

GENEL TANIM / GENERAL DESCRIPTION

Ders Adı / Course Name	Functional Thin Film Technologies / Functional Thin Film Technologies	
Ders Kodu / Course Code	9105035542022	
Ders Türü / Course Type		
Ders Seviyesi / Course Level	Second Cycle / Second Cycle	
Ders Akts Kredi / ECTS	8.00	
Haftalık Ders Saati (Kuramsal) / Course Hours For Week (Theoretical)	3.00	
Haftalık Uygulama Saati / Course Hours For Week (Objected)	0.00	
Haftalık Laboratuar Saati / Course Hours For Week (Laboratory)	0.00	
Dersin Verildiği Yıl / Year	1	
Öğretim Sistemi / Teaching System	Face to Face / Face to Face	
Eğitim Dili / Education Language	Turkish / Turkish	
Ön Koşulu Olan Ders(ler) / Precondition Courses		
Amacı / Purpose	<p>Bu dersin amacı öğrencilerin ince film kaplama tekniklerini öğrenmesini, bu tekniklerin uygulama kısıtlarını ve avantajlarını karşılaştırabilmesini, enerji ile ilişkili uygulama alanları hakkında genel bilgi edinmesini, nano boyuttan mikro boyuta kadar film oluşum süreç mekanizmalarını kavrayabilmesini, elde edilen filmlerin özelliklerinin belirlenmesinde kullanılacak karakterizasyon yöntemlerini tanımasını ve ayrıca mürekkep püskürtmeli baskı tekniği ile fotovoltaik hücre tasarımına yönelik ince film hazırlama prensiplerini kavrayabilmesini sağlamaktır.</p>	<p>The aim of this course is to enable students to learn thin film coating techniques, to compare the application limitations and advantages of these techniques, to obtain general information about their energy-related application areas, to understand the film formation process mechanisms from nano to micro size, to recognize the characterization methods that can be used in determining the properties of the films, to comprehend the thin film preparation principles for photovoltaic cell design with ink printing technique.</p>

İçeriği / Content	<p>1. İnce film hazırlığında kullanılan ıslak kaplama süreçleri (dönü kaplama, daldırma kaplama, bıçak sıyırma, sprey kaplama vb.), elektroliz kaplama, kimyasal buhar biriktirme, fiziksel buhar biriktirme, atomik katman biriktirme, püskürtmeli kaplama gibi yöntemler hakkında bilgi vermek ve bu yöntemlerle ince film olarak kaplanabilen malzemeleri tanımlamak ve bunların enerji alanındaki uygulamalarının açıklanması</p> <p>2. Film oluşum sürecinde atomik boyutta gerçekleşen çekirdeklenme, büyüme, mikroyapılara evrilme sırasında gerçekleşen kinetik ve termodinamik süreçler hakkında bilgi verme, Stranski-Krastanow çekirdeklenme ve büyüme mekanizmalarının açıklanması,</p> <p>3. Film hazırlığında altlık ve kaplanacak malzeme ara yüz etkileşim mekanizmalarının açıklanması</p> <p>4. Polikristal filmlerde gerçekleşen nano ve mikro boyutlardaki yapısal değişim süreçlerinin anlatılması</p> <p>5. Çok bileşenli ve çok fazlı film oluşum süreçlerinde gerçekleşen mekanizmaların anlatılması</p> <p>6. Film kalınlığı, film yapışması, sertlik ve elastikiyet özellikleri, elektriksel ve termal iletkenlik, optik özellikler, gözeneklilik ve pürüzlülük gibi morfolojik özellikler, elemental ve yapısal özellikler gibi parametrelerin tanımlanması ve bunların belirlenmesinde kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmesi</p> <p>7. Baskı teknolojilerinin tanımlanması ve bunlar arasından mürekkep püskürtmeli baskı tekniği ile ince film elde edilmesinde dikkate alınacak sistem parametrelerinden mürekkep formülasyonu hazırlığına kadar olan tüm süreçler hakkında bilgi verilmesi, mürekkep püskürtmeli baskı tekniğinin fotovoltaiik hücre uygulamalarının anlatılması</p>	<p>1. To give information about thin film deposition techniques such as wet coating (spin coating, dip coating, doctor-blade, spray coating, etc.), electrolysis coating, chemical vapor deposition, physical vapor deposition, atomic layer deposition, sputtering and also to describe materials that can be coated by these techniques and to explain their energy related applications.</p> <p>2. To give information about kinetic and thermodynamic processes for nucleation, growth, and microstructures evolution during film formation, and also to explain the nucleation and growth mechanisms of Stranski-Krastanow.</p> <p>3. Explaining the substrate and material interface interaction mechanisms during film preparation.</p> <p>4. Explaining the structural change processes at nano and micro sizes in polycrystalline films</p> <p>5. Explaining the mechanisms that occur in multicomponent and multiphase film formation processes</p> <p>6. To give information about the definition of parameters such as film thickness, film adhesion, hardness and elasticity properties, electrical and thermal conductivity, optical properties, morphological properties such as porosity and roughness, elemental and structural properties and the methods used to determine them.</p> <p>7. Defining printing technologies and giving information about all processes in ink-jet printing technique from system parameters to ink formulation preparation, to be considered in the production of thin film and also explaining photovoltaic cell applications of ink-jet printing technique.</p>
Önerilen Diğer Hususlar / Recommended Other Considerations		
Staj Durumu / Internship Status		
Kitabı / Malzemesi / Önerilen Kaynaklar / Books / Materials / Recommended Reading	<p>1. Wagendristel A., Wang Y., "An Introduction to Physics and Technology of Thin Films" World Scientific, Singapore (1994).</p> <p>2. Zhang S., Ting JM., Wu WY., "Functional Thin Films Technology" CRS Press, Boca Raton, USA (2022).</p> <p>3. Martin P.M., "Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings: Science, Applications and Technology" Elsevier Inc., Oxford, UK (2010)</p> <p>4. Frey H., Khan H.R., "Handbook of Thin-Film Technology", Springer, Berlin, Germany (2015)</p>	<p>1. Wagendristel A., Wang Y., "An Introduction to Physics and Technology of Thin Films" World Scientific, Singapore (1994).</p> <p>2. Zhang S., Ting JM., Wu WY., "Functional Thin Films Technology" CRS Press, Boca Raton, USA (2022).</p> <p>3. Martin P.M., "Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings: Science, Applications and Technology" Elsevier Inc., Oxford, UK (2010)</p> <p>4. Frey H., Khan H.R., "Handbook of Thin-Film Technology", Springer, Berlin, Germany (2015)</p>
Öğretim Üyesi (Üyeleri) / Faculty Member (Members)	Dr. Öğretim Üyesi Halide DİKER	

