangulation network adjustment, point positioning error	5, 6
12	Coordinate transformation, Helmert transformation, Affine transformation, Helmert transformation practice, midterm exam	5, 6
13	Adjustment of leveling networks, differential leveling adjustment practice	5, 6
14	Adjustment of GNSS networks	5, 6

**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.			
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.	X		
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.			
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.	X		
7	An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.		X	

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

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

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

<b>Ders Kitabı (Textbook)</b>	– GHILANI, C.D. and WOLF, P.R., Adjustment Computations: Spatial Data Analysis, 4th Edition, John Wiley&Sons, New Jersey, 2006							
<b>Diğer Kaynaklar (Other References)</b>	– KOCH, K.R., Parameter Estimation and Hypothesis Testing in Linear Models, 2nd Edition, Springer Verlag, Berlin, 1999. – MIKHAIL, E.M. ve ACKERMAN, F., Observations and Least Squares, Dun Donnelay, 1976. – TEUNISSEN, P.J.G., Adjustment Theory: An Introduction (Mathematical Geodesy and Positioning), Delft University Press, Delft, 2000. – TEUNISSEN, P.J.G., Testing Theory: An Introduction, Delft University Press, Delft, 2000.							
<b>Ödevler ve Projeler (Homework &amp; Projects)</b>	1. Dağılım fonksiyonu ve doğruluk kriterleri 2. Karesel Ortalama Hata, Ağırlık Yayılma yasası 3. Açı-Kenar Ağı (Yatay Kontrol ağı) dengelemesi 4. Helmert transformasyonu							
<b>Laboratuar Uygulamaları (Laboratory Work)</b>								
<b>Bilgisayar Kullanımı (Computer Usage)</b>	Ödev, bilgisayar kullanılarak yapılabilecektir.							
<b>Diğer Uygulamalar (Other Activities)</b>								
<b>Başarı Değerlendirme Sistemi - (Assessment Criteria) *</b>								
<b>DEVAM MİN</b>	<b>YILSONU SINAVINA GİRME ŞARTI</b>	<b>ÖDEV + KISA SINAV SAYISI</b>	<b>YILIÇI BAŞARI NOTUNA KATKISI</b>	<b>YILIÇI SINAVI SAYISI</b>	<b>YILIÇI BAŞARI NOTUNA KATKISI</b>	<b>YILIÇI BAŞARI NOTUNUN KATKISI</b>	<b>YIL SONU SINAVININ KATKISI</b>	<b>YILIÇI MINIMUM BAŞARI NOTU</b>
70	Ödevlerini teslim etmek	2 Ö 2KS	33,33 33,33	1	33,33	60	40	30
<b>* Güncel ders başarı kriterleri için İTÜ Geomatik Mühendisliği Bölüm web sayfasına bakınız.</b>								