

6 farklı Dilde Eğitici Eğitimi El Kitabı



TECONAUT

USING DEEP TECH TO FACILITATE THE ECO
TRANSITION IN THE NAUTICAL SECTOR



Co-funded by
the European Union

İngilizce, İspanyolca, Fransızca, Yunanca, Lehçe, Almanca ve Türkçe dillerinde dijital el kitabı.

Proje numarası	101139940
Belgenin başlığı	6 farklı dilde Eğitici Eğitimi el kitabı
Tarih	12 January 2026
Belge türü	Guidelines
Dağıtım	NTUA
Yaygınlık düzeyi	Halka açık
Sürüm	1

Feragatname

Avrupa Birliği tarafından finanse edilmiştir. Ancak, burada ifade edilen görüş ve fikirler yalnızca yazar(lar)a aittir ve Avrupa Birliği veya EACEA'nın görüşlerini yansıtmayabilir. Ne Avrupa Birliği ne de hibe veren kurum bu görüş ve fikirlerden sorumlu tutulamaz.



İçindekiler

1 Giriş

2 Bu El Kitabının Rolü

2.1 Amaç

2.2 Kullanıcılar ve İzleyici

2.3 Bağlam

3 Derslerin Kurs Özeti ve Destek Bilgileri

4 Eğitim Rehberi

4.1 Eğitim Yaklaşımı ve Rehberlik

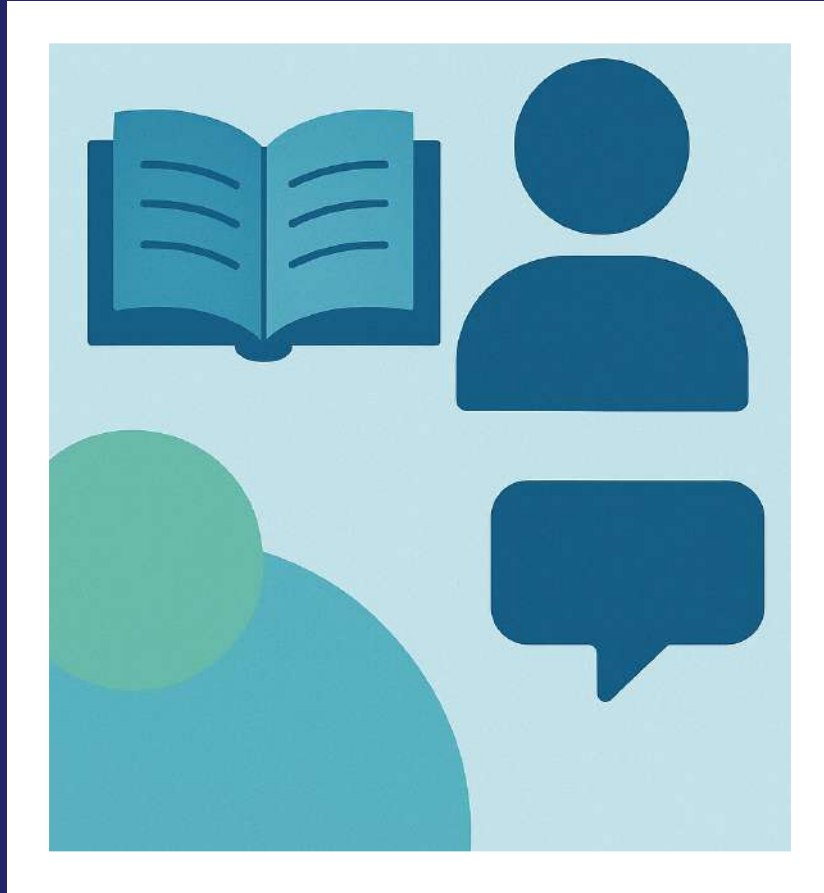
4.2 Eğitimciler için Pratik İpuçları

5 Malzeme ve Ekipman Listesi

Ek: Destekleyici Sunumlar ve Videolar



1 Giriş



1. Giriş

Bu el kitabı, AB tarafından finanse edilen TEcoNaut projesine katılan eğitimciler için pratik bir referans aracı olarak hazırlanmıştır. TEcoNaut, yükseköğretim kurumları, mesleki eğitim kurumları ve tekne inşa endüstrisi arasındaki işbirliğini güçlendirmek amacıyla tasarlanmış bir Avrupa girişimidir. Proje, ortaya çıkan beceri ihtiyaçlarını belirlemeyi, mevcut beceri eksikliklerini gidermeyi ve sektör genelinde uzun vadeli işbirliğini desteklemeyi amaçlamaktadır.

TEcoNaut, tekne yapımında sürdürülebilir malzemelerle ilgili mesleki eğitim ve öğretime odaklanarak, sektörün yenilikçi ve çevreye duyarlı teknolojilere geçişini desteklemektedir.

Daha spesifik olarak, TEcoNaut projesi ana hedefine şu yollarla ulaşmayı amaçlamaktadır:

- Mesleki eğitim için Deep Tech malzemeleri kursunun geliştirilmesi, Deep Tech malzemelerinin kullanımı ve uygulamasına odaklanması ve Eğitici Eğitimi programının düzenlenmesi. Derinlemesine bir "beceri eksiklikleri" belirleme aşamasının yürütülmesi; bu aşamanın sonuçları ESCO ile bağlantılı olacak ve yeni AB Yeşil Taksonomisi'nden yararlanılacaktır.
- "Eko" denizcilik sektöründeki öğrenciler ve gelecekteki çalışanlar arasında girişimci bir zihniyet uyandırarak, sürdürülebilir malzemelerin kullanımı ve tekne yapım malzemelerinin döngüsellikinde gelecekteki iş fırsatlarını görmelerini sağlarken, aynı zamanda dayanıklılık becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır.
- Yükseköğretim öğrencilerine uygulamalı yaklaşımlar içeren bir staj programı tasarlayarak, onların şirketlerde Deep Tech becerilerinin uygulanması üzerinde çalışabilmelerini sağlamak. Tekne yapımında son derece gerekli olan Deep Tech yeşil dalgası, Deep Tech malzemeleri üzerinde araştırma yapan yükseköğretim kurumları, bu malzemeleri kullanarak sürdürülebilir ve çevre dostu bir şekilde tekne üreten şirketler ve nitelikli personel sağlayan mesleki eğitim merkezleri arasındaki işbirliği ile başarılı bir şekilde geliştirilecektir.

Bu el kitabı, TEcoNaut Kursu: Tekne yapım sektöründe sürdürülebilir malzemeler kursunu tamamlamak amacıyla hazırlanmıştır. Öğrenme modüllerinin etkili bir şekilde sunulmasını desteklemek ve eğitimcilerin belirlenen öğrenme çıktılarına ulaşmasına yardımcı olmak için rehberlik, önerilen uygulamalar ve yapılandırılmış kaynaklar sunmaktadır.



2

Bu El Kitabının Rolü



Co-funded by
the European Union

ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO

2. Bu el kitabının rolü

2.1 Amaç

Bu el kitabı, TEcoNaut kursunu veren eğitimciler için birincil referans kılavuzu olarak hizmet etmektedir. Etkili öğrenmeyi desteklemek ve kurs modüllerinin tutarlı bir şekilde sunulmasını sağlamak için öğretim metodolojileri, kaynaklar ve ek materyaller hakkında pratik rehberlik sağlar.

Ayrıca, el kitabı, eğitimcilerin daha ileri düzeydeki öğrenci sorularını yanıtlayabilmeleri için daha fazla bağlam sağlamak üzere çeşitli kurs konularında "seviye atlama" bilgileri sunmaktadır. Öğretim araçları, referans materyalleri ve pratik bilgilerle entegre olan Öğretmen El Kitabı, öğretmenlerin ilgi çekici ve etkileşimli bir ortamda yüksek kaliteli bir öğrenme deneyimi sunmalarını desteklemeyi amaçlamaktadır.

Daha spesifik olarak, el kitabı eğitimcilere şu konularda yardımcı olur:

- Verimli ve öğrenci merkezli eğitim yaklaşımları uygulamak
- Sınıf etkinliklerini ve grup dinamiklerini yönetmek
- Tanımlanmış öğrenme hedeflerine göre ilerlemeyi izlemek
- Temel ders materyalinin ötesine geçen öğrenci sorularını ele almak.

Bu el kitabı kısıtlayıcı nitelikte değildir. Eğitimcilerin, mesleki yargılarına ve öğrencilerinin ihtiyaçlarına göre materyali uyarlama ve genişletme konusunda teşvik edilmektedir.

2.2 Kullanıcılar ve İzleyici

Bu el kitabı öncelikle Mesleki Eğitim ve Öğretim (VET) alanında çalışan eğitimciler için hazırlanmış olup, sürdürülebilir tekne yapımına odaklanmaktadır. Aşağıdaki kişiler de bu el kitabını referans olarak kullanabilirler:

- Yükseköğretim kurumlarındaki eğitimciler
- Denizcilik ve tekne yapımı sektörlerinde eğitim uzmanları
- TEcoNaut kursu kapsamında mesleki eğitim ve öğretim faaliyetlerini destekleyen veya sunan profesyoneller.

2.3 Bağlam

Bu el kitabı, eğitmenlerin TEcoNaut kursunu sunmalarını desteklemek için tasarlanmış kapsamlı bir çeręeve sunmaktadır. Bu çeręeve, EQF Seviye 4 yeterlilik gerekliliklerine uygundur ve mesleki eğitim için tanınmış Avrupa standartlarıyla tutarlılığı sağlar (Bkz. <https://europass.europa.eu/en/description-eight-eqf-levels>).

Öğretmen El Kitabı'nın ana içeriği aşağıda sunulmuştur. Kitabın içeriği, öğretmenlere/eğitmenlere eğitim sürecinin tüm aşamalarında net rehberlik, pratik araçlar ve yapılandırılmış destek sunmak üzere düzenlenmiştir.

3

Derslerin genel çeręevesi
ve destek bilgileri

4

Eğitim Rehberi

5

Malzeme ve Ekipman Listesi

Ek

Destekleyici Sunumlar
ve Videolar

Kısaca, Bölüm 3 her bir ünitenin ders planını sunar ve her ünitenin içeriğindeki çeşitli konular için seviye atlama bilgileri ve ders planında açıklanan etkinlikleri yürütmek için ipuçları ile tamamlanır. Bölüm 4, öğretim yöntemleri ve katılımcı bir ders yürütmek için bir kılavuz görevi görür. Bölüm 5, uygulamalı etkinlikler ve tekne yapımı ile ilgili terminolojiyi daha iyi anlamak için gerekli ekipman ve malzemelerin listesini sunar. Son olarak, Ek bölümde TecoNaut projesi kapsamında Fransa'da düzenlenen bir atölyede sunulan sunumlar yer almakta ve derin teknoloji malzemeleri ve mekanik özellikler hakkında bilgiler vermektedir.



3

Derslerin Kurs Özeti ve Destek Bilgileri



Co-funded by
the European Union

ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO

3. Ders Özeti ve Dersler için Destek Bilgileri

Bu bölümde, öğrenim içeriğinin birimler, modüller, alt konular, ilgili etkinlikler ve destekleyici ders bilgileri halinde nasıl düzenlendiğini özetleyen dersin genel çerçevesi sunulmaktadır. Her ünite, teorik bilgi ve pratik uygulama arasında uygun bir denge sağlayarak önemli bir tematik alanı ele almaktadır. Ekteki tablolar (ilgili Kurs Özeti tablolarına bakınız), kurs materyalinin geliştirilmesi için gerekli bilgileri (konular, hedeflenen öğrenme çıktıları, tahmini süre ve önerilen öğretim ve eğitim yöntemleri dahil) sunarak öğretmenlerin kursu etkili bir şekilde planlamasına ve sunmasına destek olmaktadır. Bu tablolar ayrıca öğrencilere kurs içeriği ve beklentiler hakkında şeffaf bir genel bakış sunmaktadır. Her ünite için, öğretmenlere kolaylık sağlamak amacıyla tablolarda düzenlenmiş etkinlik talimatları (ilgili Etkinlik Talimatları tablolarına bakınız) ve seviye atlama bilgileri (ilgili Seviye Atlama Bilgileri tablolarına bakınız) sunulmaktadır.

Kurs yapısı beş (5) üniteden oluşmaktadır. Öğrenciler aşağıdaki konularda eğitim alacaklardır:

Bölüm 1: Tekne yapımında sürdürülebilirliğe giriş

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikler ve performans

Ünite 3: Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri

Ünite 4: Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi ve İş Modeli

Ünite 5: Kariyer planlama, fırsatlar ve zorluklar

Bu konular, tekne yapım sektöründe hem teknik yeterlilik hem de daha geniş kapsamlı sürdürülebilirlik bilincinin gelişimini desteklemektedir.

Aşağıdaki açıklamalar, Kurs Özeti tablolarında yer alan her bir sütunun amacını ve kapsamını açıklamakta olup, tüm eğitim bağlamlarında tutarlı bir yorumlama ve kullanım sağlanmaktadır.

Modül

Sütun, ilgili ünitenin her bir modülünü göstermektedir.

Alt konu

Bu sütun, modülün her bir alt konusunu ifade eder.

Not: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu için daha ayrıntılı bilgiler ve ilgili etkinliklerin ilgili **Etkinlik Talimatları** tablosunda yer aldığını gösterir.

Alt konu dağılımı

Bu sütun, ders programında tanımlanan içeriği yansıtarak, her bir üniteye sunulan konular ve alt konular hakkında ayrıntılı bilgi sağlar. Her bir konu altında öğretileceklerin yapılandırılmış bir özetini sunarak, materyalin mantıklı bir sırayla ve kapsamlı bir şekilde ele alınmasını destekler.

Konu dağılımı, öğretmenlerin derslerini etkili bir şekilde planlamasına ve organize etmesine yardımcı olurken, aynı zamanda öğrencilere konuyu adım adım net bir şekilde keşfetmeleri için rehberlik eder.

"Konu dağılımı", öğretmenlerin derslerini etkili bir şekilde planlamasına ve organize etmesine yardımcı olurken, aynı zamanda öğrencilere konuyu adım adım net bir şekilde keşfetmeleri için rehberlik eder.

Öğrenme Çıktısı

Öğrenme Çıktıları sütunu, öğrencilerin her bir etkinlikte edinmeleri veya geliştirmeleri beklenen bilgi, beceri ve tutumları belirtir. Bu çıktılar, kursun her bir ünitesinin genel müfredat hedefleriyle uyumlu olacak şekilde tanımlanmıştır. Öğrenme çıktıları, hem öğretmenler hem de öğrenciler için temel göstergeler olarak işlev görür ve her bir etkinliğin amaçlanan yetkinlik gelişimine anlamlı bir katkı sağlamasını garanti eder.

Süre

Bu sütun, her ders veya etkinlik için planlanan zaman dağılımını gösterir. Listelenen süre, program müfredatında belirtilen zamanlamalara uygun olmalıdır. Bu, öğretmenlerin oturum planlamasını yönetmelerine ve tüm eğitim ortamlarında tutarlılığı sağlamalarına yardımcı olur.

Öğretim ve Eğitim Yöntemleri

Bu sütun, ilgili alt konu için uygun öğretim ve eğitim yöntemlerini önermektedir.

Etkinliklere ilişkin kılavuz tablolar, öğrencilerin müfredatta öğretilen temel kavramları ve bilgileri tam olarak anlamalarına yardımcı olmak için sınıfta gerçekleştirilebilecek tüm etkinlikleri sunar. Etkinlikler tablo formatında sunulur ve öğretmenlerin görevleri organize etmeleri ve öğrencileri etkili bir şekilde yönlendirmeleri için açık talimatlar ve rehberlik içeren, her birim için yapılandırılmış bir genel bakış sağlar.

“Level Up” bilgi tablosu, eğitmenlere ana müfredatı tamamlayan ileri düzey kavramlar, referans materyalleri ve tamamlayıcı kaynaklar hakkında kapsamlı bir genel bakış sunar. Bilimsel yayınlara, teknik standartlara, profesyonel araçlara ve uygulamadan alınmış vaka çalışmalarına yapılandırılmış erişim sayesinde, bu bölüm öğretmenlere, öğrencileri temel bilgilerin ötesine geçirerek daha geniş bir mesleki ve ekolojik ortama güvenle yönlendirmek için gerekli bağlam bilgisini sağlar.

Ünite 1, öğrencilere denizcilik ve kıyı endüstrileriyle ilgili sürdürülebilirlik çerçeveleri, doğal malzeme yenilikleri ve çevresel değerlendirme yöntemlerini tanıtan kapsamlı kaynakları bir araya getirir. Sürdürülebilir marina yönetimi, Avrupa Yeşil Anlaşması'nın uzun vadeli iklim stratejisi, ahşap ve polimer bazlı akıllı malzemelerle ilgili ileri düzey araştırmalar ve tekne yapımında kullanılan malzeme özelliklerini tanımlayan ISO 12215 gibi standartlar hakkında referans materyaller içerir. Ek içerik, bir geminin ömrü boyunca çevresel etkiyi azaltmada Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi'nin (YDA) önemini ve atık yönetimi ve kaynak verimliliği konusunda döngüsel ekonomi perspektiflerini vurgulamaktadır.

Ünite 2, modern tekne yapımında lifler, reçineler, kompozit yapılar, geri dönüşüm teknolojileri ve mekanik davranışlara odaklanmaktadır. Referanslar arasında lif özelliklerinin karşılaştırılması, test sonuçları ve reçine kimyasının performans ve dayanıklılık üzerindeki etkisinin ele alındığı bilimsel yayınlar bulunmaktadır. Bu ünite ayrıca temel ISO standartlarını, kompozit mekaniği ile ilgili pratik kaynakları ve malzeme kusurları, katkı maddesi kullanımı, uyumluluk maddeleri ve sandviç yapılar ile ilgili ayrıntılı vaka çalışmalarını da kapsamaktadır. Döngüselliğe büyük önem verilmekte olup, termal, mekanik ve kimyasal geri dönüşüm yöntemlerini, farklı süreçlerin enerji gereksinimlerini ve biyo-bazlı alternatifler, doğal lifler ve sürdürülebilir kompozit malzemeler üzerine odaklanan mevcut kapsayıcı girişimleri inceleyen çok sayıda kaynak bulunmaktadır.

Ünite 3, öğretmenlere kompozit üretim süreçleri, fiber mimarisi ve üretimde kalite güvencesi ile ilgili uygulama odaklı materyaller sunar. Teknik kılavuzlar, web siteleri, bilimsel makaleler ve çevrimiçi tanıtım videoları aracılığıyla bu ünite, laminasyon yöntemlerini, reçine infüzyonunu, kusur önlemeyi ve doğal elyaf veya hibrit kompozit bileşenlerin yapımında atılan adımları açıklamaktadır. Ayrıca, öğrencilere yeni sürdürülebilir üretim yaklaşımlarını, geri dönüşüm ve yeniden kullanım örneklerini, onarım yöntemlerini ve tekne yapımında çevresel etkilerle ilgili endüstri perspektiflerini tanıtmaktadır.

Kalite kontrol, atık yönetimi çözümleri ve üretim artıkları geri dönüşüm fırsatları da ele alınmaktadır.

Ünite 4, en ilgili düzenleyici çerçeveleri, çevresel ayak izi teknolojilerini ve inşaat sektörünün karbonsuzlaştırılmasını amaçlayan devam eden Avrupa girişimlerini derlemektedir. Referanslar arasında resmi ISO standartları, Ürün Çevresel Ayak İzi (PEF) belgeleri, YDA kılavuzları, endüstri çalışmaları ve politika düzeyinde raporlar bulunmaktadır. Bu kaynaklar bir araya gelerek, öğretmenlerin sürdürülebilirliği geniş yasal ve endüstriyel kapsam içinde somutlaştırmalarına yardımcı olur ve düzenlemelerin malzeme seçimlerini, üretim süreçlerini, yaşam döngüsü sorumluluklarını ve düşük etkili gemi tasarımına geçişi nasıl şekillendirdiğini gösterir.

Ünite 5, gemi yapımının geleceğini şekillendiren politika bağlamını, finansman fırsatlarını, işgücü piyasası bilgilerini ve gelişen beceri gereksinimlerini vurgulamaktadır. AB Yeşil Anlaşması, Fit for 55, atık nakliye düzenlemeleri ve NextGenEU gibi finansal mekanizmalarla ilgili materyalleri bir araya getirmektedir. Bu ünite ayrıca, yenilikçi sürdürülebilir uygulamaları benimseyen tersanelerin vaka çalışmalarını, geleneksel zanaat ve modern tekniklerle ilgili videoları ve kılavuzları ve ilgili meslekleri, ağ oluşturma stratejilerini, mesleki etkinlikleri ve sektörde ortaya çıkan yeni teknolojik yetkinlikleri tanıtan bir dizi kaynağı sunmaktadır.

Aşağıdaki tablolarda, yukarıda bahsedilen tüm bilgiler TEcoNaut kurs materyalinin her bir birimi için ayrıntılı olarak sunulmaktadır.



Ünite 1: Tekne yapımında sürdürülebilirliğe giriş



1. Ünite: Tekne yapımında sürdürülebilirliğe giriş / Ders Programı

Modül Başlığı	Alt konu	Alt konu ayrıntıları	Öğrenme Çıktıları (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğrenme öğretme yöntemleri
1.1 Denizcilik sektöründe sürdürülebilirliğin temelleri	1.1.1 Denizcilik sektöründe sürdürülebilirlik ilkeleri	1. Sürdürülebilirliğin üç temel unsuruna giriş 2. Denizcilik konuları bağlamında zorluklar: emisyonlar, kaynak kullanımı, malzeme israfı 3. Gemi tasarımı, inşası ve bakımında sürdürülebilirliğin uygulanması.		2 ½	Sorun temelli öğrenme
	1.1.2 Tarihsel gelişim: Biyolojik bazlı malzemeler ve cam elyafı	1. Tekne yapımında malzeme geliştirmeye giriş: a) Geleneksel tekne yapım malzemelerine genel bakış b) Erken kompozitlerin tanıtımı 2. Malzeme evriminin zaman çizelgesi: a) Tekne yapım malzemelerinde önemli tarihsel dönüm noktaları b) Geleneksel malzemelerden gelecekteki (sentetik) malzemelere geçiş c) Biyolojik bazlı alternatifler 3. Malzemelerin karşılaştırılması (örnekler) a) Çevresel etki b) Mekanik özellikler c) Maliyetler ve pazarda/endüstride bulunabilirlik.	ÖÇ 1: Tekne yapımında kullanılan malzemelerin tarihsel gelişimi hakkında bilgi. ÖÇ 2: Genel olarak geleneksel, sentetik ve biyolojik temelli malzemeleri karşılaştırma becerisi. ÖÇ 3: Tarihsel bağlam, teknik gereksinimler ve sürdürülebilirlik ölçütlerine dayalı olarak malzeme seçimlerini değerlendirme	2 ½	Sınıf Temelli Öğrenme (malzeme örneklerinin de yer aldığı interaktif ders)

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda verildiğini gösterir.

