|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dersin Adı** | | | | **Course Name** | | | |
| Organik-İnorganik Hibrit Güneş Hücreleri | | | | Organic-Inorganic Hybrid Solar Cells | | | |
| **Kodu**  **(Code)** | **Yarıyılı**  **(Semester)** | **Kredisi**  **(Local Credits)** | **AKTS Kredisi**  **(ECTS Credits)** | | | **Ders Türü**  **(Course Type)** | |
| EBT 628 | BAHAR  SPRİNG | 3 | 7.5 | | | Ph.D  Doktora | |
| **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) | | İngilizce/Türkçe  (English//Turkish) |
| **Dersin İçeriği**  **(Course Description)**  *30-60 kelimearası* | | Nanomalzemeler ile yarıiletken polimerler kullanılarak, çözeltiden oluşturulan hibrit güneş hücre yapıların hazırlama teknikleri örneklerle (organik-, boya katkılı-, ve organik/inorganik hibrit güneş hücreleri) incelenecektir. Bu amaçla geliştirilen, yarıiletken polimer yapıların yanı sıra organik ve inorganik nanomalzemelerin boyut kontrollü sentezi, kimyasal ve opto-elektronik özellikleri tanıtılacaktır. Çözeltiden ince film oluşturma yöntemleri ve büyük ölçekli üretim stratejileri açıklanacaktır. Organik-inorganik hibrit güneş hücrelerinde, verimi etkileyen faktörler ve verim arttırma stratejileri tartışılacaktır. | | | | | |
| Principles of solar cell preparation using semiconducting polymers with organic or inorganic nanomaterials will be described using examples for organic, dye sensitized and organic-inorganic hybrid concepts. Developments in material sciences in semiconducting polymers and nanomaterials using size controlled wet chemical synthesis methods will be covered. Aggregate morphologyies related to electrical and optical properties will also be discussed. Thin film preparation methods and large scale production strategies using solution based techniques will be described. Factors determining the efficiency of organic/inorganic solar cells and strategies to enhance the efficiency will be discussed. | | | | | |
| **Dersin Amacı**  **(Course Objectives)** | | Bu dersi başarıyla tamamlayan doktora öğrencisinin aşağıdaki konularda bilgi sahibi olması beklenmektedir:   1. Yarıiletken polimer ve nano malzemelerin güneş hücrelerinde bütünleştirme stratejileri 2. Organik-inorganik hibrit güneş hücreleri ölçüm metotları, enerji dönüşüm verimleri ve verim arttırmaya yönelik araştırma geliştirme konuları 3. Nano boyutlu yarıiletken/iletken malzemelerin (özellikle CdTe, CdSe, CuInS/Se, TiO2, fullerene, karbon nanotüpler ve grafen) boyut ve şekil kontrollü sentezi. 4. Yarıiletken polimerlerin ışıkla indüklenme özellikleri ve bu konudaki kavramlar 5. Çözeltiden ve vakum buharlaştırma yöntemleriyle oluşturulan güneş hücrelerinin çalışma prensipleri ve ince film oluşturma teknolojileri. 6. Boya katkılı güneş hücreleri: Kullanılan malzemeler ve çalışma prensipleri. | | | | | |
| Ph. D. Students,who succesfully pass this course gain knowledge and skills in the following subjects:   1. Integration strategies of semiconducting polymers and nanoparticles in solar cells. 2. Organic-inorganic hybrid solar cell measurement methods, energy conversion efficiencies and research and development studies for efficiency enhancement 3. Shape and size controlled synthesis of conducting/semiconducting nanomaterials (CdTe, CdSe, CuInS/Se, TiO2 nanoparticles, fullerene, carbon nanotubes and graphene). 4. A general overview on photo-induced properties of semiconducting polymers and the concepts. 5. The working principles of solar cells produced by thin film fabrication methods using solution and vacuum deposition techniques. 6. Dye sensitized solar cells: materials and working principles | | | | | |