ÖĞRENME ÇIKTILARI / LEARNING OUTCOMES

1	İnce film hazırlamaya yönelik tüm teknikler hakkında bilgi sahibi olma ve film hazırlık sürecinde dikkat edilecek parametreleri kavrayabilme	To have information about all techniques for thin film preparation and to understand the parameters to be considered in the film preparation process.
2	İnce film hazırlığında kullanılacak malzemeler ve kaplama teknikleri arasındaki ilişkiyi anlama ve enerji ile ilişkili uygulama alanlarını tanıma	Understanding the relationship between materials and coating techniques to be used in thin film preparation and recognizing their energy-related application areas.
3	Film oluşumu sırasında meydana gelecek çekirdeklenme, film büyümesi, mikroyapı oluşumu ve çok katmanlılık gibi mekanizmaları anlayabilme	To be able to understand the mechanisms such as nucleation, film growth, microstructure formation and to being multilayer.
4	İnce filmlerin morfolojik, optik, yapısal, fiziksel, mekanik, elektriksel özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan karakterizasyon yöntemleri hakkında bilgi sahibi olma	To have knowledge about the characterization methods used to determine the morphological, optical, structural, physical, mechanical and electrical properties of thin films.
5	İnce filmlerde gerçekleşen elektriksel ve termal iletkenlik mekanizmalarını kavrayabilme	To be able to comprehend the electrical and thermal conductivity mechanisms occur in thin films.
6	Basılı elektronik teknolojisinde ince film oluşturmak için kullanılan mürekkep püskürtmeli baskı teknolojisi ve bu teknolojiye yönelik mürekkep formülasyonu oluşturmada dikkat edilecek parametreler hakkında bilgi sahibi olma	To have information about the ink-jet printing technology used to form thin films for printed electronic technology and the parameters to be considered in preparing ink formulation for this technology.
7	İnce film hazırlığı ve karakterizasyonundaki tüm süreçleri dikkate alarak mürekkep püskürtmeli baskı tekniğinin kullanıldığı fotovoltaik hücre tasarım ve uygulamalarını yapabilme	To be able to design and implement a photovoltaic cells via ink printing technique, taking into account all the processes in thin film preparation and characterization.