Not 2: "Alt konu dökümü" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Modul Adı	Alt konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenme Çıktısı (ÖÇ)	Süre (Saat)	Öğretme ve Öğrenme Yöntemleri
1.1 Denizcilik sektöründe sürdürülebilirliğin temelleri	1.1.3 Düzenleyici çerçeve: Sertifikalar ve düzenlemeler	1. Uluslararası ve bölgesel denizcilik düzenlemelerine genel bakış (örneğin, IMO, ISO 14001, AB direktifleri) 2. Sürdürülebilir malzemeler ve gemiler için sertifikalara giriş 3. Sürdürülebilir uygulamaların uygulanmasında ve teşvik edilmesinde düzenlemenin rolü.	ÖÇ 1: Denizcilik düzenlemelerine giriş. ÖÇ 2: İlgili yönetmelik ve direktiflerin genel bakış. ÖÇ 3: Sürdürülebilir uygulamalarda düzenlemelerin rolü.	1	Sınıf temelli öğrenme (vaka temelli ders)

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda yer aldığını belirtir.

Not 2: Kalın harflerle vurgulanan metin "Alt konu dağılımı" sütununda, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

1. Ünite: Tekne yapımında sürdürülebilirliğe giriş / Ders Programı

Modul Adı	Alt Konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenme Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
1.2 Çevresel etki ve atık yönetimi	1.2.1 Tekne endüstrisinde Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)	1. Yaşam Döngüsü Analizi (YDA) Giriş - tanımı ve amacı 2. Bir teknenin yaşam döngüsünün aşamaları: a) İmalat ve inşaat b) Nakliye ve dağıtım c) Kullanım/işletim aşaması d) Ömrünün sonu: bertaraf, geri dönüşüm veya yeniden kullanım 3. Her aşamadaki emisyonların, atıkların ve kaynak tüketiminin belirlenmesi. 4. Tekne üretimi ve kullanımında karbon ayak izi ve bileşenleri. 5. Farklı malzemelerin çevresel etkilerinin karşılaştırılması	ÖÇ 1: YDA kavramı ÖÇ 2: Bir teknenin yaşam döngüsünün ana aşamalarını belirleyin ve açıklayın. ÖÇ 3: Her yaşam döngüsü aşamasıyla ilişkili tipik çevresel etkileri tanımak.	2	Sınıf temelli öğrenme

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda yer aldığını belirtir.

Not 2: Kalın harflerle vurgulanan metin "Alt konu dağılımı" sütununda, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

1. Ünite: Tekne yapımında sürdürülebilirliğe giriş / Ders Programı

Modul Adı	Alt Konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenme Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
1.2 Çevresel etki ve atık yönetimi	1.2.2 Atık yönetimi stratejileri: Döngüsel ekonomi ilkeleri ve 3-R çerçevesi	1. Tekne yapım endüstrisinde atıklar hakkında giriş: a) Üretim, bakım ve kullanım ömrü sonu aşamalarında ortaya çıkan atık türleri ve kaynakları. b) Çevresel riskler ve atıkların uygun olmayan şekilde işlenmesinin sonuçları. 2. 3R Çerçevesini Anlamak: a) Azaltma – akıllı tasarım ve kaynak verimliliği yoluyla atık oluşumunu en aza indirme. b) Yeniden kullanım – onarım ve yeniden kullanım yoluyla ürün veya bileşen ömrünü uzatmak. c) Geri dönüşüm – malzeme geri kazanımı ve yeni ürünlere dönüştürülmesi. 3. Döngüsel Ekonomiye Giriş? a) Tanım ve geleneksel doğrusal model (“al-yap-at”) ile karşılaştırma. b) Temel ilkeler: dayanıklılık için tasarım, malzemelerin kullanımda tutulması, doğal sistemlerin yenilenmesi.	ÖÇ 1: 3R kavramının atık hiyerarşisi ilkelerini anlamak ÖÇ 2: Döngüsel Ekonomiye Anlamak ÖÇ 3: Tekne yapım sürecinde yaygın olarak görülen atık türlerinin belirlenmesi. ÖÇ 4: 3R ve döngüsel ekonomi ilkelerinin anlaşılması	2	Sınıf temelli öğrenme

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda yer aldığını belirtir.

Not 2: Kalın harflerle vurgulanan metin "Alt konu dağılımı" sütununda, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

1. Ünite: Tekne yapımında sürdürülebilirliğe giriş / Ders Programı

Modul Adı	Alt Konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenme Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
1.2 Çevresel etki ve atık yönetimi	1.2.3 Sürdürülebilirliğin sınırları: Geri dönüşüm ve yenilenebilir hammaddelerin karşılaştığı zorluklar	1. Sürdürülebilir Kalkınmaya Giriş. 2. Geri Dönüşümün Zorlukları: a) Kompozit malzemelerin (örneğin, cam elyafı, karbon elyafı) geri dönüşümünde karşılaşılan teknik zorluklar. b) Ekonomik engeller: geri dönüşüm maliyeti ile yeni malzeme maliyeti. c) Deniz atıklarının geri dönüşümü için sınırlı altyapı ve teknoloji. 3. Yenilenebilir Kaynaklar – Artıları ve Eksileri 4. Geri dönüşüm ve yenilenebilir kaynaklar	ÖÇ 1: Geri dönüşüm ve yenilenebilir malzemelerin çevresel ve teknik sınırlamalarını anlamak. ÖÇ 2: Pratik uygulamalarda geri dönüştürülebilir ve yenilenebilir malzemeler arasında ayrım yapın. ÖÇ 3: Sürdürülebilirlik kısıtlamaları hakkında bilgi sahibi olmak ve bunları sorumlu bir şekilde uygulamak.	2	Sınıf temelli öğrenme

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda yer aldığını belirtir.

Not 2: Kalın harflerle vurgulanan metin "Alt konu dağılımı" sütununda, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

1. Ünite: Tekne yapımında sürdürülebilirliğe giriş / Ders Programı

Modul Adı	Alt Konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenim Çıktısı (LO)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
1.3 Yenilikler ve gelecek perspektifleri	1.3.1 Gelecekteki eğilimler: Yeni malzemeler, atıksız üretim	1. Yenilikler ve gelecek perspektifleri 2. Atıksız üretim kavramı	ÖÇ 1: Tekne yapım sektöründe yeni sürdürülebilir malzemeler ve teknolojiler hakkında bilgi sahibi olmak. LO 2: Atıksız (sıfır atık) üretim kavramını anlamak.	1 ½	Sınıf temelli ve problem temelli öğrenme
	1.3.2 Tedarik zinciri zorlukları ve yasal engeller.	1. Tekne yapım sektöründe tedarik zincirine giriş 2. Lojistik zorluklar 3. Yönetmelikler ve standartlar	ÖÇ 1: Tekne yapım tedarik zincirinin yapısını ve işlevini anlamak.	1 ½	Sınıf temelli ve problem temelli öğrenme

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili etkinliklerin aşağıdaki tabloda yer aldığını belirtir.

Not 2: "Alt konu dağılımı" sütununda kalın harflerle vurgulanmış metin daha ayrıntılı (ileri düzey) bilgilerin mevcut olduğunu gösterir; bu bilgiler aşağıda ayrı bir tabloda sunulmuştur.

1. Ünite: Tekne yapımında sürdürülebilirliğe giriş / Etkinlik Talimatları

Alt konu	Aktivite	Tanım
1.1.1 Denizcilik sektöründe sürdürülebilirlik ilkeleri	<i>Sürdürülebilirlik Pusulası Haritalama</i>	Amaç: Öğrencilerin sürdürülebilirlik sorunlarını çevresel, sosyal ve ekonomik unsurlar olarak sınıflandırmalarına yardımcı olmak. Nasıl: Öğrencilere denizcilik bağlamında gerçek hayattan senaryolar sunun (örneğin, petrol sızıntıları, işgücü sömürsü, yakıt verimliliği). Görev: Küçük gruplar halinde, her senaryoyu Sürdürülebilirlik Pusulası (E/S/Ec/So) üzerine yerleştirin. Sonuç: Sürdürülebilirliği bütünsel bir çerçeve olarak anlamak.
1.1.2 Tarihsel gelişimi: Biyolojik bazlı malzemeler ve cam elyaf	<i>Malzeme zaman çizelgesi değişikliği</i>	Amaç: Zaman içinde tekne yapımında kullanılan malzemelerin değişimini incelemek. Nasıl: Kartlara tekne malzemeleri (ahşap, fiberglas, keten, karbon fiber), tarihi olaylar ve bunların denizcilikteki ilk kullanımları hakkında bilgiler ekleyin. Görev: Gruplar kartları zaman çizelgesine yerleştirir; hangi yeniliklerin sürdürülebilirlik odaklı olduğunu tartışır. Sonuç: Malzemelerin evrimini ve ortaya çıkan sürdürülebilir alternatifleri tanımak.
1.2.1 Tekne endüstrisinde yaşam döngüsü analizi (YDA)	<i>Yaşam Döngüsü Bulmacası</i>	Amaç: Bir teknenin yaşam döngüsündeki farklı aşamaları ve bunların etkilerini anlamak. Nasıl: Aşamaları (ham madde çıkarma, nakliye, kullanım, ömür sonu) ve etki türlerini (karbon emisyonları, toksisite, su kullanımı) temsil eden kesilmiş kartlar sağlayın. Görev: Ekipler bir yaşam döngüsü akış şeması oluşturur, ardından her aşamayı etkisine bağlar. Sonuç: Tasarım seçimlerinin bir teknenin toplam çevresel ayak izini nasıl etkilediğini görselleştirin.

Ünite 1: Tekne yapımında sürdürülebilirliğe giriş / Etkinlik Talimatları

Alt Konu	Aktivite	Tanım
1.2.3 Sürdürülebilirliğin sınırları: Geri dönüşüm ve yenilenebilir hammaddelerin karşılaştığı zorluklar	<i>Geri Dönüşüm ve Yenilenebilir Enerji Tartışması</i>	Amaç: Farklı sürdürülebilir stratejilerin artılarını ve eksilerini incelemek. Nasıl: Öğrencileri iki gruba ayırın: Takım A: Kompozit malzemelerin geri dönüşümünü savunuyor. B Takımı: Keten veya biyo-reçineler gibi yenilenebilir alternatifleri destekler. Görev: Her ekip performans, maliyetler, sınırlamalar ve altyapıya dayalı argümanlar hazırlar. Sonuç: Gerçek dünyadaki malzeme sürdürülebilirliğindeki ödüneşmeler ve zorluklar hakkında daha derin bir anlayış
1.3.1 Gelecekteki eğilimler: Yeni malzemeler, atıksız üretim	<i>Tekne yapımının geleceği – 3D baskı tartışması</i>	Amaç: 3D baskı gibi modern teknolojilerin tekne tasarımı, malzemeleri ve yapım yöntemlerini nasıl dönüştürebileceğini keşfetmek. Nasıl: "3D baskı, gelecekte tekne yapımında devrim yaratacak mı?" sorusuna dayalı yapılandırılmış bir sınıf içi tartışma veya müzakere. Önemli artıları ve eksileri tanıtın, öğrencileri farklı gelecek senaryolarına (iyimser, ihtiyatlı, eleştirel) göre gruplara ayırın. Görev: Öğrenciler farklı gelecek senaryolarını (tamamen basılmış tekneler, hibrit modeller, sınırlamalar) tartışır veya sunar ve malzemeler, sürdürülebilirlik, düzenlemeler ve beceriler üzerindeki etkilerini tartışır. Sonuç: Gelecek odaklı düşünme, eleştirel tartışma becerileri, inovasyonun etkilerinin daha derinlemesine anlaşılması.

Ünite 1: Tekne yapımında sürdürülebilirliğe giriş / Ünite 1'in alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviye atlama bilgileri için konu	Kaynak Linki	Kaynak İçeriğinin Özeti	Notlar
1. Sürdürülebilirliğin üç temel unsuruna giriş 2. Denizcilik bağlamında özel zorluklar: emisyonlar, kaynak kullanımı, malzeme atık	https://europeanboatingindustry.eu/images/Introduction%20to%20Sustainability%20in%20Marinas/Introduction-to-Sustainability-in-Marinas---2nd-Edition.pdf?t=1688484739 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en	Kıyı altyapısında enerji verimliliği, atık yönetimi ve çevre koruma önlemleri dahil olmak üzere sürdürülebilir yönetim için en iyi uygulamalar hakkında metin. Avrupa Yeşil Anlaşması, 2050 yılına kadar iklim nötrlüğünü hedefleyen, döngüsel ekonomi ilkelerini, sürdürülebilir endüstri dönüşümünü ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını teşvik eden AB'nin stratejik yol haritasıdır.	Halka açık, en iyi uygulamalar belgesi
1. Tekne yapımında malzeme geliştirmeye giriş: a) Geleneksel tekne yapım malzemelerine genel bakış 3. Malzemelerin karşılaştırılması (örnekler) a) Çevresel etki b) Mekanik özellikler c) Maliyetler ve pazarda/endüstride bulunabilirlik.	A special issue of Forests (ISSN 1999-4907): Transforming Wood into Smart Materials: Innovations in Processing and Application (https://www.mdpi.com/journal/forests/special_issues/3K75GD42HU) Pagnotta, L. Sustainable Netting Materials for Marine and Agricultural Applications: A Perspective on Polymeric and Composite Developments. Polymers 2025, 17, 1454. https://doi.org/10.3390/polym17111454	Bu sayı, işleme teknikleri, malzeme modifikasyon stratejileri ve ahşap veya bambunun işlevsel uygulamalarındaki son gelişmelere ayrılmıştır ve okuyuculara bu doğal malzemelerin teknolojik ilerlemelere nasıl uyum sağlayabileceği konusunda kapsamlı bir anlayış sunmayı amaçlamaktadır. Bu makale, denizcilik ve tarım uygulamaları için ağ sistemlerinde kullanılan polimerik ve kompozit malzemeler hakkında kapsamlı ve güncel bir genel bakış sunmakta ve bunların mekanik performansı, çevresel davranışı ve sürdürülebilir kalkınma için uygunluğunu değerlendirmektedir.	Yayın, kamuya açık

Ünite 1: Tekne yapımında sürdürülebilirliğe giriş / Ünite 1'in alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviye atlama bilgileri için konu	Kaynak Linki	Briefing of Reference Content	Notlar
1. Uluslararası ve bölgesel denizcilik düzenlemelerine genel bakış (örneğin, IMO, ISO 14001, AB direktifleri) 2. Sürdürülebilir malzemeler ve gemiler için sertifikalara giriş 3. Sürdürülebilir uygulamaların uygulanmasında ve teşvik edilmesinde düzenlemenin rolü.	ISO 12215 bölümler 1:-4	ISO 12215 standardının bu bölümleri malzeme özelliklerini (örneğin laminatlar, çekirdekler, ahşap, metaller) tanımlamaktadır.	Ücretli, standart / gereklilik belgesi
1. Yaşam Döngüsü Analizi (YDA) Giriş - tanımı ve amacı 2. Bir teknenin yaşam döngüsünün aşamaları: a) İmalat ve inşaat b) Nakliye ve dağıtım c) Kullanım/işletim aşaması d) Ömrünün sonu: bertaraf, geri dönüşüm veya yeniden kullanım 3. Her aşamadaki emisyonların, atıkların ve kaynak tüketiminin belirlenmesi.	YDA el kitabı. https://www.europeanboatingindustry.eu/eu-affairs/lca-blue-boat-horizon	Çevresel analizde etki değerlendirmesi, sistem sınırları, veri yorumlama ve karar verme araçlarını kapsayan Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDA) metodolojisi hakkında bir referans. Bu içerik, tekne tasarım, yapım ve işletme aşamalarında çevresel etkiyi değerlendirmek ve azaltmak için eğlence amaçlı tekne sektöründe (YDA) kullanımını teşvik etmektedir.	Halka Açık Web sitesi

1. Ünite: Tekne yapımında sürdürülebilirliğe giriş / 1. Ünitenin alt başlıklarına ilişkin ayrıntılı bilgiler

Seviye atlama bilgileri konusu	Referans Bağlantısı	Referans Bilgilendirmesi	Notlar
2. 3R Çerçevesini Anlamak: a) Azaltma – Akıllı tasarım ve kaynak verimliliği yoluyla atık oluşumunu en aza indirmek. b) Yeniden kullanım – onarım ve yeniden değerlendirme yoluyla ürün veya bileşenlerin ömrünü uzatma. c) Geri dönüşüm – malzemelerin geri kazanımı ve yeni ürünlere dönüştürülmesi. 3. Döngüsel Ekonomiye Giriş? a) Tanım ve geleneksel doğrusal modelle (“al-üret-at”) karşılaştırma. b) Temel ilkeler: dayanıklılık odaklı tasarım, malzemelerin kullanımda tutulması, doğal sistemlerin yenilenmesi.	“Atık Kaynak Verimliliğinin Artırılması: Sürdürülebilirlik ve Enerji Dönüşümü için Döngüsel Ekonomi”; Hadad Elroi, Grzymala Z., Wójcik-Czerniawska A., Szewczyk P. (2023)	Döngüsel ekonomi stratejileri ile 3R (azaltma-yeniden kullanma-geri dönüşüm) yaklaşımının, sürdürülebilir atık yönetim sistemlerinde atık işleme enerji verimliliğini ve kaynak kullanımını nasıl iyileştirebileceğini inceleyen bir örnek metin.	Yayın, herkese açık
2. Atıksız üretim kavramı	https://teconaut.eu/en/ - MEVCUT VE POTANSİYEL DERİN TEKNOLOJİ MALZEMELERİNE İLİŞKİN ÖĞRENİM İÇERİĞİ	Denizcilik ve diğer sektörler için gelişmiş ve yenilikçi malzemeler hakkında teknik özellikler, sürdürülebilirlik ve pratik uygulamalara odaklanarak bilgi sunan bir proje platformu.	Web sitesi, herkese açık



Ünite 2:

Sürdürülebilir

malzemeler,

özellikleri ve

performansı



Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Ders Özeti

Modül Adı	Alt konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenme Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
2.1 Genel malzeme özellikleri ve performansı	2.1.1 Malzeme özellikleri: Özellikler ve uygulamalar	1. Tekne yapımında kullanılan malzemelere giriş. 2. Ana malzeme gruplarına genel bakış: doğal lifler, geri dönüştürülmüş lifler, mineral lifler ve polimerik matrisler. 3. Temel malzeme özellikleri: mekanik (çekme, eğilme, sıkıştırma), fiziksel (yoğunluk, nem alımı), kimyasal dayanıklılık (UV, tuzlu su direnci) ve işlenebilirlik. 4. Malzeme özelliklerinin uygulama alanlarıyla eşleştirilmesi (ör. gövdeler, güverteler, iç yapılar). 5. Sürdürülebilirlik değerlendirmesinin temelleri: yaşam döngüsü düşüncesi, yenilenebilirlik, geri dönüştürülebilirlik.	ÖÇ 1: Sürdürülebilir malzemelerin genel özelliklerini ve performansını değerlendirmek; LO 2: Kompozit bileşenlerin kimyasal özelliklerini incelemek; LO 3: Tekne yapımında kullanılan sürdürülebilir malzemeleri seçmek için temel kriterleri belirlemek.	1	Gerçek örneklerle interaktif ders
	2.1.2 Mekanik performans: Gerilme, eğilme, sıkıştırma, burulma, darbe direnç	1. Temel mekanik özellik terimlerinin gözden geçirilmesi: gerilme, eğilme, sıkıştırma, burulma, darbe direnci. 2. Elyaf yönelimi, reçine türü ve katmanlamanın mekanik performansı nasıl etkilediğinin açıklaması. 3. Kompozit yapıya giriş: elyaf ve matrisin etkileşimi. 4. Pratik örnekler: gövde, bölmeler ve paneller arasında mekanik taleplerin nasıl farklılık gösterdiği. 5. Temel mekanik test yöntemleriyle ilk temas (ör. eğilme testi kurulumu, el sapması). 6. Mekanik performans verilerinin basitleştirilmiş biçimde yorumlanması.		2	Gösteri eşliğinde ders

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda yer aldığını belirtir.

Not 2: Kalın harflerle vurgulanan metin "Alt konu dağılımı" sütununda, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Ders Özeti

Modul Adı	Alt Konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenme çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
2.1 Genel malzeme özellikleri ve performansı	2.1.3 Kimyasal direnç: Nem, tuzlu su, UV ışınlarına maruz kalma, bozulma	1. Kimyasal ve çevresel stres faktörlerine giriş: UV radyasyonu, nem, tuzlu su, sıcaklık. 2. Doğal lifler ve sentetik kompozitler arasındaki bozulma davranışındaki farklılıklar. 3. Tipik hasar belirtileri: kabarma, delaminasyon, renk değişikliği, lif bozulması. 4. Reçine türünün dayanıklılık üzerindeki etkisi (ör. polyester, epoksi ve biyo-bazlı). 5. Önleme ve koruma için temel stratejiler. 6. Test laboratuvarı dışında yapılabilecek basit testler (ör. ıslatma, lamba ile UV yaşlandırma)	ÖÇ 1: Sürdürülebilir malzemelerin genel özelliklerini ve performansını değerlendirmek; ÖÇ 2: Kompozit bileşenlerin kimyasal özelliklerini incelemek; ÖÇ 3: Tekne yapımında kullanılan sürdürülebilir malzemeleri seçmek için temel kriterleri belirlemek.	1	Fotoğraflar ve örneklerle interaktif ders
	2.1.4 Bireysel yaşam döngüsünde malzeme seçimi ve sürdürülebilirlik	1. Sustainability dimensions in material selection: environmental, health/safety, technical, and economic. 2. Life cycle stages: raw material extraction, production, use, maintenance, disposal or recycling. 3. Overview of environmental impacts: emissions, energy consumption, transport. 4. Requirements and challenges of recyclability in composites. 5. Trade-offs: balancing performance, longevity, and ecological footprint. 6. Introduction to qualitative decision matrices or comparison tables.		2	Rehberli grup tartışması

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda yer aldığını belirtir.