| **Dersin Öğrenme**  **Çıktıları**  **(Course Learning Outcomes)** | | Bu dersi başarıyla tamamlayan doktora öğrencileri aşağıdaki konularda bilgi, beceri ve yetkinlik kazanırlar;  1. Yarıiletken polimerlerin ve karbon kökenli nano boyutlu malzemelerin (fulleren, karbon nanotüp ve grafen) genel ve foto indüklenmiş özellikleri, organik güneş hücrelerinin çalışma prensibi, çözeltiden organik güneş hücreleri oluşturma teknolojileri  2. Organik ‘tandem’ güneş hücreleri  3. Karbon tabanlı nanomalzemeler (karbon nanotüpler, grafen) ve güneş hücrelerinde kullanımı  4. Boya katkılı güneş hücrelerinde kullanılan malzemeler, bu tip hücrelerin çalışma prensibi  5. İnorganik malzemelerin nano boyutta sentezi, boyutlarına göre değişken opto-elektronik özellikleri ve bu malzemelerle oluşturulan organik-inorganik hibrit güneş hücreleri | | | | | |
| Ph.D students who successfully pass this course gain knowledge, skills and proficiency in the following subjects;   1. General and photo-induced opto-electronic properties of semiconducting polymers and carbon based nanomaterials (fullerene, carbon nanotubes and graphen), working mechanism of organic solar cells, organic solar cell fabrication technologies from solution. 2. Organic ‚tandem‘ solar cells. 3. Carbon based nano materials (fullerene, carbon nanotubes and graphen) and their applications in solar cells. 4. Materials for dye sensitized solar cells, their working principle 5. Synthesis of inorganic materials in nano scale, their size dependent opto-electronical properties and their integration in organic-inorganic hybrid solar cells. | | | | | |

**İTÜ**

**lisansüstü DERS KATALOG FORMU**

**(graduate Course Catalogue ForM)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ders Kitabı**  **(Textbook)** | ****[Organic photovoltaics](http://eds.b.ebscohost.com/eds/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5Ie46a9Jr6uuSbKk63nn5Kx94um%2bT62ns0ewpq9Mnqu4Sq%2bwsU2et8s%2b8ujfhvHX4Yzn5eyB4rOrS66qskiuqLdOpOLfhuWz44ak2uBV4dfySK%2bst07fnPJ55bO%2fZqTX7FXn6vNG4Ke0SLGvt0yk3O2K69fyVeTr6oTy2%2faMpN3zffHqu2zw6%2bMA&hid=116" \o "Organic photovoltaics [electronic resource] : materials, device physics, and manufacturing technologies / edited by Christoph Brabec, Vladimir Dyakonov, and Ullrich Scherf.)****[: materials, device physics, and manufacturing technologies; edited by C. Brabec, V. Dyakonov, and U. Scherf.](http://eds.b.ebscohost.com/eds/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5Ie46a9Jr6uuSbKk63nn5Kx94um%2bT62ns0ewpq9Mnqu4Sq%2bwsU2et8s%2b8ujfhvHX4Yzn5eyB4rOrS66qskiuqLdOpOLfhuWz44ak2uBV4dfySK%2bst07fnPJ55bO%2fZqTX7FXn6vNG4Ke0SLGvt0yk3O2K69fyVeTr6oTy2%2faMpN3zffHqu2zw6%2bMA&hid=116" \o "Organic photovoltaics [electronic resource] : materials, device physics, and manufacturing technologies / edited by Christoph Brabec, Vladimir Dyakonov, and Ullrich Scherf.) Weinheim : Wiley-VCH, Weinheim, 2008.