

**İTÜ**  
**LİSANSÜSTÜ DERS KATALOG FORMU**  
**(GRADUATE COURSE CATALOGUE FORM)**

Dersin Adı		Course Name		
Enerji Bilim ve Teknolojide İleri Konular: Nano ve Mezo Ölçekte Kuantum Termodinamik Sistemler		Advanced Topics in Energy Science and Technology: Quantum Thermodynamic Systems at the Nano and Meso Scales		
Kodu (Code)	Yarıyıl (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Türü (Course Type)
EBT 617	Bahar Spring	3.0	7.5	Doktora PhD.
Bölüm / Program (Department/Program)	Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı / Enerji Bilim ve Teknoloji Lisansüstü Programı Energy Science and Technology Division / Energy Science and Technology Graduate Program			
Dersin Türü (Course Type)	Seçmeli (Elective)	Dersin Dili (Course Language)	Türkçe Turkish	
Dersin İçeriği (Course Description)	<p>Nano ve Mezo ölçeklerde Kuantum mekaniği ve Termodinamik yasaların birlikte ele alınmasını gerektiren sistemler, kuantum bilgi işlemenin termodinamiği, bilgi entropisi, bu ölçeklerde termodinamik çevrimlerden elde edilebilen ve farklı enerji formlarını birbirine dönüştürebilen kuantum aygıtlar ve makineler (Kuantum Carnot makinası, Szilard makinası, kuantum piston, kuantum buzdolabı). Bu ölçeklerde küçük boyuttan dolayı termodinamik yasalarında karşılaşılan farklılıklar.</p> <p><i>30-60 kelime arası</i></p> <p>Nano and meso scale systems requiring the joint approach of the laws of quantum mechanics and thermodynamics, thermodynamics of quantum information processing, information entropy, quantum devices and machines that can interconvert different forms of energy and perform work through thermodynamic cycles at such scales (quantum Carnot machine, Szilard machine, quantum pistons and quantum refrigerators). Differences in thermodynamic laws due to the small scale.</p>			
Dersin Amacı (Course Objectives)	<p>Kuantum mekaniğinin geçerli olduğu boyutlarda:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>Mühendislik ve temel bilim öğrencilerinin kuantum termodinamik ve uygulamalarına dikkatlerinin çekilerek bu konuda İTÜ'de enerji-fizik temalı lisansüstü araştırma ve programların başlatılması</li><li>Kuantum mekaniğinin, kuantum bilgi kuramının ve termodinamik yasaların enerji/mühendislik/temel bilim arakesitinde sorgulanması, incelenmesi ve özümsemesi</li><li>Kuantum bilgi entropisi ve termodinamik kavramlar arasındaki ilişkinin özümsemesi</li><li>Elektronik, Makina ve Fizik gibi alanların Enerji temalı programlarda buluşturulması yolu ile İTÜ'de interdisipliner araştırmaların güçlendirilmesi</li><li>Kuantum boyutlarda yapılabilecek ve termodinamik çevrime dayalı enerji sistemlerinin anlaşılması ve projelendirilmesi ve aygıt geliştirilmesi yolu ile fen ve mühendislik bölümleriyle endüstrinin yakınlaştırılması</li><li>Oda sıcaklığına yakın sıcaklıklarda işleyen quantum termodinamik çevrimlerin araştırılması</li></ol> <p>At the scales where the rules governed by quantum mechanics:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>By attracting engineering and natural sciences students' attention to quantum thermodynamics and its applications, establishing graduate research and programs focused on energy-physics in ITU.</li><li>Examination, investigation and comprehension of quantum mechanics, quantum information science and laws of thermodynamics in the interface of energy/engineering/natural science.</li><li>Comprehension of the relationship between quantum information science and thermodynamic notions.</li><li>By bringing electronics, mechanics and physics into programs with energy theme, strengthening of interdisciplinary researches at ITU.</li><li>Understanding and design of quantum scale energy systems that depend on thermodynamic cycles. By means of developing devices, merging science and engineering disciplines with industry.</li><li>Investigation of quantum thermodynamic cycles working near room temperature.</li></ol>			
<p>Bu dersi başarıyla tamamlayan lisansüstü öğrenciler aşağıdaki konularda bilgi, beceri ve yetkinlik kazanırlar:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>Kuantum mekaniği ve termodinamik ilişkisi, bağdaştıkları ve bağdaşmadıkları temel alanların çıkarılması</li><li>Enerji ve Mühendislikte kuantum termodinamiğinin uygulama alanlarının anlaşılması</li><li>Kuantum bilgi entropisinin termodinamik yasaları nasıl değiştirebileceğinin özümsemesi</li><li>Kuantum mekaniği presiplerine göre çalışabilecek yeni termodinamik makinelerin incelenmesi ve yeni makinelerin projelendirilmesi</li><li>Enerji verimliliği konusunda klasik ve kuantum termodinamik sistemlerin farklılıklarının anlaşılması ve enerji verimliliğini artırıcı kuantum etkiler</li></ol>				