Not 2: Kalın harflerle vurgulanan metin "Alt konu dağılımı" sütununda, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Ders Özeti

Modul Adı	Alt Konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenme Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
2.1 Genel malzeme özellikleri ve performansı	2.1.5 Yaygın üretim hataları.	1. Yaygın kompozit üretim kusurlarına genel bakış: - Hava kabarcıkları (boşluklar) - Kuru noktalar - Elyaf hizasızlığı - Reçine bakımından zengin alanlar - Delaminasyon 2. El ile yerleştirme ve vakum infüzyonu sırasında tipik nedenler. 3. Kusurların mekanik ve kimyasal performansa etkisi. 4. Görsel inceleme teknikleri ve kusur ciddiyetinin temel sınıflandırması. 5. Proses kontrolü ve parça kalitesi arasındaki bağlantı.	ÖÇ 1: Sürdürülebilir malzemelerin genel özelliklerini ve performansını değerlendirmek; ÖÇ 2: Kompozit bileşenlerin kimyasal özelliklerini incelemek; ÖÇ 3: Tekne yapımında kullanılan sürdürülebilir malzemeleri seçmek için temel kriterleri belirlemek.	1	Gösteri eşliğinde ders

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda yer aldığını belirtir.

Not 2: Kalın harflerle vurgulanan metin "Alt konu dağılımı" sütununda, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Ders Özeti

Modül Adı	Alt Konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenme Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
2.2 Hammaddeler ve sürdürülebilir bileşenler	2.2.1 Hammadde kategorileri: Doğal elyaflar, geri dönüştürülmüş elyaflar, bazalt, rejenere selüloz	1. Sürdürülebilir kompozitlerde kullanılan takviye liflerine giriş. 2. Anahtar türler: keten, kenevir, jüt, bazalt, geri dönüştürülmüş PET (rPET), rejenere selüloz. 3. Teknik ve teknik olmayan lifler arasındaki farklar (ör. mukavemet, homojenlik, işleme). 4. Fiziksel özellikler: mukavemet, sertlik, nem alımı, yoğunluk. 5. Çevresel etki: yenilenebilirlik, geri dönüştürülebilirlik, üretimde enerji. 6. Tekne yapımında tipik uygulamalar: iç paneller, gövde bölümleri, kirişler.	ÖÇ 1: Kompozitlerde kullanılan hammaddeleri ve sürdürülebilir bileşenleri tanımlayın ve açıklayın.	2 ½	Örneklerle keşif amaçlı grup etkinliği
	2.2.2 Tekstil: Kompozitlerdeki tekstil mimarileri	1. Kompozitlerdeki tekstil mimarilerinin genel görünümü: - Dokuma kumaşlar (ör. düz, dimi) - Dokunmamış kumaşlar (hasırlar, keçeler) - Tek yönlü (UD) takviyeler - rovings vb. 2. Elyaf yöneliminin mukavemet ve sertlik üzerindeki etkisi. 3. Drapability: bir kumaşın ne kadar esnek olduğu ve kavisli yüzeylere ne kadar iyi uyum sağladığı. 4. Tekne yapımında her bir tekstil türünün tipik uygulamaları. 5. Mimari, katmanlama karmaşıklığı ve mekanik performans arasındaki bağlantı.		2 ½	Örnekler içeren etkileşimli demo

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda yer aldığını belirtir.

Not 2: Kalın harflerle vurgulanan metin "Alt konu dağılımı" sütununda, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Ders Özeti

Modül Adı	Alt Konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenme Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
2.2 Hammaddeler ve sürdürülebilir bileşenler	2.2.3 Polimerik matrisler: Termoplastikler, termosetler, biyo-bazlı reçineler	1. Kompozitlerde matrisin işlevsel rolü. 2. Termosetler ve termoplastikler: - Özellikler (örn. sertleşme davranışı, tokluk, onarılabirlik) - İşleme özellikleri 3. Biyo-bazlı reçinelere giriş (örn. biyo-epoksi). 4. Matris seçeneklerinin geri dönüştürülebilirliği. 5. Malzeme seçimi mantığı: mekanik gereksinimler ve sürdürülebilirlik hedefleri.	ÖÇ: Kompozitlerde kullanılan hammaddeleri ve sürdürülebilir bileşenleri tanımlayın ve açıklayın.	1	Karşılaştırma tablosu içeren kısa sunum
	2.2.4 Katkı maddeleri ve uyumluluk maddeleri: Sürdürülebilirlikteki rolleri	1. Katkı maddeleri nedir? (Temel tanım: Plastiğin performansını artırmak için eklenen maddeler.) 2. Yaygın katkı maddesi türleri: - Yangın geciktiriciler - UV stabilizatörleri - Esnekleştiriciler (esneklik için) 3. Uyumluluk arttırıcılar nedir? - Lif ve reçinenin daha iyi bağlanmasına yardımcı olan maddeler 4. Neden önemlidirler: - Daha iyi bağlanma, daha uzun parça ömrü, güvenlik özellikleri 5. Çevresel yönler: - Katkı maddeleri geri dönüştürülebilirliği azaltabilir veya toksisiteyi artırabilir 6. "Yeşil" katkı maddelerinin temel fikri (biyo-bazlı veya toksik olmayan alternatifler).		½	Örnek testlerle giriş sunumu

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda yer aldığını belirtir.

Not 2: Kalın harflerle vurgulanan metin "Alt konu dağılımı" sütununda, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Ders Özeti

Modül Adı	Alt Konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenme Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
2.2 Hammaddeler ve sürdürülebilir bileşenler	2.2.5 Sürdürülebilir sandviç çekirdekler: Balsa ağacı, mantar, geri dönüştürülmüş PET, ahşap, kağıt petek	1. Kompozitlerde sandviç yapıya giriş. 2. Yaygın olarak kullanılan sürdürülebilir çekirdek malzemeler: - Balsa ağacı - Mantar - Geri dönüştürülmüş PET köpük - Kağıt petek - Kontrplak ve diğer ahşap çekirdekler 3. Çekirdek özelliklerinin karşılaştırılması: - Sertlik - Ağırlık - Nem direnci 4. İşleme özellikleri: kesme, yapıştırma, reçine sistemleriyle uyumluluk. 5. Çevresel etki: - Yenilenebilir ve geri dönüştürülmüş malzemeler - Tedarik, üretimde enerji, yeniden kullanım potansiyeli.	ÖÇ: Kompozitlerde kullanılan hammaddeleri ve sürdürülebilir bileşenleri tanımlayın ve açıklayın.	1 ½	Örnek testlerle giriş sunumu
	2.2.6 Geri dönüştürülmüş elemanlar: Yeniden kullanım amaçlı kompozit malzemelerin kullanımı.	1. Neyin yeniden kullanılması veya geri dönüştürülmesi mümkündür? 2. Geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımındaki zorluklar. 3. Tekne yapımında pratik yeniden kullanım stratejileri 4. Yeniden kullanım için tasarım 5. Çevresel faydalar.		2	Sınıf temelli öğrenme

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda yer aldığını belirtir.

Not 2: Kalın harflerle vurgulanan metin "Alt konu dağılımı" sütununda, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Ders Özeti

Modül Adı	Alt Konu	Alt Konu dağılımı	Öğrenme Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
2.3 Biyo-bazlı ve çevre dostu kompozit çözümler	2.3.1 Vaka çalışmaları: Doğal lifler kullanılarak inşa edilen tekneler	1. Giriş: Tekne yapımında neden doğal elyaflar kullanılır? 2. Seçilmiş vaka çalışmalarının sunumu: - Tekne türleri (ör. sandallar, yelkenli tekneler, bileşenler) - Kullanılan elyaflar ve reçine sistemleri - Üretim yöntemleri 3. Her projenin ardındaki motivasyon (ör. CO ₂ azaltımı, pazarlama, düzenlemeler) 4. Öğrenilen dersler ve karşılaşılan zorluklar (maliyetler, dayanıklılık, ölçeklendirme) 5. Öğrencinin bağlamına aktarım: neler uygulanabilir veya kaçınılabilir?	ÖÇ: Biyo-bazlı kompozit çözümleri ve bunların uygulamalarını anlamak.	3	Eğitmen tarafından yönetilen sunum ve grup karşılaştırması
	2.3.2 Çevre dostu çözümler: Biyo-bazlı polimerler, yapıştırıcılar, geri dönüştürülebilir kompozitler, beşikten beşiğe tasarım.	1. Odak noktası biyo-bazlı malzemeler: - Biyo-reçineler ve yapıştırıcılar (bitki bazlı, düşük VOC'ler) - Biyo-bazlı ve biyolojik olarak parçalanabilir malzemeler arasındaki farklar 2. Geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülmüş kompozitler: - Tasarım ve malzeme seçimi ile ilgili hususlar 3. Sürdürülebilirlik felsefesi: - Beşikten beşiğe (döngüsel) ve beşikten mezara (doğrusal) 4. Döngüsel tasarım stratejileri: - Sökülmeye uygun tasarım - Malzeme ayrıştırma - Modüler onarılabılır bileşenler 5. Pratik önemi: Bu kavramların denizcilik sektöründe ortaya çıktığı alanlar.		2	Etkileşimli grup tasarım görevi (proje tabanlı öğrenme)

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgilerin ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda yer aldığını belirtir.

Not 2: Kalın harflerle vurgulanan metin "Alt konu dağılımı" sütununda, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Etkinlik Talimatları

Alt Konu	Aktivite	Tanım
2.1.2 Mekanik performans	<i>Pratik laminat karşılaştırması – Elyaf yönelimi ve mekanik davranışın anlaşılması</i>	Amaç: Öğrenciler, lif yönelimi ve laminat katmanlamasının mekanik davranışı nasıl etkilediğini araştırır, sertlik, esneklik ve burulma tepkisini gözlemler. Öğretim Notları: Etkinlik taslağı, atölye kaynaklarına göre uyarlanabilir. Hazırlık: Aynı matris ancak farklı elyaf düzenlemelerine (tek yönlü, çapraz katmanlı, $\pm 45^\circ$, isteğe bağlı olarak dokunmuş doğal elyaf) sahip 3–4 küçük kompozit laminat hazırlayın. A5 boyutu veya daha küçük. Grup Çalışması: Öğrenciler bükülme, burulma ve sıkıştırma testlerini manuel olarak yapar; davranışları belgeler; hangi laminatların hangi tekne parçalarına uygun olduğunu tartışır. Öğrenim Çıktıları: Elyaf yöneliminin etkisini tanımak; dokunsal deneyimi mekanik terminolojiyle ilişkilendirmek; katmanlama bilgisini gerçek tekne bileşenlerine uygulamak.
2.1.2 Mekanik performans	<i>Arıza Modları – Daha Yakından Bakış</i>	Amaç: Öğrenciler, kompozitlerin gerçek arıza örneklerini gözlemleyerek arıza türlerini belirler. Öğretim Notları: Dokunsal gözlem yoluyla daha derin bir anlayış sağlamak için tasarlanmıştır; mevcut koşullara uyarlanabilir. Hazırlık: Lif kırılması, matris çatlaması, delaminasyon gösteren önceden kırılmış kompozit numuneleri toplayın. Yalnızca eğitmen referansı için etiketleyin. Yapı: 1) Arızalı numunelerin uygulamalı gözlemi. 2) Görsel ipuçlarını arıza türü ve nedenleriyle ilişkilendiren grup tartışması. 3) Tekne parçalarıyla bağlamsal bağlantı. Öğrenim Çıktıları: Kompozit arıza modlarını tanımak; gerilme, malzeme yapısı ve kırılma arasındaki bağlantıları anlamak; arızayı tekne yapımındaki risklerle ilişkilendirmek.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Etkinlik Talimatları

Alt Konu	Aktivite	Tanım
2.1.2 Mekanik Performans	<i>Uygulamalı Test – Performansı Hissedin</i>	Amaç: Fiziksel testler yoluyla mekanik terimleri somut hale getirmek. Öğretim Notları: Önceden hazırlanmış basit malzeme örnekleri gereklidir. Hazırlık: Örnekler: PET köpük sandviç laminat, deniz kontrplak, katı elyaf laminat (örneğin keten+epoksi). Düşme testi için isteğe bağlı çelik bilye. Bölüm 1: Manuel Sapma Testi: Öğrenciler esneme, geri tepme ve ses ipuçlarını gözlemler. Bölüm 2: Düşme Testi: Sıçrama, çatlaklar ve iç hasar riskini gözlemleyin. Güvenlik gözlüğü gereklidir. Bölüm 3: Günlükler: Öğrenciler davranışları ve çıkarılan özellikleri kaydederler. Öğrenim Çıktıları: Davranışları mekanik terimlerle ilişkilendirmek; çekirdek malzemeler arasındaki farkları deneyimlemek; güvenlik ve dayanıklılık açısından sonuçları üzerinde düşünmek.
2.1.2 Mekanik Performans	<i>Gerilme-Gerilme Davranışı – Malzeme Verilerini Görme ve Yorumlama</i>	Amaç: Öğrencilerin gerilme-gerinim eğrilerini yorumlamalarına ve bunları gerçek malzeme davranışlarıyla ilişkilendirmelerine yardımcı olmak. Öğretim Notları: Fiziksel testler ve mühendislik verilerini birbirine bağlar; ileri düzey matematik bilgisi gerektirmez. Hazırlık: Keten kompozit, cam kompozit, karbon kompozit, köpük/kontrplak sıkıştırma eğrileri için basitleştirilmiş gerilme-gerinim eğrileri yazdırın. İsteğe bağlı boş diyagramlar. Bölüm 1: Gerilme-gerinim eğrisi bölgelerinin (elastik, akma, son, kırılma) açıklaması. Bölüm 2: Malzemeler arasındaki eğrileri karşılaştırın; önceki gözlemlerle ilişkilendirin. Bölüm 3: Verilerin sınırlılıkları ve öngörülemezliği (yönlülük, etki ve yavaş yükleme) hakkında tartışın. Bölüm 4: Kurgusal tekne parçası için malzeme seçimi mini projesi. Öğrenim Çıktıları: Gerilme-gerinim eğrilerini anlamak; malzemeleri analitik olarak karşılaştırmak; veriler ve fiziksel deneyim arasındaki bağlantıyı görmek.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Etkinlik Talimatları

Alt Konu	Aktivite	Tanım
2.1.5 Üretim Hataları	Üretim Hatalarının Tespit Edilmesi Faaliyeti	Amaç: Öğrencilerin tipik laminat kusurlarını tanımlamalarına ve nedenlerini ve sonuçlarını anlamalarına yardımcı olmak. Öğretim Notları: Birçok öğrenci kusurları fark eder ancak oluşumunu anlamaz. Hazırlık: Kusurların örneklerini/fotoğraflarını sağlayın: hava kabarcıkları/boşluklar, kuru noktalar, lif hizasızlığı, delaminasyon. Kusur tablosu içeren çalışma kağıdı sağlayın: belirtiler, neden, etki, önleme. Bölüm 1: Denetim istasyonlarını döndürün; öğrenciler çalışma kağıdını doldurur ve nedenleri hakkında hipotezler oluşturur. Bölüm 2: Kusurların görünürlüğü, uzun vadeli etkileri ve atölye deneyimleri üzerine grup tartışması. İsteğe bağlı: Kasıtlı olarak örnek kusurlar oluşturun; infüzyon hatası videosunu gösterin. Öğrenim Çıktıları: Görsel işaretleri tanımlamak; üretim nedenlerini anlamak; kusur önlemeyi öğrenmek; kalite güvencesi zihniyetini güçlendirmek.
2.2.1 Hammadde kategorileri	Liflerin keşfi (Doğal, Mineral, Geri Dönüştürülmüş)	Etkinlik Hedefi: Öğrenciler, uygulamalı inceleme ve analiz yoluyla takviye lif türlerini keşfeder ve karşılaştırır, lifleri denizcilik uygulamaları ve sürdürülebilirlikle ilişkilendirir. Hazırlık: Keten, kenevir, jüt (doğal), bazalt (mineral), geri dönüştürülmüş PET (rPET), yeniden üretilmiş selüloz örnekleri sağlayın. Menşei, özellikleri (yoğunluk, sertlik, dayanıklılık), denizcilik uygulamaları ve çevresel hususları içeren lif kimlik kartları sağlayın. Eşleştirme çalışma kağıdı (lif türü, yaygın kullanım, sürdürülebilirlik avantajı/ödü verme) sağlayın. İsteğe bağlı araçlar: büyüteç, mikroskop, terazi. Bölüm 1: Lif İstasyonu Rotasyonu. Öğrenciler istasyonlar arasında dönüşümlü olarak dolaşır, liflere dokunur/inceler, bilgi formlarını okur ve çalışma kağıdını doldurur. Bölüm 2: Sınıfın tamamı ile değerlendirme; lifleri Doğal/Mineral/Geri Dönüştürülmüş gruplarına ayırma, mukavemet, sürdürülebilirlik ve sürprizler hakkında tartışma. İsteğe bağlı: Kör tahmin tanımlama; güverte paneli vb. için lif seçimi konusunda uygulama tartışması Öğrenim Çıktıları: Lifleri tanımak; denizcilik uygulamalarıyla eşleştirmek; sürdürülebilirlik profillerini değerlendirmek.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Etkinlik Talimatları

Alt konu	Aktivite	Tanım
2.2.2 Tekstiller	<i>Tekstil formları atölyesi: dokunmuş, dokunmamış, UD (tek yönlü)</i>	Etkinlik Hedefi: Öğrenciler, uygulamalı testler ve drape egzersizleri yoluyla tekstil formlarının kompozit katmanlarda nasıl davrandığını anlarlar. Hazırlık: Dokuma kumaşlar (düz, dimi), tek yönlü kumaşlar, dokunmamış paspaslar, ayrıca küçük kalıplar (yarım küre, köşe, tepsiler), bant, makas, keçeli kalemler, sprey yapıştırıcı (isteğe bağlı) sağlayın. Kimlik ve drape notları için çalışma kağıtları. Bölüm 1 – Yönelim ve Anizotropi Demosu: Öğrenciler UD kumaşlar üzerinde lif yönünü işaretler, lifleri boyuna ve enine çekerek anizotropiyi gözlemler. Tekne yapımında yük yollarının etkileri üzerine tartışma. Bölüm 2 – Drapaj Zorluğu: Öğrenciler kumaşları kavisli kalıpların üzerine sermeye çalışır, kıvrımları/kırışıklıkları gözlemler, kabartma kesimler yapar, drapaj davranışlarını karşılaştırır ve hangi kumaşların en iyi drapaj yaptığını kaydeder. Öğrenim Çıktıları: Tekstil formlarını tanımlayabilmek; dokuma/elyaf yönü ile drape arasındaki ilişkiyi anlayabilmek; mukavemet ve sürdürülebilirlik açısından yönelimin önemini kavrayabilmek.
2.2.5 Sürdürülebilir sandviç çekirdekler	<i>Atölye: Temel malzemelerin karşılaştırılması</i>	Öğrenme Hedefi: Öğrenciler, inceleme, ağırlık karşılaştırması, sapma testleri ve sürdürülebilirlik gereklileriyle sürdürülebilir temel malzemeleri (balsa, mantar, rPET köpük, kağıt petek, referans için isteğe bağlı PVC) karşılaştırır. Gerekli Malzemeler: Her bir çekirdeğin örnek plakaları; profil kartları; yapı/ağırlık/sertlik için çalışma kağıtları; sapma testi düzeneği (kitaplar + dübel); terazi; cetvel veya yük. Prosedür: 1. Giriş: Sandviç çekirdek işlevini gözden geçirin; "İyi bir çekirdek malzemesi nedir?" sorusunu sorun. 2. Grup Rotasyonu: Öğrenciler her bir çekirdek numunesini inceler, temel testleri gerçekleştirir ve gözlemlerini not eder. 3. Karşılaştırma ve Akıl Yürütme: Öğrenciler karar matrisini doldurur: çekirdek başına en iyi kullanım örneği, ödünleşimler (sertlik, su direnci, maliyet, sürdürülebilirlik). 4. Tartışma: Hangi malzeme onları şaşırttı, mantar/petek yapıyı nerede kullanmalı, su hattının altındaki balsa ağacına güvenmeli mi? Öğrenim Çıktısı: Dokunsal karşılaştırma yoluyla malzeme farklılıklarını anlamak; sürdürülebilirlik etkilerini tanımak; yapılandırılmış malzeme seçimini uygulamak.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Etkinlik Talimatları