[****Solar**** ****Cells**** Based on Colloidal Nanocrystals](http://eds.b.ebscohost.com/eds/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5Ie46a9Jr6uuSbKk63nn5Kx94um%2bT62ns0ewpq9Mnqu4Sq%2bwsU2et8s%2b8ujfhvHX4Yzn5eyB4rOrS66qskiuqLdOpOLfhuWz44ak2uBV49rxfeDhpIzf3btZzJzfhruts0qxpq4%2b5OXwhd%2fqu37z4uqM4%2b7yPuXr44vys9KK89sA&hid=116); H. Borchert; Springer Series in Materials Science, Heidelberg, 2014. | | |
| **Diğer Kaynaklar**  **(Other References)** | [Dye-sensitized](http://eds.b.ebscohost.com/eds/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5Ie46a9Jr6uuSbKk63nn5Kx94um%2bT62ns0ewpq9Mnqu4Sq%2bwsU2et8s%2b8ujfhvHX4Yzn5eyB4rOrS66qskiuqLdOpOLfhuWz44ak2uBV49rxfeDhpIzf3btZzJzfhrurtEy3qrQ%2b5OXwhd%2fqu37z4uqM4%2b7yPuXr44vys9KK89sA&hid=116" \o "Dye-sensitized Solar Cells and Solar Cell Performance) **[Solar](http://eds.b.ebscohost.com/eds/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5Ie46a9Jr6uuSbKk63nn5Kx94um%2bT62ns0ewpq9Mnqu4Sq%2bwsU2et8s%2b8ujfhvHX4Yzn5eyB4rOrS66qskiuqLdOpOLfhuWz44ak2uBV49rxfeDhpIzf3btZzJzfhrurtEy3qrQ%2b5OXwhd%2fqu37z4uqM4%2b7yPuXr44vys9KK89sA&hid=116" \o "Dye-sensitized Solar Cells and Solar Cell Performance)****[Cells](http://eds.b.ebscohost.com/eds/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5Ie46a9Jr6uuSbKk63nn5Kx94um%2bT62ns0ewpq9Mnqu4Sq%2bwsU2et8s%2b8ujfhvHX4Yzn5eyB4rOrS66qskiuqLdOpOLfhuWz44ak2uBV49rxfeDhpIzf3btZzJzfhrurtEy3qrQ%2b5OXwhd%2fqu37z4uqM4%2b7yPuXr44vys9KK89sA&hid=116" \o "Dye-sensitized Solar Cells and Solar Cell Performance)** [and](http://eds.b.ebscohost.com/eds/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5Ie46a9Jr6uuSbKk63nn5Kx94um%2bT62ns0ewpq9Mnqu4Sq%2bwsU2et8s%2b8ujfhvHX4Yzn5eyB4rOrS66qskiuqLdOpOLfhuWz44ak2uBV49rxfeDhpIzf3btZzJzfhrurtEy3qrQ%2b5OXwhd%2fqu37z4uqM4%2b7yPuXr44vys9KK89sA&hid=116" \o "Dye-sensitized Solar Cells and Solar Cell Performance) **[Solar](http://eds.b.ebscohost.com/eds/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5Ie46a9Jr6uuSbKk63nn5Kx94um%2bT62ns0ewpq9Mnqu4Sq%2bwsU2et8s%2b8ujfhvHX4Yzn5eyB4rOrS66qskiuqLdOpOLfhuWz44ak2uBV49rxfeDhpIzf3btZzJzfhrurtEy3qrQ%2b5OXwhd%2fqu37z4uqM4%2b7yPuXr44vys9KK89sA&hid=116" \o "Dye-sensitized Solar Cells and Solar Cell Performance)****[Cell](http://eds.b.ebscohost.com/eds/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5Ie46a9Jr6uuSbKk63nn5Kx94um%2bT62ns0ewpq9Mnqu4Sq%2bwsU2et8s%2b8ujfhvHX4Yzn5eyB4rOrS66qskiuqLdOpOLfhuWz44ak2uBV49rxfeDhpIzf3btZzJzfhrurtEy3qrQ%2b5OXwhd%2fqu37z4uqM4%2b7yPuXr44vys9KK89sA&hid=116" \o "Dye-sensitized Solar Cells and Solar Cell Performance)** [Performance](http://eds.b.ebscohost.com/eds/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5Ie46a9Jr6uuSbKk63nn5Kx94um%2bT62ns0ewpq9Mnqu4Sq%2bwsU2et8s%2b8ujfhvHX4Yzn5eyB4rOrS66qskiuqLdOpOLfhuWz44ak2uBV49rxfeDhpIzf3btZzJzfhrurtEy3qrQ%2b5OXwhd%2fqu37z4uqM4%2b7yPuXr44vys9KK89sA&hid=116" \o "Dye-sensitized Solar Cells and Solar Cell Performance); M. R. Travino; Nova Science Publisher, New York, 2011. | | |
| **Ödevler ve Projeler**  **(Homework & Projects)** | Öğrencilerin, ders içeriğini daha iyi öğrenebilmesi amacıyla dönem boyunca literatür taraması içeren iki adet ödev ve süregelen çalışmalar hakkında kapsamlı bir dönem ödevi verilecektir. Öğrenciler dönem ödevinde 5-10 dakikalık sunumlar yapıp, ödevlerini ayrıca elektronik dosya halinde teslim edeceklerdir. Literatür ödevleri elektronik dosya şeklinde teslim edilecektir. Dönem içinde 1 adet ara sınav ve bir adet final sınavı olacaktır. | | |
|  | To help students for better learning and comprehending the course material, two homeworks related to literature review together with one term project will be given. Students will present the term project by an oral presentation of 5-10 minutes and also submit their homework electronically. The literature reviews will be submitted electronically. One mid-term examination and one final examination are planned. | | |
| **Laboratuar Uygulamaları**  **(Laboratory Work)** |  | | |
|  |  | | |