<b>Dersin Öğrenme Çıktıları</b>  <b>(Course Learning Outcomes)</b>  <u>Maddeler halinde 4-9 adet</u>	Graduate students completing this course with success, gain knowledge, ability and proficiency in the following subjects: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relationship of quantum mechanics and thermodynamics, compatible and incompatible aspects</li> <li>2. Understanding of the applications of quantum thermodynamics in energy and engineering</li> <li>3. Comprehension of how quantum information entropy can change thermodynamic laws</li> <li>4. Investigation of new thermodynamic machines working according to principles of quantum mechanics and the design of new machines</li> <li>5. Understanding of the differences of classical and quantum thermodynamic systems on the subject of energy efficiency and quantum effects leading to increase in energy efficiency</li> </ol>
--	--

<b>Ders Kitabı (Textbook)</b>	1) Quantum Thermodynamics: Emergence of Thermodynamic Behavior within Composite Quantum Systems , by J. Gemmer, M. Mitchel, G. Mahler, Springer 2) The Theory of Open Quantum Systems, by H.P. Breuer and F. Petruccione, Oxford Univ. Press 3) Quantum Dissipative Systems, by Ulrich Weiss, World Scientific 3) Standart textbooks on Thermodynamics and Statistical Mechanics 4) Standart textbooks on Quantum Mechanics  Yardımcı kitaplar: 1) Quantum Thermodynamic Processes: Energy and Information Flow at the Nanoscale, by Günter Mahler, Pan Stanford Publ. 2015 2) Classical and Quantum Dissipative Systems, by Mohsen Razavy, Imperial College Press		
<b>Diğer Kaynaklar (Other References)</b>	<u>Maddeler halinde en çok 5 adet</u> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Thermodynamics of Quantum Systems under Dynamical Control, by David Gelbwaser-Klimovsky, Wolfgang Niedenz and Gershon Kurizki, arXiv: 1503.01195v1</li> <li>2. Quantum Heat Engines And Refrigerators: Continuous Devices. By Ronnie Kosloff, Amikam Levy, Arxiv: 1310.0683v1</li> <li>3. Thermodynamics Of Quantum Systems Under Dynamical Control, David-Gelbwaser-Klomovsky, Wolfgang Niedenzu And Gershon Kurizki, Arxiv: 1503.01195v1</li> <li>4. G. Mahler, Quantum Thermodynamic Processes: Energy And Information Flow At The Nanoscale, Pan Stanford, 2014.</li> </ol>		
<b>Ödevler ve Projeler (Homework &amp; Projects)</b>	Öğrencilerin konulara hakimiyetini sağlamak amacıyla dönem boyunca en az 7 adet ödev ve bir uzun süreli dönem içi araştırma projesi verilecektir. In order to ensure the grasp of the students on the subjects, at least 7 homeworks and one long term research project will be given throughout the term.		
<b>Laboratuar Uygulamaları (Laboratory Work)</b>	-		
<b>Bilgisayar Kullanımı (Computer Use)</b>	Mathematica, Fortran vb. yardımıyla yazılan sayısal programlar Numerical programs written by using Mathematica, Fortran etc.		
<b>Diğer Uygulamalar (Other Activities)</b>	Kuantum Termodinamik aygıtların bilgisayar modellemelerinin ve simülasyonlarının oluşturulması Generation of computer modelling and simulations of quantum thermodynamic devices.		
<b>Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)</b>	<b>Adedi (Quantity)</b>		<b>Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)</b>
<b>Faaliyetler</b>	<b>Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)</b>		
	<b>Kısa Sınavlar (Quizzes)</b>		

<b>(Activities)</b>	<b>Ödevler (Homework)</b>	EN AZ (MIN) 7 EN ÇOK (MAX) 14	% 35 (35 %)
	<b>Projeler (Projects)</b>		
	<b>Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)</b>	1	%30 (30%)
	<b>Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)</b>		
	<b>Diğer Uygulamalar (Other Activities)</b>		
	<b>Final Sınavı (Final Exam)</b>	1	% 35 (35 %)