Alt Konu	Aktivite	Tanım
2.2.6 Geri dönüştürülmüş elemanlar	<i>Atölye: Kompozit artıkları yeniden kullanımı</i>	Öğrenme Hedefi: Öğrenciler pratik yeniden kullanım stratejileri geliştirir, geri dönüşümün sınırlarını anlar ve atölye rutinlerinde sürdürülebilirlik üzerine düşünür. Gerekli malzemeler: Atölye artıkları kutusu (laminat artıkları, kullanılmamış elyaf matlar, son kullanma tarihi geçmiş prepregler, reçine kapları, çekirdek kesikleri, kırık jigler). Yeniden kullanım için beyin fırtınası çalışma kağıtları. Atık hiyerarşisi ile ilgili görsel materyal. Prosedür: 1. Ortamı hazırlayın: "Atmak yerine yeniden düşünmek" kavramını tanıttın; kompozit atıkların çevreye etkisini vurgulayın. 2. Grup Keşfi: Öğrenciler artıkları ayırır, değerli öğeleri belirler, yeniden kullanım fikirleri önerir (yapısal, alet, ambalaj, eğitim, yaratıcı). Güvenlik risklerini ve atık önlemeyi göz önünde bulundurun. 3. Belgeleme: Gruplar 2-3 öğe için yeniden kullanım planı oluşturur, sınırları listeler ve atıkların önlenip önlenemeyeceğini tartışır. 4. Sunumlar (isteğe bağlı): Gruplar fikirlerini sunar. Öğrenim Çıktısı: Geri dönüşüm sınırlarını anlamak; pratik yeniden kullanım stratejileri geliştirmek; sürdürülebilirlik düşüncesini günlük atölye kararlarına entegre etmek.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı / Etkinlik Talimatları

Alt Konu	Aktivite	Tanım
2.3.2 Çevre dostu çözümler	<i>Dairesel Tasarım Bileşeni Atölyesi</i>	Öğrenim Hedefi: Öğrenciler, pratik bir tasarım görevinde döngüsel düşüncüyü uygularlar. Odak noktası, sistemleri anlamaktır: malzeme temini, kullanımı, ömrünün sonu, sürdürülebilirlik ödünleri, üretim etkileri. Gerekli Malzemeler: Tasarım talimat kağıtları (örnek bileşenler veya kendi tanımladığınız bileşenler); flipchartlar veya büyük kağıtlar; malzeme kartları/veri sayfaları (biyo-epoksi, polyester, termoplastik; keten, cam, bazalt, rPET; balsa, rPET köpük, mantar, petek); isteğe bağlı videolar/döngüsel deniz tasarımları vaka çalışmaları; malzemeleri ve döngüsel stratejileri belgelemek için çalışma kağıdı. Atölye Prosedürü: 1. Başlangıç – "Döngüsel" ne anlama gelir? Beşikten beşiğe (cradle-to-cradle) ile beşikten mezara (cradle-to-grave) kavramlarını tanıtır; sökülme, modüler olarak yeniden kullanılmak ve düşük etkili malzemelerden (örneğin keten kompozitler) üretilmek üzere tasarlanmış teknelerden örnekler verir. 2. Görev Brifingi – Döngüsel Bileşen Tasarımı: Gruplar, döngüsel ilkeleri uygulayarak küçük bir tekne bileşeni tasarlar. Malzemeleri seçer, üretim ve onarımı değerlendirir, yeniden kullanım/geri dönüşüm planını belirler. 3. Grup Tasarım Aşaması: Beyin fırtınası yapın, eskizler çizin, araştırma yapın. Malzeme seçimleri, döngüsel stratejiler, uzlaşmalar ve ikinci hayat seçeneklerini içeren bir A3/flipchart sunumu hazırlayın. 4. Takım Sunumları: Gruplar tasarımlarını sunar; akranlar/eğitmen geri bildirimde bulunur. Öğrenim Çıktısı: Öğrenciler sürdürülebilirlik ödünleşimlerini anlar; kompozit parçalara yaşam döngüsü düşüncesini uygular; geri dönüşümün ötesinde döngüsel tasarım stratejileri sergiler; ekolojik muhakemeyi aktarır. Eğitmen İpuçları: Gerçek şirket uygulamalarına bağlantı verin veya konuk konuşmacı davet edin; ürün ömrünün sonundan itibaren "geriye doğru düşünmeyi" teşvik edin.

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikler ve performans / Ünite 2'nin alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviye atlama bilgileri için konu	Kaynak Linki	Kaynak İçeriğinin Özeti	Notlar
3. Anahtar malzeme özellikleri: mekanik (çekme, eğilme, sıkıştırma), fiziksel (yoğunluk, nem alımı), kimyasal dayanıklılık (UV, tuzlu su direnci) ve işlenebilirlik	Beckman, I. P., Lozano, C., Freeman, E., & Riveros, G. (2021). Fiber Selection for Reinforced Additive Manufacturing. <i>Polymers</i> , 13(14), 2231. https://doi.org/10.3390/polym13142231 (https://www.mdpi.com/2073-4360/13/14/2231)(table 4...)	Farklı liflerin özellikleri hakkında bilimsel yayın (tablo, grafikler vb. ile birlikte)	Kamuya açık, bilimsel yayın
1. Temel mekanik özellik terimlerinin gözden geçirilmesi: gerilme, eğilme, sıkıştırma, burulma, darbe direnci. 2. Elyaf yönelimi, reçine türü ve katmanlamanın mekanik performansı nasıl etkilediğinin açıklaması. 3. Kompozit yapıya giriş: elyaf ve matrisin etkileşimi. 4. Pratik örnekler: gövde, bölmeler ve paneller arasında mekanik taleplerin nasıl farklılık gösterdiği. 5. Temel mekanik test yöntemleriyle ilk temas (ör. eğilme testi kurulumu, el sapması). 6. Mekanik performans verilerinin basitleştirilmiş biçimde yorumlanması.	https://eoceanic.com/sailing/tips/8/187/understanding_composites_for_larger_boats_projects/ ISO 12215-5:2019 ; ISO 12215-7:2019 ; ISO 12215-8:2019 ; ISO 12215-9:2019 ; ISO 12215-10:2019 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780081022924000011	Malzemelerin (elyaflar, reçineler vb.) mekanik özellikleri ve karakteristikleri hakkında birçok grafik ve açık rakamlar içeren sunum. Küçük tekneler için yapı normları Kompozitler için mekanik testler hakkında bilimsel yayın	Web sitesi, standart dokümantasyon, bilimsel yayın, kamuya açık (ISO ücretlidir)

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikler ve performans / Ünite 2'nin alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviye atlama bilgileri için konu	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti	Notlar
1. Kimyasal ve çevresel stres faktörlerine giriş: UV radyasyonu, nem, tuzlu su, sıcaklık. 4. Reçine türünün dayanıklılık üzerindeki etkisi (ör. polyester ve epoksi ve biyo-bazlı).	Ali, Dr-Ahmed & Mohamed, Hamdy & ElSafty, Adel & Benmokrane, Brahim. (2017). REÇİNE TÜRÜNÜN CAM-FRP ÇUBUKLARININ FİZİKSEL, MEKANİK VE DAYANIKLILIK PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ.	Farklı reçine türleri (izopoliester, vinil ester, poliüretan ve epoksi) ile cam elyaf takviyeli polimer çubuklar üzerinde yapılan deneyler hakkında konferans bildirisi	Konferans bildirisi, yazarların izniyle temin edilebilir
1. Malzeme seçiminde sürdürülebilirlik boyutları: çevre, sağlık/güvenlik, teknik ve ekonomik. 2. Yaşam döngüsü aşamaları: hammadde çıkarma, üretim, kullanım, bakım, bertaraf veya geri dönüşüm. 3. Çevresel etkilerin genel görünümü: emisyonlar, enerji tüketimi, nakliye. 4. Kompozitlerde geri dönüştürülebilirliğin gereklilikleri ve zorlukları. 5. Ödünleşmeler: performans, uzun ömürlülük ve ekolojik ayak izi arasında denge kurma. 6. Niteliksel karar matrisleri veya karşılaştırma tablolarına giriş.	https://as-proceeding.com/index.php/icaens/article/download/1035/971 - Xianhui Zhao, Katie Copenhaver, Lu Wang, Matthew Korey, Douglas J. Gardner, Kai Li, Meghan E. Lamm, Vidya Kishore, Samarthya Bhagia, Mehdi Tajvidi, Halil Tekinalp, Oluwafemi Oyedeji, Sanjita Wasti, Erin Webb, Arthur J. Ragauskas, Hongli Zhu, William H. Peter, Soydan Ozcan, Recycling of natural fiber composites: Challenges and opportunities, Resources, Conservation and Recycling, Volume 177, 2022, 105962, ISSN 0921-3449, https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105962. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344921005711). Chapter 5 of Eco-Boat building_guide	Geri dönüşüm yöntemleri hakkında kısa bilimsel yayın: mekanik, termal ve kimyasal Doğal liflerin kalitesi ve mekanik özellikleri üzerinde geri dönüşümün etkisi hakkında bilimsel yayın LCA metodolojisine genel bakış	Kamuya açık, bilimsel yayınlar

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikler ve performans / Ünite 2'nin alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviye atlama için konu bilgileri	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti	Notlar
	https://www.addcomposites.com/post/defects-and-damage-in-composite-materials-and-structures#headline2	Kompozitler, kusurlar ve etkiler hakkında açık, basit ve uygulamaya yönelik kılavuz, diğer konulara ilgili ve alakalı birçok bağlantı içermektedir.	Halka açık, Web sitesi
	https://www.marineshift360.org/#lcatool https://www.openlca.org/	Ücretsiz MarineShift360 oluşturarak araca erişim aracının tanıtımı , özellikle , hesap "Eğitim Amaçlı Hafif" lisansına erişim Ücretsiz ve profesyonel araç LCA OpenLCA aracına erişim (açık kaynaklı yazılım)	Ücretsiz, Tarayıcı ElppliCation, Açık kaynak LCA Yazılım tabanlı
	https://www.youtube.com/watch?v=yn9UScW_Yjc https://www.youtube.com/watch?v=3Lt87LKazUU	Örnekleri ve özellikleri, kökeni, dağılımı çevresel etkisi, gösteren lifler hakkında sunumlar	Halka açık, YouTube videoları
1. Kompozitlerdeki mimarilerinin tekstil genel bakışı 2. Elyaf yöneliminin mukavemet ve sertlik üzerindeki etkisi 3. Drapability: bir kumaşın esnekliği ve kavisli yüzeylere ne kadar iyi uyum sağladığı.	Amit Rawal, Abhijit Majumdar, Vijay Kumar V, University Press tarafından yayınlanmıştır: Yazar(lar) 2023. Oxford Kompozit malzemeler için tekstil mimarisi: temellere dönüş (https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1808412/FULLTEXT01.pdf) Ahmed Abdelbary, Tek yönlü Yasser S. Mohamed, karbon fiber/epoksi kompozitin özellikleri üzerinde fiber yöneliminin etkisine ilişkin teorik gerilme ve deneysel çalışma, Alexandria Mühendislik dergisi, Cilt 67, 2023, Sayfalar 693-705, ISSN 1110 0168, (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016822008420)	Dokuma, dokunmamış, örme ve örgü basitçe inceleyen bilimsel yayın Fiber yönelimi farklı tekstil ürünlerini olan kompozitlerin farklı numuneleri üzerinde bilimsel yayın yapılan deneyler hakkında	Kamuya açık bilimsel yayınlar

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikler ve performans / Ünite 2'nin alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviye atlama bilgileri için konu	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti	Notlar
	https://www.youtube.com/watch?v=yQo4ucV3jfA	Remember PSA and safety instructions Presentation of different types of matrices	Public, YouTube video
3. Uyumluluk sağlayıcılar nedir? - Elyaf ve reçinenin daha iyi bağlanmasına yardımcı olan maddeler 4. Neden önemlidirler: - Daha iyi bağlanma, daha uzun parça ömrü, güvenlik özelliği	Sakshi Shantharam Kamath, Ravi Kumar Chandrappa, Additives used in natural fibre reinforced polymer composites-a review, Materials Today: Proceedings, Volume 50, Part 5, 2022, Pages 1417-1424, ISSN 2214-7853, https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.331 . (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532105776X) https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/compatibilizer https://www.youtube.com/watch?v=4zpQwirFsbk https://www.youtube.com/watch?v=tiS8ArzEA58 https://www.youtube.com/watch?v=TNM8-pPPk-M https://www.youtube.com/watch?v=Bqb7iA6AG-g	Doğal liflerle kullanılan katkı maddelerinin bilimsel incelemesi Uyumluluk sağlayıcılar hakkında çeşitli makaleler Sandviç yapı hakkında ders (ileri düzey, mekanik parametrelerin hesaplanması, ...) Basit ama açık gösterimler avantajlarının sunumu ve ile sandviç yapının gerçekten verimli çekirdek olarak balsa'nın tanıtımı Balsa ve laminasyona bir odaklanan IY Open60AAL'nin yapımı	Bilimsel yayınlar, yazarların izni gereklidir
1. Neyin yeniden kullanılabilirliği veya geri dönüştürülebilir? 2. Geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımındaki zorluklar.	https://www.youtube.com/watch?v=ynGKEYIYXQo <u>Daniele Tortorici, Yi Chen, Leon Mishnaevsky, Susanna Laurenzi, Recycling carbon fibers by solvolysis: Effects of porosity and process parameters, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, Volume 190, 2025, 108667, ISSN 1359-835X, https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2024.108667. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359835X24006651)</u>	Kompozitler için döngüsel ekonomi projesi bilimsel yayın Piroliz ve solvoliz arasındaki Solvolizis hakkında enerji sorunlarını karşılaştıran bilimsel yayın Kompozitlerin bilimsel yayın geri dönüşüm yöntemleri ve sorunları hakkında	YouTube videosu, bilimsel yayınlar, web sitesi makalesi, bilimsel yayınlar herkese açık hariç

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikler ve performans / Ünite 2'nin alt konularının ayrıntılı bilgiler

Seviye atlama konusu bilgi	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti	
1. Neyin yeniden kullanılması veya geri dönüştürülmesi mümkündür? 2. Geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımındaki zorluklar.	Kooduvalli, K., Unser, J., Ozcan, S., & Vaidya, U. K. (2022). Embodied Energy in Pyrolysis and Solvolysis Approaches to Recycling for Carbon Fiber-Epoxy Reinforced Composite Waste Streams. Recycling, 7(1), 6. https://doi.org/10.3390/recycling7010006 https://www.mdpi.com/2313-4321/7/1/6 Yongxiang Yang, Rob Boom, Brijan Irion, Derk-Jan van Heerden, Pieter Kuiper, Hans de Wit, Recycling of composite materials, Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, Volume 51, 2012, Pages 53-68, ISSN 0255-2701, https://doi.org/10.1016/j.cep.2011.09.007 · (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0255270111002029)		Bilimsel yayın, web sitesi makalesi, kamuya açık
2. Seçilmiş vaka çalışmalarının sunumu: - Tekne türleri (ör. sandallar, yelkenli tekneler, bileşenleri) - Kullanılan elyaf ve reçine sistemleri - Üretim yöntemleri 3. Her projenin ardındaki motivasyon (ör. CO2 azaltımı, pazarlama, düzenlemeler)	https://www.youtube.com/watch?v=uD7UxIwumWU https://www.proboat.com/2022/05/greenboats-flax/ https://www.compositesworld.com/news/alliance-for-european-flax-linen-and-hemp-reports-increasing-flax-fiber-adoption-in-marine https://www.metstrade.com/news/sustainability/bio-based-and-recyclable-materials-prove-themselves	ANT ARCTIC LAB projesi (volkanik elyaf) Greenboats'un başarıları hakkında rapor Farklı lifler ve farklı teknelerle ilgili çeşitli projeler hakkında makale Farklı sürdürülebilirlik konseptlerine sahip çeşitli projeler hakkında makale	YouTube videosu, web sitesi makaleleri, kamuya açık

Ünite 2: Sürdürülebilir malzemeler, özellikler ve performans / Ünite 2'nin alt konularının ayrıntılı bilgiler

Seviye atlama bilgileri için konu	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti	Notlar
1. Odak noktası biyo-bazlı malzemeler: - Biyo-reçineler ve yapıştırıcılar (bitki bazlı, düşük VOC'lu) - Biyo-bazlı ve biyolojik olarak parçalanabilir malzemeler arasındaki farklar 4. Döngüsel tasarım stratejileri: - Sökülmeye uygun tasarım - Malzeme ayrıştırma - Modüler onarılabılır bileşenler	https://entropyresins.com/bioinfusion/ https://greenpoxy.org/ Durmisevic, Elma & FIKKERT, Rick & Otheguy, Mariano. (2013). DfD as a Methodology to Improve the Sustainability of Offshore Accommodation. Technology Review 2013. (https://www.researchgate.net/publication/258837862_DfD_as_a_Methodology_to_Improve_the_Sustainability_of_Offshore_Accommodation)	Nadir biyo-bazlı epoksi üreticilerinden birinin web sitesi (Entropy Resins) Nadir biyo-bazlı epoksi üreticilerinden birinin web sitesi (Greenpoxy - Sicomin) DfD hakkında bilimsel yayın	Kamuya açık, web sitesi, bilimsel yayınlar



Ünite 3: Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri



Ünite 3: İmalat ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri / Ders Özeti

Modül Başlığı	Alt konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenim Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenme Yöntemleri
3.1 Sürdürülebilir üretim yöntemleri	3.1.1 Aletler, ekipmanlar, yüzey hazırlığı	1. Kompozit işleme için el aletleri ve ekipmanlarına giriş: - Makas, silindirler, soyma tabakaları, fırçalar, vakum torbaları, infüzyon pompaları 2. Yüzey hazırlığı temelleri: - Temizleme, zımparalama, yağdan arındırma- Yapıştırma için yüzey kalitesinin önemi 3. Alet ve kimyasallarla çalışırken güvenlik önlemleri 4. Sürdürülebilir ve geleneksel malzemelerde alet kullanımındaki farklar 5. "Laminasyona hazır" yüzeyler için görsel göstergeler	ÖÇ: Öğrenciler, kompozit imalatı için temel alet ve ekipmanları tanımlar ve güvenli bir şekilde kullanır. Basit yüzey hazırlığı adımlarını anlar ve uygular..	4	Ekipmanla uygulamalı gösteri. Eğitimci tarafından verilen kısa bilgi.
	3.1.2 Tekstil yapıları: Doğal elyaf tekstillerle çalışma	1. Kompozitlerde kullanılan doğal elyaf tekstillerine giriş: - Keten, kenevir, jüt, kenaf 2. Kumaş türleri: - Dokuma kumaşlar, dokunmamış kumaşlar, tek yönlü matlar 3. Doğal tekstillerin temel özellikleri: - Drapaj, kalınlık, elyaf hizalaması, nem duyarlılığı 4. Tekstil yapısının mekanik performans ve işlenebilirlik üzerindeki etkisi 5. Tekne yapımında uygulama alanları: iç paneller, yapısal olmayan elemanlar vb.	ÖÇ: Öğrenciler, doğal liflerden üretilen tekstil türlerini tanımlar ve bunların yapısının üretim sürecini ve parçanın performansını nasıl etkilediğini açıklar.	8	Eğitimci desteği ile uygulamalı malzeme işleme oturumu.

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgiler ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda verildiğini gösterir.

Not 2: "Alt konu dökümü" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan ileri düzey (gelişmiş) bilgilerin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 3: Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri / Kurs Özeti

Modül Başlığı	Alt konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenim Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenme Yöntemleri
3.1 Sürdürülebilir üretim yöntemleri	3.1.3 Laminasyon teknikleri: Doğal liflerle biyo-bazlı reçinelerin uygulanması	1. Temel laminasyon adımlarına giriş: - Liflerin kesilmesi, reçinelerin karıştırılması, rulo veya fırça ile reçine uygulanması 2. Malzeme özellikleri: - Ketan veya bazalt tekstillerin işlenmesi - Biyo bazlı reçine sistemlerinin ıslanma davranışı 3. Temel süreç unsurları: - Çalışma süresi, lif kayması, katman yerleştirme 4. Başarılı açık laminasyon için pratik ipuçları 5. Kürleme ve son işlem (kısa genel bakış) 6. Bir sonraki oturumda (3.1.4) karşılaştırma için hazırlık: paneller hasar görecektir ve daha sonra onarılacaktır	ÖÇ: Öğrenciler, doğal lifler ve biyo-bazlı reçineler kullanarak temel el ile laminasyon sürecini gösterirler. Temel süreç adımlarını takip ederler ve görsel inceleme ve karşılaştırmaya uygun bir laminat panel üretirler. görsel inceleme ve karşılaştırma için uygun bir laminat panel üretirler.	11	Rehberli uygulamalı göre
	3.1.4 Zorluklar: İşleme zorlukları ve sürdürülebilir malzemelerin optimizasyonu.	Grup A: Doğal elyaflar, elle döşeme (açık süreç) Grup B: Cam elyaflar, elle döşeme Eğitimci gösterimi: Vakum infüzyonlu doğal elyaflar (kapalı süreç) Ele alınan konular: 1. Malzeme işleme ve ıslanma davranışı 2. Gözlemlenen işleme zorlukları: reçine emilimi, elyaf yıpranması, çalışma süresi 3. Görsel laminat kalitesi: kabarcıklar, kuru bölgeler, kırışıklıklar 4. Bazı doğal lifler için kapalı işlemlerin önemi 5. Öğrenci tartışması: Hangi işlem daha kolaydı? Hangi sorunlar ortaya çıktı? 6. Eğitimci katkısı: Her bir kombinasyonun avantaj ve sınırlamalarının özeti	ÖÇ: Öğrenciler, sürdürülebilir malzemelerle çalışırken önemli zorluklarla karşılaşır ve bu malzemelerin işlenebilirliği ve görsel kalitesini geleneksel kompozitlerle karşılaştırır. Farklı lifler için uygun işleme tekniklerinin önemini anlarlar.	12	Grup karşılaştırması ve tartışma

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın olarak vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgi ve ilgili etkinliklerin aşağıdaki tabloda verildiğini gösterir.