HAFTALIK DERS İÇERİĞİ / DETAILED COURSE OUTLINE

Hafta / Week					
1	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Dersin tanıtımı: Kapsamı, gerekçesi, Önemi, Kural ve Gereklere				
	Introduction to the lecture: Scoop, rules and necessity.				
2	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Kimyasal, fiziksel ve ıslak süreçleri kapsayan ince film kaplama teknikleri ve elde edilen filmlerin enerji uygulama alanları hakkında bilgi verilmesi				
	Giving information about thin film coating techniques based on chemical, physical and wet processes, and energy field related applications of them.				
3	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Film kaplama işlemi öncesi yüzey temizleme yöntem ve prensiplerinin anlatılması				
	Explaining the surface cleaning methods and principles pre-coating process				
4	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Film oluşum sürecinde çekirdeklenme, büyüme ve mikroyapısal dönüşüm mekanizmalarının anlatılması				
	Explaining the nucleation, growth and microstructural transformation mechanisms in the film formation process				
5	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Kullanılacak altlık ve kaplanacak malzeme arasındaki ara yüzey etkileşim mekanizmalarının açıklanması				
	Explanation of the interfacial interaction mechanisms between the substrate and the coating material.				

	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
6	İnce filmlerde yapısal karakterizasyon için kullanılan XPS, AES, XRD, XRF, Raman ve FT-IR gibi yöntemler hakkında bilgi verilmesi				
	Giving information about the structural characterization methods of thin film such as XPS, AES, XRD, XRF, Raman and FT-IR.				
7	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	İnce filmlerde fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan tekniklerin (film temas açısı, yapışma, sertlik, elastikiyet, mekanik stres) açıklanması				
	Explanation of the techniques (film contact angle, adhesion, hardness, elasticity, mechanical stress) used in the determination of physical and mechanical properties of thin films.				
8	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Ara sınav				
	Mid-term Examination				
9	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	İnce filmlerde elektriksel ve termal iletkenlik mekanizmalarının açıklanması, iletkenlik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan teknikler hakkında bilgi verilmesi				
	Explaining the electrical and thermal conductivity mechanisms in thin films, giving information about the techniques used to determine the conductivity properties.				
10	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	İnce filmlerin morfolojik, kalınlık ve optik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan SEM, TEM, STM, AFM, optik mikroskop, elipsometre, UV-VIS spektroskopisi, fotoluminesans spektroskopisi gibi spektroskopik ve optik yöntemler hakkında bilgi verilmesi				
	Giving information about spectroscopic and optical methods such as SEM, TEM, STM, AFM, optical microscope, ellipsometer, UV-VIS spectroscopy, photoluminescence spectroscopy used to determine the morphological, thickness and optical properties of thin films.				
11	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	İnce film hazırlığında kullanılan baskı teknolojilerinin ve özel olarak mürekkep püskürtmeli baskı tekniğinin detayları ile ele alınması				
	Discussing the printing technologies used in thin film preparation and especially ink- jet printing technique in detail.				

	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
12	Mürekkep püskürtmeli baskı tekniği için mürekkep formülasyonlarının geliştirilmesine yönelik temel parametrelerin anlatılması				
	Explaining the basic parameters towards the development of ink formulations for the ink-jet printing technique.				
13	Mürekkep püskürtmeli baskı tekniğinin fotovoltaik hücre uygulamalarındaki kullanımları				
	Uses of ink-jet printing technique in photovoltaic cell applications				
14	Dönem Proje Sunumları				
	Project presentation				
15	Dönem Proje Sunumları				
	Project presentation				
16	Final sınavı				
	Final examination				

DEĞERLENDİRME / EVALUATION

Yarıyıl (Yıl) İçi Etkinlikleri / Term (or Year) Learning Activities	Sayı / Number	Katkı Yüzdesi / Percentage of Contribution (%)
Ara Sınav / Midterm Examination	1	100
Toplam / Total:	1	100
Başarı Notuna Katkı Yüzdesi / Contribution to Success Grade(%):		40
Yarıyıl (Yıl) Sonu Etkinlikleri / End Of Term (or Year) Learning Activities	Sayı / Number	Katkı Yüzdesi / Percentage of Contribution (%)
Final Sınavı / Final Examination	1	20
Proje Sunma / Project Presentation	1	80
Toplam / Total:	2	100
Başarı Notuna Katkı Yüzdesi / Contribution to Success Grade(%):		60
Etkinliklerinin Başarı Notuna Katkı Yüzdesi(%) Toplamı / Total Percentage of Contribution (%) to Success Grade:		100
Değerlendirme Tipi / Evaluation Type:		