| **Bilgisayar Kullanımı**  **(Computer Use)** | **-** | | |
|  |  | | |
| **Diğer Uygulamalar**  **(Other Activities)** | **-** | | |
|  |  | | |
| **Başarı Değerlendirme**  **Sistemi**  **(Assessment Criteria)** | **Faaliyetler**  **(Activities)** | **Adedi\***  **(Quantity)** | **Değerlendirmedeki Katkısı, %**  **(Effects on Grading, %)** |
|  | **Yıl İçi Sınavları**  **(Midterm Exams)** | **1** | 20 % |
|  | **Kısa Sınavlar**  **(Quizzes)** |  |  |
|  | **Ödevler**  **(Homework)** | **3** | 15% |
|  | **Sözlü Sunum**  **(Projects)** |  |  |
|  | **Dönem Ödevi/Projesi**  **(Term Paper/Project)** | **1** | 20% |
|  | **Laboratuar Uygulaması**  **(Laboratory Work)** |  |  |
|  | **Diğer Uygulamalar**  **(Other Activities)** |  |  |
|  | **Final Sınavı**  **(Final Exam)** | **1** | 45% |

**\***Yukarıda Belirtilen Sayılar Minimum Olup Yerine Getirilmesi Zorunludur

**Ders Planı**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hafta** | **Konular** | **Dersin**  **Çıktıları** |
| **1** | Yarıiletken polimerlerin genel özellikleri ve kullanım alanları | 1 |
| **2** | Organik güneş pillerinde kullanılan malzemeler : Yarıiletken polimerlerin foto indüklenmiş özellikleri | 1 |
| **3** | Organik güneş pillerinde kullanılan malzemeler: Karbon kökenli malzemelerin (fulleren, grafen, karbon nanotüpler) kimyasal, optik ve spektroskopik özellikleri | 1 |
| **4** | Organik heteroeklem güneş hücreleri: Çalışma prensibi, Güneş hücrelerinin karakterizasyonu için ölçüm metotları | 1 |
| **5** | Organik güneş hücrelerinde verim arttırma çalışmaları | 1 |
| **6** | Heteroeklem organik güneş hücreleri üretim teknolojileri:   1. Roll-to-Roll, Ink jet ve benzeri teknolojiler 2. Ömür testleri ve ömür arttırmaya yönelik güncel çalışmalar | 1 |
| **7** | Vakum buharlaştırma yöntemiyle oluşturulan çok katmanlı tandem organik güneş hücreleri:   1. Malzeme seçimi 2. İşleyiş mekanizması 3. Enerji dönüşüm verimi | 2 |
| **8** | Organik/inorganik güneş hücrelerinde, karbon nanotüplerin elektrot olarak kullanılması | 3 |
| **9** | Boya katkılı güneş hücreleri: Çalışma prensibi, güneş pili oluşturma stratejileri, verimi etkileyen faktörler | 4 |
| **10** | Boya katkılı güneş hücrelerinde güncel çalışmalar: ömür testleri, laminasyon ve malzeme geliştirme çalışmalardan örnekler. | 4 |
| **11** | Nano boyutlu inorganik malzemelerin boyutlarına göre değişkenlik gösteren optik ve elektriksel özellikleri | 5 |
| **12** | Güneş hücrelerinde kullanılan şekil ve boyut kontrollü inorganik nanomalzeme sentezi (CdSe, CdTe CuInS2, CuZnSnS/Se vs.) | 5 |
| **13** | Organik/inorganik hibrit güneş hücreleri: malzemeler , çalışma mekanizması | 5 |
| **14** | Organik-inorganik hibrit güneş hücrelerinde verim arttırmaya yönelik stratejiler | 5 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** | **Topics** | **Course Outcomes** |
| **1** | General properties of semiconducting polymers and their applications | 1 |
| **2** | Materials for organic solar cells: Photo induced properties of semiconductor polymers | 1 |
| **3** | Materials for organic solar cells: Carbon based materials (such as fullerene, carbon nanotubes, graphene) and their chemical, optical and electrical properties | 1 |
| **4** | Organic heterojunction solar cells:   1. Working principle 2. Measurement methods for solar cell characterization | 1 |
| **5** | Progress in Organic solar cell efficiency enhancement | 1 |
| **6** | Organic Bulkheterojunction Solar Cells   1. Roll to Roll, Ink Jet and similar technologies 2. Life time measurements and research activities to enhance the life time in organic solar cells | 1 |