Not 2: "Alt konu dökümü" sütununda kalın olarak vurgulanan metin, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan ileri düzey (gelişmiş) bilgilerin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 3: Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri / Kurs Özeti

Modül Başlığı	Alt konu	Alt Konu Ayrıntıları	Öğrenim Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
3.2 Tekneler için yenileme ve onarım stratejileri	3.2.1 Yenileme stratejileri: Mevcut teknelere sürdürülebilir malzemelerin entegre edilmesi	Yapısal olmayan parçaların değiştirilmesi: teknenin iç gövdesi, duşlar, lavabolar, zemin panelleri, mutfak.	ÖÇ: Öğrenciler, kırık bir laminatı analiz etmeyi, laminasyon/ onarım için hazırlamayı ve yerine yerleştirmeyi öğrenirler.	15	Rehberli uygulamalı onarım görevi
	3.2.2 Onarım teknikleri: Sürdürülebilir kompozitler için standart onarım yöntemleri.	1. Hasarı analiz etme (boyut, malzeme, yeniden yapılandırma yöntemi) 2. Hasarlı malzemeyi çıkarma 3. Taşlama ve zımparalama 4. Yeniden yapılandırma.		15	Rehberli uygulamalı onarım görevi

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgiler ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda verildiğini gösterir.

Not 2: "Alt konu dökümü" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan ileri düzey (gelişmiş) bilgilerin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 3: Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri / Kurs Özeti

Modül Başlığı	Alt konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenim Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenme Yöntemleri
3.3 Kompozit süreçlerde atık azaltma ve verimlilik	3.3.1 Kalite güvencesi: Malzeme ve enerji akışı verimliliğinin izlenmesi	1. Kompozit üretiminde kalite güvencesi (QA) nedir? - Sürdürülebilirlik ve dayanıklılıkta QA'nın rolü 2. Küçük ölçekli kompozit üretim için basit QA teknikleri 3. Malzeme akışı göstergeleri: - Panel başına reçine kullanımı, elyaf kesim oranı 4. Enerji ile ilgili faktörler: - İşlem süresi, ısıtma aletleri, ışıklar 5. Dokümantasyon araçları: - Takip çizelgeleri, görsel inceleme, fotoğraf kayıtları 6. Yansıma: Dokümantasyon verimliliği artırmaya ve israfı azaltmaya nasıl yardımcı olur?	ÖÇ: Öğrenciler, kompozit üretiminde kalite güvencesi kavramını anlar. Üretim sırasında malzeme ve enerji akışının temel göstergelerini izleyebilir ve verimliliğin nasıl artırılabilirliğini düşünür. verimliliğin nasıl artırılabilirliğini düşünürler.	5	Gösteri + rehberli grup etkinliği
	3.3.2 Atık azaltma yöntemleri: Hassas kesim, malzeme yeniden kullanımı, biyo bazlı sarf malzemeleri.	1. Kompozit süreçlerinde atıkların nedenleri nelerdir? - Yaygın kaynaklar: kesme, aşırı karıştırma, tek kullanımlık aletler 2. Malzeme yeniden kullanımı: - Artıkların kullanımına yönelik fikirler: dolgu malzemesi, kalıp desteği, prototip parçalar 3. Biyolojik bazlı sarf malzemeleri: - Geri dönüştürülebilir karıştırma kapları, kompostlanabilir eldivenler, biyolojik olarak parçalanabilir ayırma filmleri (bunun gerçekten bir seçenek olup olmadığı tartışılmalıdır!) 4. Endüstriden iyi uygulama örnekleri 5. Grup görevi: Küçük bir parçayı planlarken ve hazırlarken atıkları en aza indirin 7. Düşünme: Ne işe yaradı? Atıklar hala nerede ortaya çıktı?	ÖÇ: Öğrenciler, kompozit imalatında malzeme israfını azaltmak için temel stratejiler uygular. Malzeme kullanımını optimize etmek, kesik parçaların yeniden kullanımını araştırmak ve sürdürülebilir sarf malzemesi alternatiflerini belirlemek için çalışmaları planlarlar.	5	Grup planlama görevi ve yansıtm

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgiler ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda verildiğini gösterir.

Not 2: "Alt konu dökümü" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan ileri düzey (gelişmiş) bilgilerin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 3: Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri / Etkinlikler Talimatlar

Alt konu	Faaliyet	Açıklama
3.1.1 Araçlar, ekipman, yüzey hazırlık	Atölye — Alet tanımlama ve laminasyon adımları	Açıklama: Öğrenciler gruplar halinde çalışır. Her gruba birkaç alet verilir. Beyaz tahtaya laminasyonun ana adımları, dikkat edilmesi gereken noktalar ve güvenlik kuralları yazılır. Gruplar, kendilerine verilen aletlere hangi adımın ve/veya hangi güvenlik kuralının veya şartnamenin karşılık geldiğini belirlemeli ve nedenini açıklamalıdır. Ekipman: Laminasyon için kullanılan yaygın aletler; beyaz tahta veya benzeri Amaç: Öğrenciler temel aletleri tanırlar ve güvenlik ve laminasyon verimliliği ile ilgili doğru kullanımlarını anlar. Beklenen Sonuç: Öğrenciler, güvenlik ve etkili laminasyon açısından hangi aracı ne zaman ve nasıl kullanacaklarını bilir.
3.1.2 Tekstil yapıları	Örneklerin karşılaştırılması	Açıklama: Öğrencilere farklı liflerden yapılmış birkaç kumaş örneği verilir. Öğrenciler bunları karşılaştırır, özelliklerini ve davranışlarını not eder. Ekipman: Çeşitli kumaş örnekleri. Amaç: Öğrenciler laminasyon kumaşlarına aşina olur ve bunları tanıyabilir hale gelir. Beklenen Sonuç: Öğrenciler, her kumaşın hangi liflerden oluştuğunu tanıyabilir ve kumaş özelliklerini anlayabilir.
3.1.2 Tekstil yapıları	Çizelgelerin karşılaştırılması ve ilişkilendirilmesi	Açıklama: Kumaşın kimliğini açıklamadan kumaş direncini gösteren grafikleri sergileyin. Öğrenciler, gözlemledikleri özelliklere göre grafikleri kumaş örnekleriyle eşleştirmelidir. Ekipman: Kumaş özellikleri çizelgeleri. Amaç: Öğrencilerin kumaş özelliklerini davranışlarla ilişkilendirmelerini sağlamak. Beklenen Sonuç: Öğrenciler, son parça gereksinimlerine göre uygun kumaşları seçebilirler.

Ünite 3: Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri / Etkinlikler Talimatlar

Alt konu	Etkinlik	Açıklama
3.1.3 Laminasyon teknikleri	<i>Pratik el ile laminasyon</i>	Açıklama: Her öğrenci, el ile laminasyon işlemini gerçekleştirmek için bir kalıp ve malzemeler (kumaşlar, aletler, KKD, reçine, sertleştirici, sarf malzemeleri) alır. Ekipman: Kalıplar, kumaşlar, aletler, reçine, sertleştirici, KKD, sarf malzemeleri. Amaç: Öğrencilere laminasyon yapmayı öğretmek ve bu süreçteki kritik noktaları anlamalarını sağlamak. Beklenen Sonuç: Öğrenciler, açık kalıp el ile yerleştirme işlemi kullanarak doğru şekilde laminasyon yapabilirler.
3.1.3 Laminasyon teknikleri	<i>İşbirliğine dayalı vakum infüzyonu</i>	Açıklama: Eğitimci, vakum infüzyonu yoluyla tam bir laminasyon işlemini gösterir. Öğrenciler katılır; önemli noktalar gözlemlenir ve tartışılır. Ekipman: Kalıp, kumaşlar, reçine, sertleştirici, aletler, KKD, sarf malzemeleri, vakum pompası. Amaç: Vakum infüzyonunu tanıtmak ve kritik dikkat noktalarına vurgu yapmak. Beklenen Sonuç: Öğrenciler vakum infüzyonu kullanarak laminasyonun nasıl yapıldığını anlar.
3.1.4 Zorluklar	<i>Laminasyon karşılaştırması (geleneksel ve sürdürülebilir)</i>	Açıklama: Öğrenciler, geleneksel malzemeler kullanarak ve ardından sürdürülebilir malzemeler kullanarak küçük bir parçayı laminatlar ve her iki süreç boyunca notlar ve gözlemler alırlar. Sonunda deneyimlerini karşılaştırır ve bir sentez sunarlar. Ekipman: Kumaşlar, reçine, sertleştirici, aletler, KKD, sarf malzemeleri. Amaç: Öğrencilerin her iki malzeme türünü deneyimlemelerini ve kendi karşılaştırmalarını yapmalarını sağlamak. Beklenen Sonuç: Öğrenciler her bir malzeme türünün artılarını ve eksilerini anlar.

Ünite 3: Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri / Etkinlikler Talimatlar

Alt konu	Etkinlik	Açıklama
3.2.1 Yenileme stratejileri	<i>Yenileme projeleri hakkında grup sunumu</i>	Açıklama: Öğrenciler gruplar halinde çalışarak yenileme veya sürdürülebilir malzeme entegrasyonu projelerini araştırırlar. Tercih ettikleri formatı (slaytlar, poster, video, resimler vb.) kullanarak 5 dakikalık bir özet sunarlar. Eğitimci, tekrarları önlemek için konuları dağıtır. Ekipman: Bilgisayarlar, beyaz tahta, projektör. Amaç: Yenileme ve bununla ilgili zorlukları keşfetmek. Beklenen Sonuç: Öğrenciler yenileme yöntemlerini anlar, zorlukları fark eder, ana fikirleri özetler ve çıkarır.
3.2.2 Onarım teknikleri	<i>Zımpara kağıtları ve diskleri ile oyun</i>	Açıklama: Öğrenciler zımpara kağıtlarını/disklerini (karışık türler) kum etiketleriyle eşleştirir ve sırayla düzenler. Eğitimci daha sonra hangi kumun hangi yüzeye, alete ve göreve uygun olduğunu açıklar. Ekipman: Zımpara kağıtları/diskleri, kum etiketleri. Amaç: Öğrencileri zımpara kağıtları/disklerinin kumları ve türleri ile tanıştırmak. Beklenen Sonuç: Öğrenciler kum ölçüğünü ve uygun kullanımını anlar.
3.2.2 Onarım teknikleri	<i>Pratik onarım alıştırması</i>	Açıklama: Gösterimden sonra, her öğrenci kasıtlı olarak hasar verilmiş lamine bir numune alır. Onlar bir onarım yöntemi seçer, bunu açıklar, öğretmenin onayını alır ve onarımı gerçekleştirir. Ekipman: Hasarlı kompozit numune, hammaddeler, reçine, sertleştirici, kumaşlar, laminasyon araçları, KKD, sarf malzemeleri. Amaç: Öğrencilerin onarım durumlarını analiz etme ve doğru yöntemleri uygulama becerilerini geliştirmek. Beklenen Sonuç: Öğrenciler hasarlı kompozitleri onarabilir ve uygun onarım stratejilerini seçebilir.

Ünite 3: Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri / Etkinlikler Talimatlar

Alt konu	Etkinlik	Açıklama
3.3.1 Süreçlerde kalite güvencesi	<i>Yansıma ve kalite güvence teknikleri planlaması</i>	Açıklama: Öğrenciler gruplar halinde verilen bir süreci analiz eder ve kalite güvence teknikleri ile göstergelerinin uygulanmasını planlar. Adımları ve önerilen iyileştirmeleri gösteren bir şema hazırlarlar. Ekipman: Bilgisayarlar. Amaç: Süreç iyileştirme için kalite güvence araçlarının benimsenmesini teşvik etmek. Beklenen Sonuç: Öğrenciler, süreç özelliklerine dayalı kalite güvence yöntemlerini uygulayabilir ve analiz edebilir.
3.3.2 Atık azaltma	Beyin fırtınası israfı	Açıklama: Eğitimci, tekne yapımında atık örneklerini sayılar ve istatistiklerle birlikte sunar. Öğrenciler atık azaltma stratejileri önerir. Sınıf, uygulanabilir önerilerin bir listesini derler. Ekipman: Beyaz tahta. Amaç: Atık ve bunun etkileri konusunda farkındalık yaratmak; erken planlamanın önemini vurgulamak. Beklenen Sonuç: Öğrenciler atık yönetimini şirket organizasyonunda temel bir unsur olarak görürler.
3.3.2 Atık azaltma	<i>Entegre atık azaltma ile süreç planlama</i>	Açıklama: Gruplar bir nihai ürün alırlar. Her adımda israfı en aza indirmek için açıklamalar içeren eksiksiz bir görev planı oluştururlar. Çıktı: görev tablosu ve ayrıntılı görev sayfaları içeren bir klasör. Ekipman: Bilgisayarlar. Amaç: Atık azaltmayı merkezi bir hedef olarak ele alan bütünsel süreç planlamasını teşvik etmek. Beklenen Sonuç: Öğrenciler, atık azaltma hususlarını tüm süreç adımlarına entegre ederler.

Ünite 3: Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri / Ünite 3'ün alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviyelendirme bilgileri için konu	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti	Not
1. Kompozit işleme için ekipmanlarına giriş el aletleri ve : Makas, silindirler, soyma tabakaları, fırçalar,vakum torbaları, infüzyon pompaları 2.Yüzey hazırlığı temel bilgileri: - Temizleme, zımparalama, yağdan arındırma - Yapıştırma için yüzey kalitesinin önemi 3. Alet ve kimyasalları kullanırken güvenlik önlemleri 5."laminasyona hazır" yüzeyler için görsel göstergeler	https://aerospaceengineeringblog.com/composite-manufacturing/ https://compositeslab.com/composites-manufacturing-processes/ https://aerospaceengineeringblog.com/composite-manufacturing/	Kompozit tekne yapım süreçlerinin farklı adımları için kılavuzlar sunan makaleler içeren web sitesi (uygulamaya yönelik düzenleme, bazı videolar, anlaşılır açıklamalar) Süreçler, malzemeler ve aletler hakkında kısa açıklamalar içeren web sitesi (iyi organize edilmiş) Basit ve açık şemalarla süreçlerin açıklandığı web sitesi	Kamu, web siteleri
2. Kumaş türleri: - Dokuma kumaşlar, dokunmamış kumaşlar, tek yönlü matlar 3. Doğal tekstillerin temel özellikleri: Drapaj, kalınlık, lif hizalaması, nem duyarlılığı 4.Tekstil yapısının mekanik performans ve işlenebilirlik üzerindeki etkisi 5. Tekne yapımında uygulama alanları: iç paneller, yapısal olmayan elemanlar vb.	https://www.isomatex.com/tenron/ https://www.circular-structures.com/ https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/ecotechnil-in-des-solutions-a-base-de-fibres-naturelles-au-service-de-lindustrie-134081/ (+ EcoTechnilin) S. Maiti, M. R. Islam, M. A. Uddin, S. Afroj, S. J. Eichhorn, N. Karim, Sustainable Fiber-Reinforced Composites: A Review. Adv. Sustainable Syst. 2022, 6, 2200258. https://doi.org/10.1002/adsu.202200258 (https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adsu.202200258)	Kumaş tedarikçilerinin web siteleri Çeşitli doğal liflerden paspas üreten ve geri dönüşüm endüstrisini de geliştirmeye çalışan bir şirket hakkında makale Bilimsel yayın sürdürülebilir kompozitler	Kamuya açık, kurumsal siteleri ve bilimsel web makale

Ünite 3: Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri / Ünite 3'ün alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviye atlama bilgileri için konu	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti	Not
1. Temel laminasyon adımlarına giriş: - Liflerin kesilmesi, reçinelerin karıştırılması, rulo veya fırça ile reçine uygulanması 2. Malzeme özellikleri: - Keten veya bazalt tekstillerin işlenmesi - İslanma davranışı 3. Temel süreç özellikleri: - Çalışma süresi, lif kayması, katman yerleştirme 4. Başarılı açık laminasyon için pratik ipuçları	https://www.addcomposites.com/post/what-are-the-fundamental-steps-of-composites-manufacturing https://www.youtube.com/watch?v=tE6KDNvyTuU	Kompozitler, kusurlar ve darbe hakkında açık, basit ve uygulamaya yönelik kılavuz, diğer ilgili ve alakalı konulara birçok bağlantı içermektedir. Keten lifi ve balsa ağacından kano yapımını anlatan ve belirli adımlara odaklanan video	Halka açık, Blog ve YouTube videosu
	https://www.youtube.com/watch?v=RrVy7jaSABM https://www.youtube.com/watch?v=AD98L9XICTU https://www.youtube.com/watch?v=Q09ZFVA6nR8	Karşılaştırmalı laminasyon tekniklerinin sunumu Keten lifi ve YE'S" infüzyon Cam elyafının laminasyonu hakkında video (önemli noktalar hakkında bilgilerle (tüm sürecin süresi, ...))	Public, YouTube videos (demonstrations)
	https://www.imoca.org/en/news/news/lifting-the-lid-on-boat-build-impacts-for-a-more-sustainable-industry	Yenileme değil, yarış teknesi (Imoca) içinde sürdürülebilir malzemelerin kullanımı hakkında açık bir video ile raporlama Mevcut gövdelerin yeniden kullanımı ve sürdürülebilir macera yatları sağlamak için yenileme çalışmaları hakkında takip edilecek proje	Halka açık, YouTube videoları (demonstrasyonlar)

Ünite 3: Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri / Ünite 3'ün alt konularının ayrıntılı bilgileri



Seviye atlama bilgileri için konu	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti	Not
4. Yeniden yapılandırma.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264127523008614	Kompozitlerin onarımı için potansiyel yeni yöntem hakkında bilimsel yayın	Halka açık, bilimsel makale
1. Kompozit üretiminde kalite güvencesi (QA) nedir? - Sürdürülebilirlik ve dayanıklılıkta QA'nın rolü 2. Küçük ölçekli kompozit üretim için basit QA teknikleri	https://www.addcomposites.com/post/quality-assurance-and-quality-control-in-composites-manufacturing	Kalite güvencesi için araştırılacak konuların açıklaması	Kompozit üretim için Kalite Güvence ve Kontrol (QA/QC) yöntemleri hakkında halka açık blog yazısı
2. Malzeme yeniden kullanımı: - Artıkların kullanımı için fikirler: dolgu malzemesi, kalıp destek, prototip parçalar 3. Biyo-bazlı sarf malzemeleri: - Geri dönüştürülebilir karıştırma kapları kompostlanabilir eldivenler, biyolojik olarak parçalanabilir ayırma filmleri (bu gerçekten bir seçenek mi?!) 4. Endüstriden iyi uygulama örnekleri	https://compositesuk.co.uk/industry-support/environmental/what-can-i-do-with-my-waste/	Atık kompozitler ve kesik parçalar için çözümlerin kapsamlı olmayan listesi	Atık yönetimi ve geri dönüşüm seçeneklerini listeleyen kamuya açık, endüstri makalesi



Ünite 4:

Yaşam döngüsü

değerlendirmesi

ve iş modeli



Ünite 4: Yaşam döngüsü değerlendirmesi ve iş modeli / Ders Özeti

Modül Başlığı	Alt konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenim Çıktısı (LO)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
4.1 LCA yoluyla çevresel etkinin değerlendirilmesi	4.1.1 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA): LCA'nın Temelleri	1. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) Giriş 2. LCA'da Çevresel Etki Kategorileri 3. LCA'nın Tekne Yapım Malzemelerine Uygulanması 4. Ürün Yaşam Döngüsünde Çevresel Sorunlu Alanların Belirlenmesi S. Bilgilendirilmiş Tasarım ve Tedarik Kararları için LCA'nın Kullanılması 6. İş Stratejisi ve Mevzuata Uyum için Bir Araç Olarak LCA	LO: "Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) nedir tanımlayın ve dört ana aşamasını açıklayın. Tekne yapım endüstrisinde LCA'nın kullanım amacını belirleyin. PEF yönteminde tanımlanan temel çevresel etki kategorilerini listeleyin ve açıklayın. LCA'nın, yaşam döngüsü etkilerine dayalı olarak ürün veya malzeme seçeneklerini karşılaştırarak karar vermeyi nasıl desteklediğini açıklayın."	2	Sınıf temelli öğrenme
	4.1.2 Çevresel ayak izi: Karbon emisyonları, enerji tüketimi	1. Tekne yapımında karbon emisyonları 2. Teknenin yaşam döngüsü boyunca enerji tüketimi 3. Karbon ve enerji verilerini kullanarak malzeme karşılaştırması 4. Vaka çalışması: Cam elyaf kompozitlerin geri dönüşümü S. LCA'da ISO ve PEF standartlarının kullanılması	LO: "Karbon emisyonları ile enerji tüketimi arasındaki farkı ayırt edin ve bunların çevresel etki değerlendirmesindeki rollerini açıklayın. Tekne yapımında yaygın karbon emisyonu ve enerji kullanım kaynaklarını belirleyin. CO eşdeğer emisyonları ve megajoule (Mj) cinsinden enerji kullanımı gibi temel çevresel verileri yorumlayın. Basitleştirilmiş verileri kullanarak iki tekne tipi veya malzeme konfigürasyonunun çevresel ayak izini karşılaştırın."	3	Sınıf temelli öğrenme

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın olarak vurgulanan metin, ilgili alt konu için daha ayrıntılı bilgiler ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda verildiğini gösterir.

Not 2: "Alt konu dökümü" sütununda kalın olarak vurgulanan metin, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 4: Yaşam döngüsü değerlendirmesi ve iş modeli / Ders Özeti

Modül Başlığı	Alt konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenim Çıktısı (LO)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenme Yöntemleri
4.1 YDA yoluyla çevresel etkiyi değerlendirme	4.1.3 Önemli noktaların belirlenmesi: Malzeme, enerji ve atıklarla ilgili temel sorunlu alanlar	1.Çevresel Sıcak Noktalar Nedir? YDA'da 2.Tekne Yapımında Malzemeye İlgili Sıcak Noktalar 3.Atık Üretimi ve Ömrünün Sonu 4.Atık Üretimi ve Ömrünün Sonu Zorluklar 5.Azaltma Stratejileri Çevresel Sorunlu Alanlar 6.Vaka Çalışması: ICOMIA İtke Sistemi Karbon Salımını Azaltma Çalışmasından Sıcak Nokta Analizi	Öğrenim Çıktıları: Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi bağlamında sorunlu noktanın ne olduğunu tanımlayın. Tekne yapım yaşam döngüsünde tipik malzeme, enerji ve atıkla ilgili sorunlu noktaları belirleyin. Sıcak nokta analizinin sürdürülebilirlik iyileştirmelerine öncelik vermede nasıl yardımcı olduğunu açıklayın. Gerçek dünya vaka çalışmalarından elde edilen bulguları yorumlayarak çevresel etkilerin nerede yoğunlaştığını değerlendirin.	3	Sınıf temelli öğrenme

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgiler ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda verildiğini gösterir.