## DERS PLANI

<b>Hafta</b>	<b>Konular</b>	<b>Dersin Çıktıları</b>
1	Klasik Termodinamik ve istatistiksel mekaniksel kavramlar	1
2	Klasik termodinamik çevrimler ve temel makinalar	1
3	Kuvantum mekaniği (zamandan bağımsız çözümler)	1
4	Kuvantum mekaniği (zamana adiabatik bağımlı çözümler)	1
5	Kuvantum dünyasında bilgi işlem ve Kuvantum Enformasyon	1
6	Bilgi entropisi ve termodinamik entropi ile karşılaştırılması	1,3
7	Decoherence ve açık kuvantum sistemler	1,2,3
9	Dalgalanma - disipasyon teoremi (klasik ve kuvantum)	1,2,3
8	Açık kuvantum sistemlerde Markov-Lindblad yaklaşımı	1,2,3
10	3 seviyeli kuvantum termodinamik çevrimler	1,2,3,4,5
11	Szillard Makinası ve Kuvantum Piston	1,2,3,4,5
12	Kuvantum Carnot Makinası	1,2,3,4,5
13	Kuvantum Dizel Makinası	1,2,3,4,5
14	Kuvantum Buzdolabı	1,2,3,4,5

## COURSE PLAN

<b>Weeks</b>	<b>Topics</b>	<b>Course Outcomes</b>
1	Classical thermodynamics and notions of statistical mechanics	1
2	Classical thermodynamic cycles and basic machines	1
3	Quantum mechanics (Time independent solutions)	1
4	Quantum mechanics (Time dependent adiabatic solutions)	1
5	Information processing and quantum information in quantum world	1
6	Information entropy and comparison with thermodynamic entropy	1,3
7	Decoherence and open quantum systems	1,2,3
8	Markov-Lindblad approach in open quantum systems	1,2,3
9	Flucuation-dissipation theorem (classical and quantum)	1,2,3
10	Three-phase quantum thermodynamic cycles	1,2,3,4,5
11	Szillard machine and quantum pistons	1,2,3,4,5
12	Quantum Carnot machine	1,2,3,4,5
13	Quantum Diesel machine	1,2,3,4,5
14	Quantum refrigerator	1,2,3,4,5

## Dersin “Enerji Bilim ve Teknoloji Doktora Programı”yla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi, beceri ve yetkinlikler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
i.	Yüksek lisans yeterliliklerine dayalı olarak, enerji alanındaki güncel ve ileri düzeydeki bilgileri özgün düşünce ve/veya araştırma ile uzmanlık düzeyinde geliştirip, derinleştirerek, alanına yenilik getirecek özgün tanımlar oluşturup, disiplinlerarası etkileşimi kavrayabilme; yeni ve karmaşık fikirleri analiz, sentez ve değerlendirmede uzmanlık gerektiren bilgileri kullanarak özgün sonuçlara ulaşabilme ( <i>bilgi</i> ).			+
ii.	Enerji alanındaki yeni bilgileri sistematik bir yaklaşımla değerlendirip kullanarak, yenilik getiren, bir düşünce, yöntem, tasarım ve/veya uygulama geliştirebilme ya da bilinen bir düşünce, yöntem, tasarım ve/veya uygulamayı farklı bir alana uygulayabilme, özgün bir konuyu araştırıp, kavrayarak tasarlayabilme, uyarlayabilme ve uygulayarak yeni ve karmaşık düşüncelerin eleştirel analizini, sentezini ve değerlendirmesini yapıp çalışmalarında araştırma yöntemlerini kullanabilmede üst düzey beceriler kazanmış olma ( <i>beceri</i> ).			+
iii.	Enerji alanına yenilik getiren, yeni bir düşünce, yöntem, tasarım ve/veya uygulama geliştiren ya da bilinen bir düşünce, yöntem, tasarım ve/veya uygulamayı enerji alanına uygulayan özgün bir çalışmayı bağımsız olarak gerçekleştirerek, enerji alanındaki ilerlemeye katkıda bulunup, en az birer adet bilimsel makaleyi <u>ulusal ve uluslararası</u> hakemli dergilerde yayınlarak bilginin sınırlarını genişletebilme ( <i>Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği</i> ).			+
iv.	Özgün ve disiplinlerarası sorunların çözümlenmesini gerektiren ortamlarda liderlik yaparak yaratıcı ve eleştirel düşünme, sorun çözme ve karar verme gibi üst düzey zihinsel süreçleri kullanarak enerji alanı ile ilgili yeni düşünce ve yöntemler geliştirebilme ( <i>Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği</i> ). ( <i>Öğrenme Yetkinliği</i> ).			+
v.	Sosyal ilişkileri ve bu ilişkileri yönlendiren normları eleştirel bir bakış açısıyla inceleyebilme, geliştirebilme ve gerektiğinde değiştirmeye yönelik eylemleri yönetebilme ( <i>İletişim ve Sosyal Yetkinlik</i> ).	+		
vi.	Bir yabancı dili ileri düzeyde kullanarak yazılı, sözlü ve görsel iletişim kurup tartışarak, uluslararası platformlarda, uzman kişiler ile enerji alanındaki konuların tartışılmasında özgün görüşlerini savunabilme ve yetkinliğini gösteren etkili bir iletişim kurabilme ( <i>İletişim ve Sosyal Yetkinlik</i> ).	+		
vii.	Enerji alanındaki bilimsel, teknolojik sosyal veya kültürel ilerlemeleri tanıtarak, yaşadığı toplumun bilgi toplumu olma ve bunu sürdürebilme sürecine katkıda bulunarak, sorunların çözümünde stratejik karar verme süreçlerini de kullanıp, işlevsel etkileşim kurarak toplumsal, bilimsel, kültürel ve etik sorunların çözümüne katkıda bulunabilme ve bu değerlerin gelişimini destekleyebilme ( <i>Alana Özgü Yetkinlik</i> ).	+		