İŞ YÜKÜ / WORKLOADS

Etkinlikler / Workloads	Sayı / Number	Süresi (Saat) / Duration (Hours)	Toplam İş Yüğü (Saat) / Total Work Load (Hour)
Derse Katılım / Attending Lectures	14	3.00	42.00
Makale Kritik Etme / Criticising Paper	12	5.00	60.00
Proje Hazırlama / Project Preparation	1	48.00	48.00
Proje Sunma / Project Presentation	1	5.00	5.00
Ara Sınav / Midterm Examination	1	3.00	3.00
Ara Sınav İçin Bireysel Çalışma / Individual Study for Mid term Examination	1	35.00	35.00
Final Sınavı / Final Examination	1	3.00	3.00
Final Sınavı için Bireysel Çalışma / Individual Study for Final Examination	1	40.00	40.00
Toplam / Total:	32	142.00	236.00
Dersin AKTS Kredisi = Toplam İş Yüğü (Saat) / 30.00 (Saat/AKTS) = 236.00/30.00 = 7.87 ~ / Course ECTS Credit = Total Workload (Hour) / 30.00 (Hour / ECTS) = 236.00 / 30.00 = 7.87 ~			

PROGRAM VE ÖĞRENME ÇIKTISI / PROGRAM LEARNING OUTCOMES

Öğrenme Çıktıları / Learning Outcomes	Program Çıktıları / Program Outcomes						
	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.1.6	1.1.7
1.İnce film hazırlamaya yönelik tüm teknikler hakkında bilgi sahibi olma ve film hazırlık sürecinde dikkat edilecek parametreleri kavrayabilme / To have information about all techniques for thin film preparation and to understand the parameters to be considered in the film preparation process.	5	5	4	4	4	3	5

2.İnce film hazırlığında kullanılacak malzemeler ve kaplama teknikleri arasındaki ilişkiyi anlama ve enerji ile ilişkili uygulama alanlarını tanıma / Understanding the relationship between materials and coating techniques to be used in thin film preparation and recognizing their energy-related application areas.	5	5	4	4	4	3	5
3.Film oluşumu sırasında meydana gelecek çekirdeklenme, film büyümesi, mikroyapı oluşumu ve çok katmanlılık gibi mekanizmaları anlayabilme / To be able to understand the mechanisms such as nucleation, film growth, microstructure formation and to being multilayer.	4	3	2	1	2	1	3
4.İnce filmlerin morfolojik, optik, yapısal, fiziksel, mekanik, elektriksel özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan karakterizasyon yöntemleri hakkında bilgi sahibi olma / To have knowledge about the characterization methods used to determine the morphological, optical, structural, physical, mechanical and electrical properties of thin films.	3	4	2	2	3	1	3
5.İnce filmlerde gerçekleşen elektriksel ve termal iletkenlik mekanizmalarını kavrayabilme / To be able to comprehend the electrical and thermal conductivity mechanisms occur in thin films.	3	3	2	3	2	1	3

6.Basılı elektronik teknolojisinde ince film oluşturmak için kullanılan mürekkep püskürtmeli baskı teknolojisi ve bu teknolojiye yönelik mürekkep formülasyonu oluşturmada dikkat edilecek parametreler hakkında bilgi sahibi olma / To have information about the ink-jet printing technology used to form thin films for printed electronic technology and the parameters to be considered in preparing ink formulation for this technology.	4	4	4	1	2	2	4
7.İnce film hazırlığı ve karakterizasyonundaki tüm süreçleri dikkate alarak mürekkep püskürtmeli baskı tekniğinin kullanıldığı fotovoltaik hücre tasarım ve uygulamalarını yapabilme / To be able to design and implement a photovoltaic cells via ink printing technique, taking into account all the processes in thin film preparation and characterization.	5	5	4	4	4	3	5

Katkı Düzeyi / Contribution Level : 1-Çok Düşük / Very low, 2-Düşük / Low, 3-Orta / Moderate, 4-Yüksek / High, 5-Çok Yüksek / Very high