Not 2: "Alt konu dökümü" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 4: Yaşam döngüsü değerlendirmesi ve iş modeli / Ders Özeti

Modül Başlığı	Alt konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenim Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenme Yöntemleri
4.2 Sürdürülebilir malzemelerin ekonomik uygulanabilirliği	4.2.1 Ekonomik analiz: Sürdürülebilir malzemeler ile geleneksel malzemelerin maliyetlerinin karşılaştırılması	1. Tekne Yapımında Malzeme Seçiminde Önemli Maliyet Faktörleri 2. Yaşam Döngüsü Maliyet Dağılımı: Satın Almadan Ömrünün Sonuna Kadar 3. Vaka Karşılaştırması: Akü Elektrikli ve Yenilenebilir Yakıtlı Tahrik Sistemleri 4. Hedeflenen Sürdürülebilirlik Yatırımları ve Ekonomik Verimlilik 5. Fiyatın Ötesinde: Teşvikler, Markalaşma ve Uzun Vadeli Değer 6. Yaşam Döngüsü Maliyet-Fayda Analizi ile Bilinçli Seçimler Yapmak	ÖÇ: Malzeme seçiminde yer alan temel maliyet bileşenlerini belirleyin (ör. ilk maliyet, bakım, kullanım ömrü sonu). Sürdürülebilir malzemeler ile geleneksel malzemelerin kullanımının ekonomik etkilerini karşılaştırın. Malzeme seçimlerini değerlendirmek için temel bir yaşam döngüsü maliyet çerçevesi uygulayın. Akıllı malzeme kararları almak için çevresel ve ekonomik faktörlerin nasıl kesişebileceğini anlayın.	1 ½	Sınıf temelli öğrenme
	4.2.2 Yatırım getirisi: Sürdürülebilir seçimlerin uzun vadeli finansal faydaları	1. Sürdürülebilir Tekne Yapımında ROI'yi Anlamak 2. Sürdürülebilir Malzemelerin Uzun Vadeli Faydaları 3. Ön Maliyetin Ötesindeki Ekonomik ve Stratejik Etkiler 4. ROI Hesaplamasında Zorluklar ve Belirsizlikler 5. Yatırım Kararlarını Desteklemek için LCA'yı Kullanma 6. Vaka Çalışması: Küçük Bir Tekne Tersanesinde Malzeme Değişikliğinden Elde Edilen ROI	ÖÇ: Yatırım getirisini (ROI) tanımlayın ve sürdürülebilir tasarım kararlarına uygulayın. Sürdürülebilir malzemelerin nasıl uzun vadeli tasarruf veya katma değer sağlayabileceğini açıklayın. Sürdürülebilirlikle bağlantılı finansal olmayan faydaları (ör. markalaşma, müşteri çekiciliği, mevzuata uygunluk) belirleyin. Bir vaka çalışmasını analiz ederek malzeme değişikliğinin hem çevresel hem de finansal getiri sağlayıp sağlamadığını belirleyin.	1 ½	Sınıf temelli öğrenme

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgiler ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda verildiğini gösterir.

Not 2: "Alt konu dökümü" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan ileri düzey (gelişmiş) bilgilerin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 4: Yaşam döngüsü değerlendirmesi ve iş modeli / Ders Özeti

Modül Başlığı	Alt konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenim Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenme Yöntemleri
4.3 Tekne yapımında sürdürülebilirlik için iş modelleri	4.3.1 Döngüsel iş modelleri: Tekne yapımında doğrusal ekonomi ile döngüsel ekonomi karşılaştırması	1. Doğrusaldan Döngüsel: Tekne Yapım Sistemlerini Yeniden Düşünmek 2. Tekne Tasarımında Döngüsel Ekonominin Temel Stratejileri 3. Vaka Çalışması: APER ve Fransa'da Tekne Döngüsel Geri Dönüşümü 4. PEF Yöntemini Döngüsel Malzeme Seçimlerine Uygulamak 5. Uygulamada Döngüsel Tasarım: İkinci Yaşam Kullanımı ve Modüler Bileşenler 6. Düzenleme ve Pazar Talebine Stratejik Bir Yanıt Olarak Döngüsel Modeller	ÖÇ: Doğrusal ve döngüsel ekonomi modelleri arasındaki farkı açıklayın. Tekne yapımıyla ilgili döngüsel stratejileri belirleyin (ör. modülerlik, geri alma programları, yeniden kullanım). Yaşam döngüsü sorumluluğunun ve Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu (EPR) gibi düzenlemelerin önemini açıklayın. Döngüsel iş modellerinin atıkları nasıl azaltılabileceğini, maliyetleri nasıl düşürebileceğini ve pazar rekabet gücünü nasıl destekleyebileceğini yorumlayın.	1 ½	Sınıf temelli öğrenme
	4.3.2 Sökülmeye Uygun Tasarım (DfD): Ömrünün sonuna gelen ürünlerden malzeme geri kazanımını en üst düzeye çıkarma	1. Tekne yapımında söküm için tasarım (DfD) nedir? 2. Uygulamada DfD: Söküm dostu tasarım örnekleri 3. DfD ve yönetmelikler ile etiketlerdeki rolü 4. Tasarım aşamasından itibaren kullanım ömrü sonu için planlama 5. Sürdürülebilirlik, güvenlik ve yeniden satış değeri açısından DfD'nin faydaları	ÖÇ: Söküm için Tasarım (DfD) kavramının anlamını ve önemini açıklayın. Tekne tasarımı ve yapımında kullanılan pratik DfD stratejilerini sıralayın. Malzeme pasaportunun amacını ve bileşenlerini açıklayın. DfD ve malzeme takibinin geri dönüştürülebilirliği, güvenliği ve AB düzenlemelerine uyumu nasıl desteklediğini anlayın.	1 ½	Sınıf temelli öğrenme

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın olarak vurgulanan metin, ilgili alt konu için daha ayrıntılı bilgiler ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda verildiğini gösterir.

Not 2: "Alt konu dökümü" sütununda kalın olarak vurgulanan metin, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 4: Yaşam döngüsü değerlendirmesi ve iş modeli / Etkinlikler Talimatlar

Alt konu	Faaliyet	Açıklama
4.1.1 LCA: Temel Bilgiler	<i>Yaşam Döngüsü Keşif İstasyonları</i> Öğrenciler, malzeme odaklı istasyonlar arasında dönüşümlü olarak dolaşırlar (örneğin, cam elyafı, keten, alüminyum). Anahtar yaşam döngüsü aşamalarını ve ilgili çevresel etkileri belirlerler, malzemeleri PEF etki kategorileriyle eşleştirirler.	Değerlendirme: YDA terminolojisi ve aşamaları ile ilgili eşleştirme alıştırmaları; dört YDA aşaması ile ilgili mini test; yük kayması ile ilgili vaka temelli soru. Amaç: YDA metodolojisini tanıtmak ve öğrencilerin malzemelerin yaşam döngüsü etkisini nasıl etkilediğini anlamalarına yardımcı olmak. Beklenen Sonuç: Öğrenciler dört YDA aşamasını açıklayabilir, etki kategorilerini tanımlayabilir, malzemeleri karşılaştırmak için yaşam döngüsü düşüncesini uygulayabilir.
4.1.2 Çevresel ayak izi	<i>Karbon Karşılaştırma Yarışması</i> Takımlar iki gemi profilini analiz eder ve karbon emisyonlarını ve enerji kullanımını tahmin eder. İtki sistemleri ve malzemeler arasındaki ödünleşimleri tartışırlar.	Değerlendirme: MJ ve CO ₂ -eq hesaplamaları (basitleştirilmiş veriler kullanılarak); iki malzeme veya yakıt türünün yazılı karşılaştırması; enerji/çevre dengeleri üzerine kısa grup tartışması. Amaç: Öğrencilerin yaşam döngüsü aşamalarında enerji ve emisyonların çevresel ayak izine katkılarını anlamalarına yardımcı olmak. Beklenen Sonuç: Öğrenciler karbon ayak izini ve enerji kullanımını tanımlayabilir, çevresel verileri yorumlayabilir ve yapılandırmaları karşılaştırabilir.
4.1.3 Sıcak noktalar	<i>Hotspot Dedektifi Oyunu</i> Öğrenciler, aşamalar ve bileşenler üzerindeki etkileri gösteren LCA anlık görüntülerini alırlar. Hotspotları belirler ve iyileştirme stratejileri önerirler.	Değerlendirme: Sıcak nokta belirleme çalışma kağıdı; küçük gruplar halinde sıcak nokta vakası sunumu; sıcak nokta kategorileriyle ilgili isteğe bağlı test sorusu. Amaç: Çevresel sıcak noktaları belirleme ve analiz etme ve müdahalelere öncelik verme becerisini geliştirmek. Beklenen Sonuç: Öğrenciler malzeme, enerji ve atık sıcak noktalarını belirleyebilir ve iyileştirmeler önerebilir.

Ünite 4: Yaşam döngüsü değerlendirmesi ve iş modeli / Etkinlikler Talimatlar

Alt konu	Etkinlik	Açıklama
4.2.1 Ekonomik analiz	<i>Tekne Bütçesi Dağılımı Öğrenciler geleneksel ve sürdürülebilir malzemelerin maliyet dağılımlarını karşılaştırır. Ön maliyet, bakım ve bertaraf maliyetlerini analiz ederler.</i>	Değerlendirme: Yaşam döngüsü maliyeti çalışma kağıdı; tartışmada üç maliyet faktörünü belirleme; ödünleşimlerin kısa yazılı açıklaması. Amaç: Finansal faktörlerin malzeme seçimlerini nasıl etkilediğini göstermek ve toplam sahip olma maliyetini açıklamak. Beklenen Sonuç: Öğrenciler, maliyet analizi kullanarak ekonomik ödünleşimleri belirleyebilir ve kararları destekleyebilir.
4.2.2 Yatırım Getirisi (ROI)	<i>Vaka Çalışması Rol Oyunu – Blue Horizon Boats Blue Horizon Boats vakasını kullanarak, öğrenciler malzeme değişikliğini ve bunun yatırım getirisini değerlendiren paydaşlar olarak rol alırlar.</i>	Değerlendirme: ROI şablonu; paydaşların bakış açılarının grup sunumu; somut ve soyut faydalar üzerine düşünme. Amaç: Öğrencilerin sürdürülebilir malzemelerin kullanıldığı pratik senaryolarda ROI'yi değerlendirmelerine yardımcı olmak. Beklenen Sonuç: Öğrenciler basitleştirilmiş ROI'yi hesaplayabilir, faydaları belirleyebilir ve bunları açık bir şekilde aktarabilir.

Ünite 4: Yaşam döngüsü değerlendirmesi ve iş modeli / Etkinlikler Talimatlar

Alt konu	Etkinlik	Açıklama
4.3.1 Döngüsel iş modelleri	<i>Döngüsel Yenileme Atölyesi</i> <i>Öğrenciler, doğrusal bir tekne bileşenini (örneğin, ambar kapağı, gövde modülü) döngüsel ilkelere (yeniden kullanım, geri dönüştürülebilirlik, modülerlik) uygun olarak yeniden tasarlarlar.</i>	Değerlendirme: Grup eskizi/diyagramı; uygulanan döngüsel ilkelerin yazılı açıklaması; akran geri bildirimi. Amaç: Öğrencileri döngüsel ekonomi yoluyla deniz ürünlerini yeniden düşünmeye teşvik etmek. Beklenen Sonuç: Öğrenciler döngüsel ilkeleri açıklayabilir ve daha iyi geri kazanım, yeniden kullanım ve dayanıklılık için bileşenleri yeniden tasarlayabilir.
4.3.2 Sökme Tasarımı (DfD)	<i>DfD Tasarım Laboratuvarı</i> <i>Öğrenciler, DfD ilkelerini kullanarak bir tekne bileşenini (depolama kapağı, güverte modülü, bank yapısı) yeniden tasarlarlar. Yeniden tasarlanan parçayı çizim/model olarak hazırlar, bağlantı elemanlarını belirler ve malzeme ayırma stratejilerini açıklarlar.</i>	Değerlendirme: Açıklamalı tasarım eskizi; grup sunumu; kullanım ömrü sonu iyileştirmelerinin yazılı açıklaması. Amaç: Söküm için Tasarım (DfD) kavramını ve bunun teknenin kullanım ömrü sonu geldiğinde çevresel etkiyi nasıl azalttığını tanıtmak. Beklenen Sonuç: Öğrenciler DfD stratejilerini (bağlantı elemanları, modülerlik, ayrıştırma) uygular ve bunların sürdürülebilirliği nasıl desteklediğini gösterir.

Ünite 4: Yaşam döngüsü değerlendirmesi ve iş modeli / Ünite 4'ün alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviye atlama konusu bilgi	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti	Not
4. Atık Üretimi ve Ömür Sonu Zorlukları 5. Çevresel Sorunlu Alanları Azaltma Stratejileri 6. Vaka Çalışması: ICOMIA Tahrik Sistemi Karbon Salımını Azaltma Çalışmasından Sorunlu Alan Analizi	ICOMIA - RICARDO study, Propelling our future, Blue Boat Horizon LCA project, EC PEF method, ISO standards, https://glassfibreeurope.eu/wp-content/uploads/2023/02/GFE_LCA-report-2023-February-2023.pdf	Karbon azaltma çalışmaları I d LCA metodolojisi	Ücretsiz, Web sitesi
	ICOMIA - RICARDO study, Propelling our future, Blue Boat Horizon LCA project, EC PEF method, https://data.europa.eu/en/news-events/news/eus-digital-product-passport-advancing-transparency-and-sustainability	Karbon azaltma ve YDA metodolojisi üzerine çalışmalar	Ücretsiz, Web sitesi
5. Fiyatın Ötesinde: Teşvikler, Markalaşma ve Uzun Vadeli Değer	ICOMIA - RICARDO study, Propelling our future, Blue Boat Horizon LCA project, EC PEF method	Karbon azaltma ve YDA metodolojisi üzerine çalışmalar	Ücretsiz, Web sitesi
	ICOMIA - RICARDO study, Propelling our future, Blue Boat Horizon LCA project, EC PEF method	Karbon azaltma ve YDA metodolojisi üzerine çalışmalar	Ücretsiz, Web sitesi

Ünite 4: Yaşam döngüsü değerlendirmesi ve iş modeli / Ünite 4'ün alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviyelendirme bilgileri için konu	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti	Not
1. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDA) Giriş 2. Çevresel Etki YDA'daki Kategoriler	(https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.html), (https://www.iso.org/home.html), Blue Boat Horizon LCA project, EC PEF method, ISO STANDARDS (https://eplca.jrc.ec.europa.eu/EnvironmentalFootprint.html) (https://www.iso.org/standard/37456.html) (https://propellingourfuture.com/) Environmental Footprint Methods - European Commission Life Cycle Assessment for the circular economy (https://www.lifecycleinitiative.org/) (https://www.marineshift360.org/) (https://www.recyclermonbateau.fr/l-aper-association-pour-la-plaisance-eco-responsable/) (https://europeanboatingindustry.eu/images/Reports/A144650-R20241613a-UHo-EuCIA%20final%20report%20-%20summary-signed.pdf?t=1728385417) GREC HANDBOOK (https://europeanboatingindustry.eu/images/EU%20affairs/Roadmap-for-decarbonisation-vessels_Final.pdf)	Komisyonun resmi web sitesi ve ISO düzenlemeleri.	Teknik belge (ISO), Kılavuz (Grec El Kitabı), Rapor (Avrupa Eğlence Amaçlı Deniz Taşıtları Sektörünün Karbonsuzlaştırılması için Yol Haritası), web sitesi (tümü), Ücretsiz (sadece ISO ücretlidir)
4. Vaka Çalışması: Cam Elyaf Kompozitlerin Geri Dönüşümü 5. ISO ve PEF Standartlarının Kullanımı	ICOMIA - RICARDO study, Propelling our future, Blue Boat Horizon LCA project, EC PEF method, (https://glassfibreeurope.eu/resource-type/report-study/),	Karbon salımının azaltılması ve YDA metodolojisi üzerine çalışmalar	Ücretsiz, Web sitesi

Ünite 4: Yaşam döngüsü değerlendirmesi ve iş modeli / Ünite 4'ün alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviyelendirme bilgileri için konu	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti	Not
3. Vaka Çalışması: APER ve Fransa'da Teknelerin Döngüsel Geri Dönüşümü 4. PEF Yönteminin Uygulanması	ICOMIA - RICARDO study, Propelling our future, Blue Boat Horizon LCA project, EC PEF method, https://www.recyclermontbateau.fr/ , https://eplca.jrc.ec.europa.eu/EnvironmentalFootprint.html	Karbon azaltma ve YDA metodolojisi üzerine çalışmalar	Ücretsiz, Web sitesi
4. Tasarım Aşamasından İtibaren Ömür Sonu Planlaması 5. Sürdürülebilirlik, Güvenlik ve Yeniden Satış Değeri Açısından DfD'nin Avantajları	ICOMIA - RICARDO study, Propelling our future, Blue Boat Horizon LCA project, EC PEF method, https://data.europa.eu/en/news-events/news/eus-digital-product-passport-advancing-transparency-and-sustainability	Karbon azaltma ve YDA metodolojisi üzerine çalışmalar	Ücretsiz, Web sitesi



Ünite 5: Kariyer planlama, fırsatlar ve zorluklar



Ünite 5: Kariyer planlama, fırsatlar ve zorluklar / Kurs Özeti

Modül Başlığı	Alt konu	Alt konu Dağılımı	Öğrenim Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenme Yöntemleri
5.1 Sürdürülebilir tekne yapımı uzmanlığına yönelik endüstri talebi	5.1.1 Sektör görünümü: İşgücü piyasası eğilimleri, yeşil çözümler için talep	Sürdürülebilirlik perspektifinden denizcilik sektörünün mevcut durumunu öğrenin ve işgücü piyasasının gelişimini ve yeni teknik çözümler, malzemeler ve süreçlere olan talebi şekillendiren eğilimleri belirleyin.	ÖÇ: Sektörün sürdürülebilirliğe doğru yapısal dönüşümünü, bu dönüşümü tetikleyen faktörleri ve engelleri anlamak. Öğrencilerin gelecekteki kariyerlerine yardımcı olabilecek takım çalışması, analitik düşünme ve topluluk önünde konuşma becerilerini geliştirmek.	2 ½	Sınıf temelli öğrenme/doğrudan talimatlar, atölye çalışması/tartışma
	5.1.2 Kariyer yolları: Tasarım, mühendislik, üretim, satış ve pazarlama alanlarındaki roller	Sürdürülebilir denizcilik sektöründe profesyonel kariyer yollarını keşfetmek, yeni ortaya çıkan rolleri, geleneksel profillerin evrimini ve teknik, birbirine bağlı ve çevreye duyarlı bir ortamda başarılı olmak için gerekli becerileri anlamak.	ÖÇ: Bu pozisyonlarda kariyer yapabilmek için gerekli olan ana iş profilleri ve gerekli beceri ve yetkinliklerin kapsamlı bir resmini sunmak.	2 ½	Sınıf temelli öğrenme/doğrudan talimatlar, grup çalışması

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgi ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda verildiğini gösterir.

Not 2: "Alt konu dökümü" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 5: Kariyer planlama, fırsatlar ve zorluklar / Kurs Özeti

Modül Başlığı	Alt konu	Alt Konu Dağılımı	Öğrenim Çıktısı (ÖÇ)	Süre (saat)	Öğretim ve Öğrenim Yöntemleri
5.2 Sürdürülebilir denizcilik endüstrilerinde kariyer yolları ve eğitim	5.2.1 Temel beceriler: Başarı için gerekli teknik ve sosyal beceriler	Sürdürülebilir tekne yapımında temel beceri ve yetkinliklerin tanıtımı, sektörde kariyer yapmak için karşılaşılabilecek zorlukların ve fırsatların belirlenmesi. Sürdürülebilir tekne yapımında gerekli olan çapraz beceri ve yetkinlikleri eşleştirme ve kariyer planlama alıştırmaları yapma.	LO: Disiplinlerarası teknik ve sosyal becerileri belirlemek, eğitim, kariyer yolları ve endüstri uygulamalarındaki mevcut eksiklikleri değerlendirmek.	2 ½	Sınıf temelli öğrenme/doğrudan talimatlar, atölye çalışması, grup tartışması
	5.2.2 Mesleki gelişim: Eğitim, sertifikalar, ağ oluşturma fırsatları	Eğitim eksikliklerinin ve mevcut sektör uygulamalarının değerlendirilmesi, kariyer gelişimini destekleyecek pratik adımların ve yöntemlerin belirlenmesi. İstihdam edilebilirliği artırmak için sektördeki sertifikalar, eğitimler, ilgili ağ oluşturma etkinlikleri ve kariyer portalları hakkında bilgi edinme.	ÖÇ: İstihdam edilebilirliği artırmak ve kariyerinizi ilerletmek için pratik stratejiler keşfedin. İlgili beceri ve yetkinliklerin belirlendiği, net ve kendi oluşturduğunuz kariyer yol haritaları. İlgili eğitimlerin, yerel ve uluslararası etkinliklerin belirlenmesi ve listesinin oluşturulması.	2 ½	Sınıf temelli öğrenme/doğrudan talimatlar, atölye çalışması, grup tartışması

Not 1: "Alt konu" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, ilgili alt konu hakkında daha ayrıntılı bilgi ve ilgili faaliyetlerin aşağıdaki tabloda verildiğini gösterir.

Not 2: "Alt konu dökümü" sütununda kalın harflerle vurgulanan metin, aşağıdaki ayrı tabloda sunulan seviye atlama (ileri düzey) bilgilerinin mevcut olduğunu gösterir.