1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam

## Relationship between the Course and “Energy Science and Technology Ph.D. Program”

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
i.	By means of developing and intensifying the current and high level knowledge with the use of original thinking and/or research processes and in a specialistic level, based upon the competency in MS level, grasping the interdisciplinary interaction related to energy area and reaching original results by using this specialistic knowledge in analyzing, synthesizing and evaluating new and complex ideas ( <i>knowledge</i> ).			+
ii.	By means of the ability to evaluate and use new information in the energy area with a systematical approach, developing a new idea method, design and/or application which brings about innovation; or, applying a conventional idea, method, design and/or application to a different environment; researching, grasping and designing and applying an original subject, and also by the ability to critically analyze, synthesize and evaluate new and complex ideas, acquiring the most developed skills about using the research methods in studies within the energy area ( <i>skill</i> ).			+
iii.	By means of contributing to the progress in the energy area by independently carrying out a study which uses a new idea, method, design and/or application which brings about innovation in the energy area; or, applying a conventional idea, method, design and/or application to a different environment, expanding the limits of knowledge by publishing at least one scientific article in a national and/or international peer reviewed journal ( <i>competence to work independently and take responsibility</i> ).			+
iv.	By means of fulfilling the leader role in the environment where solutions are sought for the original and interdisciplinary problems, developing energy area related new ideas and methods by making use of high-level intellectual processes such as creative and critical thinking, problem solving and decision making ( <i>competence to work independently and take responsibility, learning competence</i> ).			+
v.	Ability to see and develop social relationships and the norm directing these relationships with a critical look and ability to direct the actions to change these when necessary. ( <i>Communication and social competency</i> ).	+		
vi.	By means of proficiency in a foreign language in advance level and establishing written, oral and visual communication and developing argumentation skills with that language, the ability to establish effective communication with expert in the international environment to discuss the area related subjects and to defend original opinions, showing ones competency in the energy area ( <i>communication and social competency</i> ).	+		
vii.	By means of contributing to the society state and progress towards being an information society by announcing and promoting the technological, scientific and social developments in energy area, and ability to establish effective communication in the solving of problems faced in that area by using strategic decision making processes, contributing to the solution of area related social, scientific, cultural and ethical problems and promoting development of these values ( <i>area specific competency</i> ).	+		

1: Little, 2. Partial, 3. Full

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u> Tuğrul Hakioğlu	<u>Tarih (Date)</u> 22-01-2016	<u>İmza (Signature)</u>
--	-----------------------------------	-------------------------

## DERS YÜKÜ HESAPLAMA FORMU

<b>Dersin Kodu</b>	EBT617	<b>Dersin Adı</b>	Enerji Bilim ve Teknolojide İleri Konular: Nano ve Mezo Ölçekte Kuvantum Termodinamik Sistemler					<b>Dersin Dili</b>	Türkçe/İngilizce	<b>Dersin Kredisi</b>	3	<b>Dersin ECTS Kredisi</b>	8					
<b>Hafta</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>TOPLAM Saat</b>
<b>Kazanılan Beceri (çıktılar)</b>	1	1	1	1	1	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	4,5	4,5	4,5	4,5	-	-	-	-
<b>Haftalık Ders (Saat)</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-	42
<b>Laboratuvar (Saat)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Uygulama (Saat)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Dersle ilgili Sınıf dışı Etkinlikler (saat)</b>	5 ödev	5 ödev	5 ödev	5 ödev	5 ödev	5 ödev	5 ödev	5 ödev	5 ödev	5 ödev	5 ödev	5 ödev	5 ödev	5 ödev				70
<b>Sınavlar ve Sınava Hazırlık (saat)</b>	-	4	4	4	4	4	4+8	4	4	4	4	4	4	4	10	10	-	80
<b>Toplam Saat</b>	8	12	12	12	12	12	20	12	12	12	12	12	12	12	10	10		192
<b>Ders Değerlendirme Sistemi</b>	Ödev % 35, Dönem Projesi %30, Yarıyıl Sonu Sınavı % 35																	

**Not: Ders için ECTS Kredisi Hesabı:**

$$192/25.5* = 7.53 \sim 7.5$$

\* İTÜ için hesaplanan değerdir