| **7** | Organic solar cells in tandem structures fabricated by vacum evaporation technique   1. Selection of materials 2. Working principles 3. Energy conversion efficiency | 2 |
| **8** | Carbon nanotubes as electrodes for solar cell applications | 3 |
| **9** | Dye sensitized solar cells: materials, working principles and efficiency enhancement strategies | 4 |
| **10** | Research and development studies for dye sensitized solar cells: New materials, lifetime tests and lamination | 4 |
| **11** | Size and shape dependent optical and electrical properties of inorganic nanoparticles | 5 |
| **12** | Size and shape controlled synthesis of inorganic nanoparticles (CdSe, CdTe CuInS2, CuZnSnS/Se etc.) for solar cell applications | 5 |
| **13** | Organic-inorganic hybrid solar cells: materials and working principles | 5 |
| **14** | Strategies to enhance the efficiency in organic-inorganic hybrid solar cells | 5 |

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Programın mezuna kazandıracağı 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 (*bilg*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 (*beceri*). |  |  | **+** |
| **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 ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde yayınlayarak bilginin sınırlarını genişletebilme *(Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).* |  | + |  |
| **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 *(Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği). (Öğrenme Yetkinliği).* | + |  |  |
| **v.** | Sosyal ilişkileri ve bu ilişkileri yönlendiren normları eleştirel bir bakış açısıyla inceleyebilme, geliştirebilme ve gerektiğinde değiştirmeye yönelik eylemleri yönetebilme *(İletişim ve Sosyal Yetkinlik).* | + |  |  |
| **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 *(İletişim ve Sosyal Yetkinlik).* |  | + |  |
| **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 *(Alana Özgü Yetkinlik).* |  |  | + |
|  | | | | |

**1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam**

## Relationship between the Course and “Energy Science and Technology PhD 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 specialist level, based upon the competency in MS level, grasping the interdisciplinary interaction related to energy area and reaching original results by using this specialist knowledge in analyzing, synthesizing and evaluating new and complex ideas (*knowledge*). |  |  | + |
| **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 (*skill*). |  |  | **+** |
| **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, expending the limits of knowledge by publishing at least one scientific article in a national and/or international peer reviewed journal (*competence to work independently and take responsibility*). |  | + |  |
| **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 (*competence to work independently and take responsibility, learning competence*). | + |  |  |
| **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. (*Communication and social competency*). | + |  |  |
| **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 (*communication and social competency*). |  | + |  |
| **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 (area specific competency). |  |  | + |
|  | | | | |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Düzenleyen (Prepared by)*** | **Tarih (Date)** 21.10.2014 | İmza (Signature) |