Ünite 5: Kariyer planlama, fırsatlar ve zorluklar / Etkinlikler Talimatlar

Alt konu	Etkinlik	Açıklama
5.1.1 Sektörün genel durumu	1: Yapılandırılmış tartışma — Denizcilik sektörü hızlandırılmış yeşil dönüşüme hazır mı?	Açıklama: Öğrenciler, denizcilik sektörünün hızlandırılmış yeşil dönüşüme hazır olup olmadığını araştıran yapılandırılmış bir tartışmaya katılacaklar. Pro (hazır) ve Con (hazır değil) olmak üzere iki takıma ayrılacaklar ve çevresel, ekonomik, teknolojik ve düzenleyici faktörlere dayalı argümanları analiz edip sunacaklar. Tartışma, temel itici güçleri (ör. inovasyon, politika desteği, tüketici talebi) ve engelleri (ör. yüksek maliyetler, altyapı eksikliği, değişime direnç) vurgulayacaktır. Öğrenmeyi pekiştirmek ve denizcilik dünyasında sürdürülebilirlik konusunda eleştirel düşünmeyi teşvik etmek için kısa bir değerlendirme yapılacaktır. Tartışmanın Amaçları: 1. Karmaşık sürdürülebilirlik zorluklarını değerlendirerek eleştirel düşünmeyi geliştirmek. 2. Kanıta dayalı akıl yürütme yoluyla argüman oluşturma becerilerini geliştirmek. 3. Denizcilik faaliyetlerinin çevresel etkisi ve yeşil dönüşümün aciliyeti konusunda farkındalığı artırmak. 4. Karşıt görüşleri dinleyerek ve yapıcı bir şekilde yanıt vererek işbirliğini ve saygılı diyalogu teşvik etmek. 5. Birbiriyle bağlantılı itici güçleri ve engelleri belirleyerek sistem düşüncesini teşvik etmek. Beklenen Sonuçlar: -Öğrenciler, denizcilik sektöründeki sürdürülebilirlik zorlukları ve fırsatları hakkında daha derin bir anlayış kazanır. -Öğrenciler, yeşil geçişin temel itici güçlerini ve engellerini belirleyebilir ve ifade edebilir. -Yapılandırılmış tartışma yoluyla iletişim ve takım çalışması becerilerinin geliştirilmesi. -Sürdürülebilir çözümleri keşfetme motivasyonunun artması.

Alt konu	Etkinlik	Açıklama
5.1.1 Sektörün genel durumu	2: Dünya Çapında Sürdürülebilir Tekne Yapımı – Araştırma Zorluğu	Açıklama: Öğrenciler, farklı ülkelerin sürdürülebilir tekne yapımına nasıl yaklaştığını araştırmak için ekipler halinde çalışır. Her ekip bir ülke seçecek veya kendisine bir ülke atanacak ve çevre dostu tekne yapımıyla ilgili uygulamaları, yenilikleri, malzemeleri, düzenlemeleri ve sektör trendlerini keşfedecektir. Bulgular görsel veya sözlü olarak (poster, slayt gösterisi, video) sunulacaktır. Hedefler: -Araştırma ve analitik becerileri geliştirmek. -Sürdürülebilir malzemeler ve teknolojiler hakkındaki anlayışı derinleştirmek. -Denizcilik alanındaki çevresel zorluklara ilişkin küresel perspektifleri ve farklılıkları vurgulamak. -Takım çalışmasını ve proje yönetimini teşvik etmek. -Sunum ve iletişim becerilerini geliştirmek. Beklenen Sonuçlar: -Öğrenciler en az bir ülkedeki sürdürülebilir tekne yapımı uygulamalarını tanımlar. -Öğrenciler denizcilik alanında sürdürülebilirlik konusunda küresel eşitsizlikler ve liderlik konusunda farkındalık kazanır. -İşbirliği ve organizasyon becerileri gelişir. -Sunum becerilerinin geliştirilmesi. -Öğrenciler, küresel en iyi uygulamaların yerel olarak nasıl uygulanabileceğini düşünürler.

Ünite 5: Kariyer planlama, fırsatlar ve zorluklar / Etkinlikler Talimatlar

Alt konu	Etkinlik	Açıklama
5.1.2 Kariyer yolları	<i>1: Kariyer Yolu Haritalama (grup çalışması)</i>	Açıklama: Öğrencilere sürdürülebilir tekne yapımında profesyonel roller içeren kartlar verilir. Bu kartları, her bir rolü aşağıdakilerle ilişkilendiren bir tabloya yerleştirmeleri gerekir: -Gerekli teknik beceriler -Yumuşak/çapraz beceriler -Önerilen eğitim/eğitim -Tipik çalışma ortamı (tersane, tedarikçi, danışmanlık vb.)
5.1.2 Kariyer yolları	<i>2: Profesyonel Kişiliğinizi Oluşturun</i>	Açıklama: Öğrenciler, tam bir kişilik geliştirerek sürdürülebilir tekne yapımında farklı mesleki profilleri anlarlar. Her gruba aşağıdaki gibi bir mesleki rol atanır: -Deniz mühendisi (sürdürülebilir malzemeler) -Tersane üretim teknisyeni -Satın alma müdürü -Çevre danışmanı -Eko-verimli tekne tasarımcısı -Kalite ve sertifikasyon müdürü -Sürdürülebilir denizcilik yapımında mesleki eğitim eğitmen Öğrenciler aşağıdakileri içeren bir mesleki karakter oluştururlar: -İsim, yaş, deneyim -Geçmiş -Motivasyonlar ve zorluklar -Teknik beceriler -Sosyal beceriler -Eğitim ve öğretim -Tipik çalışma ortamı -Sürdürülebilirliğe katkıları Sunum: Gruplar, karakterin sürdürülebilir tekne yapımında değer zincirine nasıl uyduğunu gösteren 5 dakikalık bir sunum yaparlar.

Ünite 5: Kariyer planlama, fırsatlar ve zorluklar / Etkinlikler Talimatlar

Alt konu	Etkinlik	Açıklama
5.2.1 Temel beceriler	<i>Biyokompozitler Kullanarak Çevre Dostu Yat Bileşenleri Tasarlamak</i> <i>Etkinlik Özeti: Takımlar, biyokompozitler (keten lifi, biyo-reçine) kullanarak çevre dostu bir yat gövdesi bileşeni için kavramsal bir tasarım oluşturur. Malzeme seçimi, CAD düzeni, YDA temelleri, atık minimizasyonu ve filtreleme sistemi tasarımı dahildir.</i>	Hedef Grup: Yat endüstrisinde derin teknoloji ve sürdürülebilir malzemeler konusunda uzmanlaşmış meslek öğrencileri. Öğrenim Hedefleri: Teknik becerilerin yat tasarımına nasıl entegre edildiğini anlamak, CAD, YDA ve malzeme optimizasyonunu uygulamak, sürdürülebilirlik zorlukları konusunda farkındalık geliştirmek, tasarım sorunlarını çözmek için ekipler halinde işbirliği yapmak. Adım Adım: 1. Ekip kurulumu ve rol dağılımı. 2. Senaryo brifingi. 3. Tasarım aşaması (malzeme seçimi, CAD planlama, YDA incelemesi, atık minimizasyonu, filtreleme sistemi). 4. Sunum ve tartışma. Değerlendirme Kriterleri (isteğe bağlı): Netlik, uygulanabilirlik, disiplin entegrasyonu, yaratıcılık, ekip işbirliği. Tartışma Soruları: Neden biyokompozitler? Geleneksel yat üretiminde çevresel zorluklar? CAD ve YDA'nın rolü? Geleneksel malzemeleri değiştirmenin avantajları ve dezavantajları?
5.2.2 Mesleki gelişim	<i>Kariyer Planlama</i>	Açıklama: Öğrenciler, sürdürülebilir tekne yapımına girerek kariyer yol haritalarını tasarlarlar. Büyük bir kağıt harita kullanarak: -Kısa vadeli adımlar (beceriler, konular) -Orta vadeli hedefler (stajlar, eğitimler, sertifikalar) -Uzun vadeli vizyon (belirli yeşil yat kariyerleri) Öğrenciler ayrıca şunları da belirler: Önemli sektör oyuncuları (şirketler, STK'lar), Etkinlikler (fuarlar, atölyeler, konferanslar), Ağ oluşturma yolları (LinkedIn, mezunlar, mentorlar) Sonuç: Öğrenciler yol haritalarını sunar ve geri bildirim alır.

Ünite 5: Kariyer planlama, fırsatlar ve zorluklar / Ünite 5'in alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviye atlama konusu bilgi	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti
AB Yeşil Anlaşması, Fit for 55 Paketi Atık Sevkiyatı Yönetmeliği (AB) NextGenEU fonları Öncü 3 ülke (Fransa, Almanya, Hollanda) Sürdürülebilirliğe giden yolda mevcut engellerin ayrıntılı açıklaması Ocean Race makalesi, engeller ve ileriye dönük adımlar hakkında daha genel bir bakış sunmaktadır. Sektördeki yeşil dönüşümle ilgili röportaj - Benetau vaka çalışması Benetau vaka çalışması videosu	https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en https://www.consilium.europa.eu/en/policies/fit-for-55/ https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-shipments_en https://next-generation-eu.europa.eu/index_en https://www.yacht.de/en/shipyards/boatbuilding-ecolution-these-shipyards-are-working-on-sustainable-concepts/ https://teconaut.eu/en/downloads/ (New deep tech skills document) https://www.theoceanrace.com/en/racing-with-purpose/sustainable-sports-and-innovation/sustainable-boat-building https://no-frills-sailing.com/sustainability-boatbuilding-beneteau-erwan-faoucher-interview/ https://www.youtube.com/watch?v=ynGKEYIYXQo	Yeşil Anlaşma, Fit for 55 paketi ve Atık sevkiyatı yönetmeliği ile ilgili önemli noktalar, amaçlar ve hedeflerin farklı dillerde yer aldığı resmi AB web sitesi NextGenEU fonları hakkında ayrıntılı bilgiler Sürdürülebilir malzemeler ve uygulamalar hayata geçiren 3 başarılı vaka çalışmasının sunulması ve içgörüler ile deneyimlerin paylaşılması. 3 şirket: Beneteau, Eco Yachts'tan Ecoracer, Windelo, Bestevaer ve Vaan. 120'den fazla uzmanla yapılan geniş çaplı bir dizi röportajdan elde edilen derin teknoloji malzemeleri, bunların uygulamaları, gerekli beceri ve bilgiler, engeller ve projeksiyonlar hakkında ayrıntılı araştırma. The Ocean Race, 2017'den bu yana dört adet Sürdürülebilir Tekne Yapımı İnovasyon Çalıştayı düzenleyerek, endüstri liderlerini ve yarış takımlarını bir araya getirerek, sera gazı emisyonlarını %50 oranında azaltmak için malzemeler, atık azaltma, enerji verimliliği ve düzenlemeler ve yaşam döngüsü analizi gibi kolaylaştırıcı unsurlara odaklanan iddialı bir 2030 yol haritası oluşturdu. Bu atölye çalışmaları, ayrıntılı bir 2030 Endüstri Yol Haritası'nın yanı sıra, tekne üreticilerinin daha sürdürülebilir bir geleceğe geçişi hızlandırmak için şu anda atabilecekleri acil adımları vurgulayan pratik kılavuzlar ve raporlar ortaya çıkarmıştır. Beneteau'nun vaka çalışması, inovasyonu müşteri hazırlığı ve maliyetlerle dengelerken, Elium® gibi ekolojik reçineler geliştirme, doğal elyaf kullanımını artırma, elektrikli/hibrit tahrik sistemlerini piyasaya sürme ve yaşam döngüsü analizi ve geri dönüşüm programları uygulama gibi ciddi,

Ünite 5: Kariyer planlama, fırsatlar ve zorluklar / Ünite 5'in alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviye atlama bilgileri için konu	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti
Tersaneler ve tekne yapımında işler (genel olarak)	https://www.marineinsight.com/careers-2/different-jobs-in-a-shipyard-shipbuilding-industry/ https://no-frills-sailing.com/sustainability-boatbuilding-beneteau-erwan-faoucher-interview/	Kaynakçılar, imalatçılar, tesisatçılar, elektrikçiler, marangozlar, donanımcılar, kalite kontrolörleri vb. gibi tekne yapım sektöründeki ana akım pozisyonları/işleri tanıtmak.
Videoda ahşap tekne yapımı Geleneksel tekne yapımında yeni teknolojiler Geleneksel ahşap sandal yapımı - video Sürdürülebilir yelkenli tekne yapımı - video	https://www.youtube.com/watch?v=cXkBA-h0IU https://www.youtube.com/watch?v=YbpcJiikP44 https://www.youtube.com/watch?v=xiE0n9lhk4g https://www.youtube.com/watch?v=De8E4YS6nNM	Geleneksel tekne yapım süreçlerini ve ahşapla çalışmak, sandal veya yelkenli tekne hazırlamak için gerekli beceri ve yetkinlikleri tanıtan kısa videolar.

Ünite 5: Kariyer planlama, fırsatlar ve zorluklar / Ünite 5'in alt konularının ayrıntılı bilgileri

Seviye atlama bilgileri için konu	Referans Bağlantısı	Referans İçeriğinin Özeti
Sektörde gerekli olan ilgili beceriler, müfredatın mevcut durumu ve gerekli iyileştirmeler		Müfredat Değerlendirme Araştırma Raporu, Beceri Tanımlama ve Değerlendirme Kılavuzları, Yeni derin teknoloji beceri seti
Kariyer yapma konusunda video sunumu	https://teconaut.eu/en/downloads/	Tekne yapımı işleri, uzman röportajları ve vaka çalışmaları sunulmaktadır.
Tekne üreticileri, tersaneler için Birleşik Krallık ve uluslararası etkinliklerin listesi, ayrıca ağ kurmak için harika fırsatlar	https://www.youtube.com/watch?v=g34Vk5ehGHY https://marineindustrynews.co.uk/marine-industry-events/ https://www.youtube.com/watch?v=OVf5c7NthSw https://www.linkedin.com/groups/12717817/	İş aramak, ağ kurmak, inovasyon ve sürdürülebilirlik hakkında bilgi edinmek için Birleşik Krallık ve uluslararası tekne fuarları, fuarlar ve sergilerin kapsamlı listesi.
Ağ kurma konusunda ipuçları	https://fastercapital.com/content/Boating---Yachting-Networking-Event-Navigating-Success--How-Boating-and-Yachting-Networking-Events-Can-Boost-Your-Career.html	Ağ kurmayı ustalıkla kullanma ve kalıcı etki yaratma konusunda profesyonellerden ipuçları.
Metstrade Genç Profesyoneller LinkedIn Grubu		LinkedIn'de genç tekne yapımı profesyonelleri veya sektör çalışanları için bilgi alışverişinde bulunmak, öğrenmek ve ağ kurmak için özel grup.
Ağ kurma fırsatları, uluslararası etkinliklere hazırlık, başarı hikayeleri		Özellikle tekne yapımı sektöründe ağ kurmanın önemi, faydaları, başarı hikayeleri, uluslararası tekne ticaretine nasıl hazırlanılacağı ve dikkat edilmesi gereken trendler ve yenilikler.



4

Eğitim Rehberliği



Co-funded by
the European Union

ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO

4. Eğitim Rehberliği

Bu bölüm, TEcoNaut kursunu veren eğitmenler için pratik, uygulama odaklı rehberlik sağlar.

Amaç, eğitmenlere aşağıdaki konularda destek olmaktır:

Önerilen öğretim ve öğrenim yöntemlerini uygulamak

Eğitim yaklaşımlarını farklı eğitim veya operasyonel bağlamlara uyarlamak

Etkileşimli ve etkili öğrenme deneyimlerini kolaylaştırmak

Özellikle sürdürülebilir tekne yapımı ile ilgili olanlar olmak üzere, hedeflenen öğrenme çıktılarının tüm eğitim ortamlarında tutarlı bir şekilde elde edilmesini sağlamak.

Bölüm 4.1 ve 4.2, eğitmenler için eğitim yaklaşımını ve rehberliği sunar. Bölüm 4.1, seçilmiş ve tamamlayıcı öğretim yöntemlerine genel bir bakış sunarken, Bölüm 4.2, TEcoNaut kursunun etkili, öğrenci merkezli ve yetkinlik temelli bir şekilde sunulmasını desteklemek için pratik ipuçları sunar. Bu rehberlik sayesinde, eğitmenler programın inovasyon, sürdürülebilirlik ve pratik yetkinlik gelişimine verdiği önemi yansıtan yüksek kaliteli eğitim sunmak için donanımlı hale gelirler.

4.1 Eğitim Yaklaşımı Kılavuzu

Eğitmenler için kılavuz

Dersleri hazırlarken ve sunarken, eğitmenler şunları yapmalıdır:

- Bölüm 3'teki her bir ünitenin tablolarında açıklanan hedeflenen öğrenme çıktılarını, mevcut kaynakları ve öğrencinin önceki deneyimlerini göz önünde bulundurarak, **Bölüm 4.1'den uygun öğretim yöntemlerini seçin.**
- Her kavramın açıklanıp uygulanmasını sağlamak için **teori ve pratiği dengeleyin**, böylece öğrenciler uygulamalı bir anlayış kazanabilirler.
- Öğrenmeyi pekiştirmek ve öz değerlendirmeyi teşvik etmek için her oturumdan sonra **geri bildirim ve yansıtma sürecini kolaylaştırın.**
- Kapsayıcılık ve katılımı sürdürürken yöntemleri sunum formatına** (yüz yüze, çevrimiçi veya karma) uyarlayın (ayrıntılı kılavuz için bkz. Bölüm 4.1: "Yöntemleri Birleştirme").

Seçilen yöntemlere genel bakış

TEcoNaut, programın pedagojik omurgasını oluşturan beş tamamlayıcı öğretim yaklaşımının bir kombinasyonunu

kullanır. Bu yöntemler, eğitimin etkileşimli, yetkinlik odaklı ve işyeri gerçekleriyle yakından uyumlu olmasını sağlamak için tasarlanmıştır:

1. Uygulamalı Öğrenme – Öğrencilerin gerçek veya simüle edilmiş görevleri yerine getirmelerine ve ilgili kavramları

doğrudan uygulamalarına olanak tanıyan pratik alıştırmalar yoluyla aktif katılım.

gerçek veya simüle edilmiş görevleri yerine getirmelerine ve öğrendikleri kavramları doğrudan uygulamalarına

olanak tanıyan pratik alıştırmalar yoluyla aktif katılım.

2. Sınıf içi öğrenme – Yapılandırılmış, eğitmen tarafından verilen dersler, teorik

temelleri tanıtan ve rehberli tartışma fırsatları yaratan yapılandırılmış, eğitmen tarafından verilen oturumlar.

5. Çevrimiçi Eğitim – Web tabanlı veya kendi hızına göre ilerleyen etkinlikler, dijital öğrenme materyallerine esnek erişim sağlar.

4. Deneyimsel Öğrenme – Kişisel veya toplu deneyimler üzerine düşünerek, gerçek yaşam durumlarını yeni

bilgilerle ilişkilendirerek öğrenme.

5. Proje tabanlı öğrenme – Somut sonuçlar elde etmek için teori ve pratiği birleştirmeyi gerektiren gerçek sorunların ekip bazında incelenmesi.

Bu yaklaşımlar bir araya geldiğinde, eğitmenlerin ilgi çekici ve etkili öğrenme deneyimleri sunmalarını sağlar ve inşaat sektörü için kritik öneme sahip teknik ve sürdürülebilirlikle ilgili yetkinliklerin gelişimini teşvik eder.

Ek ve tamamlayıcı yöntemler

Eğitmenler, farklı öğrenme hedefleri, Katılımcı profilleri veya sunum yöntemleri:

- **Hibrit Öğrenme**, esneklik ve etkileşimi dengelemek için çevrimiçi ve yüz yüze sunumu birleştirir.
- Küçük gruplar içinde uygulamalı, akranlar arası uygulamalara odaklanan **atölye çalışmaları**.
- **Grup Tartışmaları ve İşbirliğine Dayalı Öğrenme**, takım çalışmasını ve ortak problem çözmeyi teşvik eder.
- **Doğrudan öğretim**, uygulama seanslarından önce kullanılan kısa teorik bilgiler veya gösterimler.
- **Tersine Sınıf Yaklaşımı**, hazırlık amaçlı bireysel çalışma ödevleri vererek sınıf zamanının uygulamaya ayırması.
- **Oyun tabanlı öğrenme**, motivasyonu artırmak için eğlenceli veya rekabetçi unsurları entegre eder.
- **Senaryo tabanlı ve simülasyon tabanlı öğrenme**, öğrencilerin güvenli bir şekilde gerçekçi vakalarla deneyimlemelerini sağlar.
- **Sorun Temelli Öğrenme (PBL)**, öğrencilerin eğitmen rehberliğinde açık uçlu, gerçek dünyadaki zorlukları çözmek için işbirliği içinde çalıştıkları yöntem.

Bu ek yöntemler, eğitimcilerle kursu farklı bağlamlara uyarlayabilmeleri için esnek araçlar sunarak öğrencinin katılımını ve eğitimin etkinliğini artırır.

Yöntemleri sentezleme

Eğitim yöntemleri, öğrenme sonuçlarını iyileştirmek için stratejik olarak birleştirilebilir. Örneğin:

- **İş Rotasyonu ve Çapraz Eğitim** – Öğrencileri farklı işlevlerle tanıştırmak pratik deneyimlerini genişletir.

- **İşbirliğine Dayalı Problem Çözme Oturumları ile İşbirliğine Dayalı Projeler** –

takım çalışmasını ile yeniliği birleştirir, bilginin gerçek dünyadaki zorluklara uygulanmasını teşvik eder.

Eğitmenler, teorik anlayış ile pratik performans arasındaki bağlantıyı güçlendirmek için benzer konuların uygulamaya teşvik edilir ve yaklaşımları öğrenenlerin ve eğitim bağlamının özel ihtiyaçlarına uyarlar.

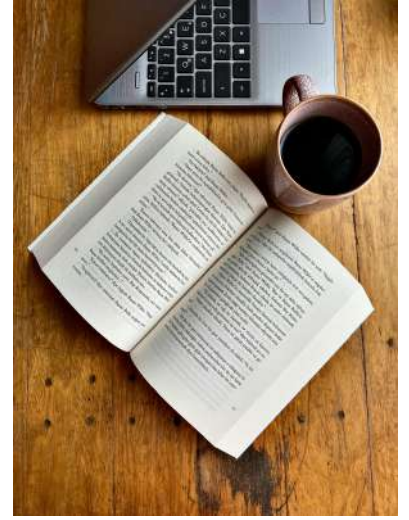


4.2 Eğitimciler için Pratik İpuçları

Bu alt bölüm, eğitimcilerin TEcoNaut oturumlarını etkili bir şekilde planlamalarına ve sunmalarına yardımcı olacak pratik öneriler sunar. Amacı, yüksek kaliteli eğitimi desteklemek, öğrenenlerin katılımını güçlendirmek ve eğitim kursunun tutarlı bir şekilde uygulanmasını teşvik etmektir.

Oturumdan Önce - Hazırlıklar

- Öğrenme çıktılarını açıkça tanımlayın. Sadece teorik bilgilere odaklanmak yerine, katılımcıların dersin sonunda neler yapabilmeleri gerektiğini belirleyin.
- Materyalleri önceden hazırlayın. Araçların, örneklerin ve dijital dosyaların işlevsel ve kullanılabilir olduğunu kontrol edin.
- Öğrenme ortamını düzenleyin. Katılımı teşvik etmek ve güvenliği sağlamak için oturma düzenini ve ekipmanı ayarlayın.
- Yöntemleri dikkatlice seçin ve birleştirin. Bölüm 4.1'deki yaklaşımlardan hangilerinin amaçlanan sonuçları en iyi şekilde destekleyeceğini planlayın.
- Olumlu bir atmosfer yaratın. Konuyu gerçek hayattaki iş durumlarıyla ilişkilendiren kısa bir giriş veya soru ile başlayın.



Oturum Sırasında - Sunum

- Aktif katılımı teşvik edin. Öğrencilerin ilgisini canlı tutmak için sorular, kısa tartışmalar ve pratik görevler kullanın.
- Sorumluluğu dağıtın. Katılımcıları prosedürleri göstermeleri veya önemli noktaları özetlemeleri için davet edin.
- Teori ve uygulamayı dönüşümlü olarak kullanın. Kısa açıklamaların ardından etkileşimli veya deneyimsel etkinlikler düzenleyin.
- Görsel ve somut araçlar kullanın. Anlaşılmasını desteklemek için fiziksel örnekler, diyagramlar veya kısa videolarla gösterin.
- Yaratıcılığı teşvik edin. Proje tabanlı veya problem tabanlı etkinliklerde, yenilikçi çözümleri ve işbirliğini ödüllendirin.

Oturum Sonrası - Düşünceler ve Takip

- Kısa bir değerlendirme toplantısı yapın. Katılımcıların neler öğrendiklerini ve bunları işlerinde nasıl uygulayabileceklerini tartışın.
- Hızlı geri bildirim toplayın. Kısa yazılı veya sözlü değerlendirmeler kullanarak güçlü yanları ve iyileştirilmesi gereken alanları belirleyin.
- Özetleyin ve bağlantı kurun. Anahtar noktaları gözden geçirin ve gelecek modüllerle olan bağlantıları vurgulayın.
- Pratik örnekleri kaydedin. Daha sonraki oturumlarda yeniden kullanılabilir veya paylaşılabilecek etkinliklerin fotoğraflarını veya notlarını saklayın.

Dijital Çevrimiçi Hibrit Sunum

- Teknolojiyi önceden test edin. Ses, video ve sunum araçlarının doğru çalıştığını onaylayın. Bkz. Bölüm 8, "Eğitim Ekipmanları".
- Etkileşimi sürdürün. Ekran yorgunluğunu önlemek için kısa sunumlar ve katılımcı etkinlikleri arasında denge kurun.
- Çevrimiçi işbirliğini teşvik edin. Takım çalışmasını teşvik etmek için grup egzersizleri veya paylaşılan belgeler kullanın.
- Kendi hızına göre ilerleyen kaynaklar sağlayın. Ek incelemeye ihtiyaç duyan öğrenciler için kayıtlar veya dijital materyaller sunun.



Sürdürülebilir oncl Kapsayıcı Öğretim

- Sürdürülebilirliği örnek alın. Dijital alternatifleri kullanarak tanıtım materyallerini yeniden kullanın ve basılı broşürleri en aza indirin.
- Erişilebilirliği sağlayın. Farklı deneyim seviyelerine uyum sağlamak için açıklamaları ve hızı uyarlayın.
- Saygılı katılımı teşvik edin. Tüm öğrencilerin rahatça katkı sağlayabilecekleri bir ortam yaratın.
- Alaka düzeyini vurgulayın. Farklı denizcilik sektörlerinden örnekler kullanarak, farklı öğrenim geçmişlerine sahip öğrencilerle bağlantı kurun.

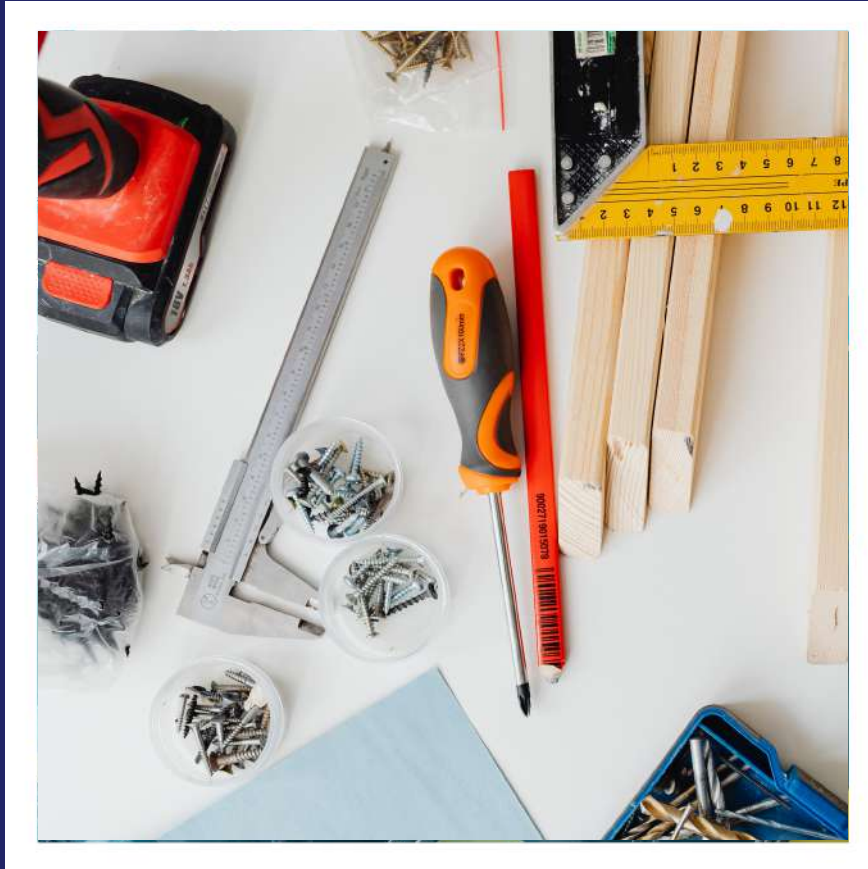


Bu öneriler, sabit bir prosedürden ziyade esnek bir kontrol listesi işlevi görür. Öğretmenler /Eğitmenler, her TEcoNaut oturumunun deneyimsel, kapsayıcı ve sürdürülebilir uygulamalarla uyumlu olmasını sağlamak için bunları belirli öğrenme ortamına, mevcut kaynaklara ve katılımcıların ihtiyaçlarına göre uyarlamaya teşvik edilir.



5

Malzeme ve Ekipman Listesi



5. Malzeme ve Ekipman Listesi

Mesleki eğitim merkezlerinde etkili öğretim, öğrencilerin gerçek üretim ortamlarında kullanılan malzemeleri ve süreçleri görmelerini, dokunmalarını, karşılaştırmalarını ve uygulamalarını sağlayan, iyi seçilmiş, uygulamalı eğitim ekipmanlarına dayanır. Bu bölümde açıklanan ekipmanlar, uygulama odaklı bir yaklaşımı destekleyerek öğrencilerin sürdürülebilir kompozit malzemelerin özelliklerini, uygulamalarını ve işleme zorluklarını anlamalarına yardımcı olur. Eğitimciler, fiziksel örnekler, görsel yardımcıları, çalışma kağıtları ve rehberli pratik araçları bir araya getirerek teori ile pratiği birleştirebilir ve öğrencileri sürdürülebilir tekne yapımı görevlerine hazırlayabilir.

Ünite 2 - Sürdürülebilir malzemeler, özellikleri ve performansı

Alt konu 2.1.1: Malzeme özellikleri: Karakteristikler ve uygulamalar

Bu konu için eğitim ekipmanı, öğrencilerin sürdürülebilir kompozitlerde yaygın olarak kullanılan farklı takviye malzemelerini karşılaştırmalarını ve anlamalarını sağlamaya odaklanmaktadır. Keten, bazalt, geri dönüştürülmüş PET (rPET) ve cam elyaf gibi malzeme örnekleri, öğrencilerin doku, esneklik, elyaf yapısı ve yüzey görünümünü inceleyebilmeleri için küçük, yönetilebilir parçalar halinde bulunmalıdır.

Özellik karşılaştırma tabloları veya el broşürleri, sertlik, ağırlık, nem davranışı, geri dönüştürülebilirlik ve tipik kullanım örnekleri gibi temel özellikleri görsel olarak özetleyerek yapılandırılmış öğrenmeyi destekler. PowerPoint sunumları veya beyaz tahta görselleri, çekme mukavemeti veya elyaf yönelimi gibi kavramları açıklamak için kullanılabilirken, gerçek tekne bileşenlerinin görüntüleri, öğrencilerin soyut malzeme özelliklerini gövde, güverte, iç mekanlar veya ikincil yapılar gibi pratik uygulamalarla ilişkilendirmelerine yardımcı olur.

Gerekli malzeme ve ekipman listesi

- Malzeme örnekleri (örneğin keten, bazalt, rPET, cam elyaf)
- Özellik karşılaştırma tabloları veya el broşürleri
- PowerPoint veya beyaz tahta görselleri
- Gerçek tekne bileşenlerinin uygulama görüntüleri.

Gerekli malzeme ve ekipmanın gösterge niteliğinde resimleri



Volkanik kaya - bazalt tozu



Volkanik pelet

Alt konu 2.2.1: Hammadde kategorileri: Doğal lifler, geri dönüştürülmüş lifler, bazalt, rejeneratif selüloz

Bu konu için, açıkça etiketlenmiş elyaf numune kartları veya küçük demetler, öğrencilerin farklı hammadde kategorilerini ayırt etmelerini sağlar. Etiketler, elyaf türünü ve temel sürdürülebilirlik bilgilerini içermelidir. Teknik ve teknik olmayan elyafların karşılaştırma tablosu, öğrencilerin performans aralıklarını ve sınırlamalarını görselleştirmelerine yardımcı olur.

Kısa elyaf veri sayfaları hızlı referans bilgisi sağlarken, eşleştirme çalışma kağıdı veya kes-yapıştır alıştırmaları, öğrencilerin elyaf türlerini özellikleri veya uygulamalarıyla ilişkilendirmelerini isteyerek öğrenmeyi güçlendirir. Bu elyafların ayakkabı yapımında kullanıldığını gösteren görüntüler, sürdürülebilir üretimdeki önemini daha da vurgular.

Gerekli malzeme ve ekipman listesi:

- Lif numune kartları veya demetleri (etiketli)
- Karşılaştırma tablosu (teknik ve teknik olmayan lifler)
- Lif veri sayfaları (kısa, görsel)
- Eşleştirme çalışma kağıdı veya kes-yapıştır alıştırmaları
- Teknelerde lif uygulamalarının görüntüleri.

Gerekli malzeme ve ekipmanın gösterge niteliğinde resmi



Volkanik lifler (kıyılmış)



Volkanik lifler

Alt konu 2.2.2: Tekstil: Kompozitlerdeki tekstil mimarileri

Tekstil mimarilerini öğretmek için görsel eğitim ekipmanları gereklidir. Dokunmuş, dokunmamış ve tek yönlü (UD) tekstil örnekleri, öğrencilerin yapı ve kullanım davranışlarındaki farklılıkları fiziksel olarak keşfetmelerini sağlar. Örneklerin üzerine doğrudan uygulanan veya klogramlarda gösterilen lif yön okları, yerel yolları ve yapısal performansı açıklamaya yardımcı olur.

Köpük şekli gibi küçük bir model parçası, öğrencilerin tekstil malzemelerini tutmayı pratik etmelerini ve farklı yapıların kavisli yüzeylerde nasıl davrandığını gözlemlemelerini sağlar. Tekstil ve uygulama eşleştirme görevleri içeren çalışma kağıtları, öğrencilerin düşünmelerini destekler ve tekstil seçimini gerçek tekne yapım gereksinimleriyle ilişkilendirmelerine yardımcı olur.

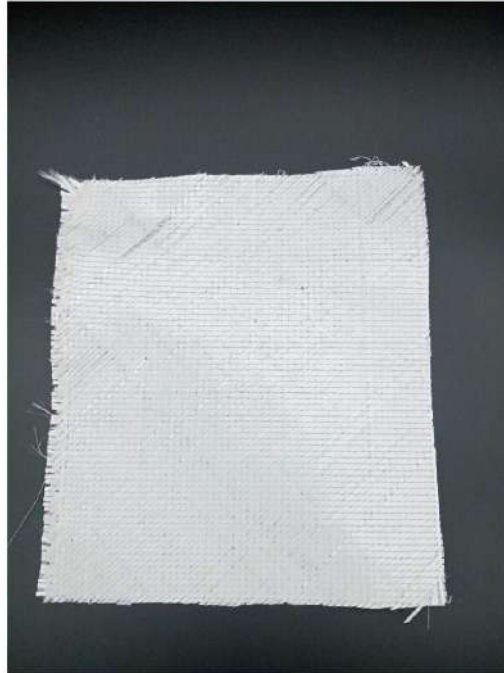
Gerekli malzeme ve ekipman listesi:

- Tekstil numuneleri (dokunmuş, dokunmamış, UD)
- Elyaf yön okları (numuneler veya diyagramlar üzerinde)
- Üzerine drape edilecek model parçası (örneğin, küçük köpük şekli)
- Tekstil-uygulama eşleştirme görevini içeren çalışma kağıdı.

Gerekli malzeme ve ekipmanın gösterge niteliğinde resmi

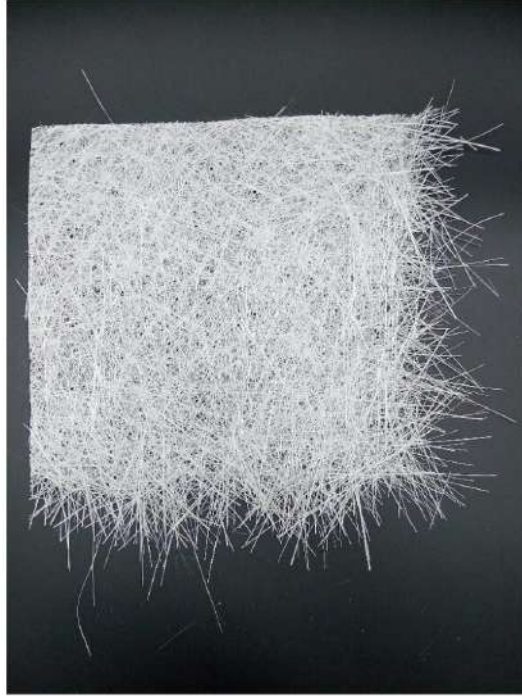


Fiberglass bioxiol kumaş



Fiberglass trioksiol kumaş

Gerekli malzeme ve ekipmanın gösterge niteliğinde resmi



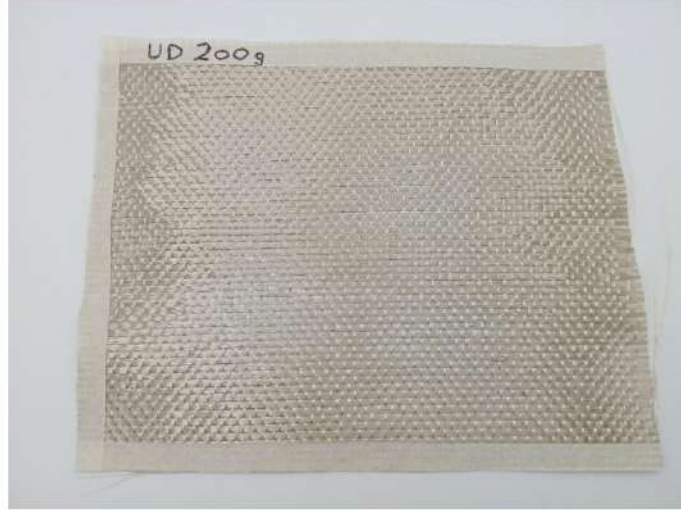
Kıyılmış elyaf mot



Volkanik bioxiol kumaş



Volkanik trioksiol kumaş



Volkanik tek yönlü kumaş

Alt konu 2.2.5: Sürdürülebilir sandviç çekirdekler: Balsa ağacı, mantar, geri dönüştürülmüş PET, ahşap, kağıt petek

Bu konu, fiziksel çekirdek malzeme örneklerinden büyük fayda sağlar. Balsa, mantar, geri dönüştürülmüş PET köpük, ahşap ve kağıt peteklerden yapılmış küçük bloklar veya kesikler, öğrencilerin ağırlık, sertlik, yüzey dokusu ve iç yapıyı karşılaştırmasına olanak tanır. Basit bir veri sayfası veya genel bakış tablosu, yoğunluk, basınç dayanımı ve sürdürülebilirlik gibi temel özellikleri özetler.

Yoğunluk farklarını göstermek için isteğe bağlı bir ağırlık ölçeği kullanılabilirken, güvenli kesme aletleri, öğrencilerin gözetim altında direnci ve iç yapıyı hissetmelerini sağlar. Temel malzeme seçici matrisini içeren bir el broşürü, öğrencilerin belirli tekne bileşenleri için uygun çekirdekleri seçtikleri karar verme alıştırmalarını destekler.

Gerekli malzeme ve ekipman listesi:

- Örnek bloklar veya çekirdek malzemelerin kesitleri (balsa, mantar, rPET köpük vb.)
- Basit veri sayfası/genel bakış tablosu
- Tartı (isteğe bağlı)
- Hissetmek için bıçak veya kesici alet (güvenliyse)
- El broşürü: temel malzeme seçici matris.

Gerekli malzeme ve ekipmanın gösterge niteliğinde resmi



Oluklu Köpük Çekirdek



Sert Köpük Çekirdek



Balsa Çekirdeği

Ünite 3 - Üretim ve onarım çalışmalarında uygulama teknikleri

Alt konu 3.1.1: Aletler, ekipmanlar, yüzey hazırlığı

Bu konu, öğrencilere kompozit laminasyon veya onarım çalışmalarına başlamadan önce gerekli olan araçlar, ekipmanlar ve hazırlık adımlarını tanıtmaktadır. Uygulamalı tanıma için makas, rulo ve zımpara pedleri gibi örnek el aletleri sağlanmalıdır. Farklı malzemelerden (örneğin, kurlenmiş laminatlar, jelkot yüzeyler veya çekirdek malzemeler) hazırlanmış yüzey örnekleri, hazırlık görevlerini uygulamak için gereklidir. Yüzey temizliği ve kirlerin giderilmesini göstermek için aseton veya uygun, daha güvenli bir ikame madde kullanılır.

Eldiven, gözlük ve maske gibi güvenlik ekipmanları mevcut olmalı ve tüm hazırlık faaliyetleri sırasında sürekli olarak kullanılmalıdır. Bu, güvenli çalışma uygulamalarını güçlendirir ve toz, çözücüler ve liflerle ilişkili sağlık ve çevre risklerini vurgular. Yüzey hazırlık adımlarını özetleyen basılı bir kontrol listesi, yapılandırılmış bir kılavuz sağlar ve öğrencilerin doğru sıralamaları, kalite kontrollerini ve güvenlik önlemlerini içselleştirmelerine yardımcı olur.

Gerekli malzeme ve ekipman listesi:

- Örnek araçlar: makas, silindirler, zımpara pedleri, aseton veya ikamesi
- Hazırlık görevleri için yüzey örnekleri
- Güvenlik ekipmanı (eldivenler, gözlükler, maskeler)
- Yüzey hazırlık adımları için basılı kontrol listesi.

Gerekli malzeme ve ekipmanın gösterge niteliğinde resmi



Ahşap spatulalar



Güverte zımparalama için zımpara kağıdı (çeşitli kumlar)



Zımpara kağıdı (çeşitli kumlar)

Alt konu 3.1.3: Laminasyon teknikleri: Doğal liflerle biyo-bazlı reçinelerin uygulanması

Pratik laminasyon uygulamaları için gerçekçi atölye ekipmanları gereklidir. Keten lifleri gibi doğal lifli kumaşlar, biyo-bazlı reçinelerle birleştirildiğinde, öğrenciler malzeme hazırlama hataları yerine doğru işleme odaklanabilirler. Fırçalar, rulolar ve karıştırma aletleri uygulamalı çalışmayı desteklerken, kalıp veya çelik plaka kontrollü bir laminasyon yüzeyi sağlar.

Koruyucu ekipman, güvenli çalışma uygulamalarını güçlendirir. Laminasyon talimatları kontrol listesi, öğrencilere süreci adım adım göstererek endüstri standartlarına uygun tutarlı ve tekrarlanabilir teknikler geliştirmelerine yardımcı olur.

Gerekli malzeme ve ekipman listesi:

- Doğal elyaf kumaş (keten, teknik elyaflar)
- Biyo-reçine (önceden ölçülmüş)
- Fırçalar, rulolar, karıştırma aletleri
- Kalıp veya çelik levha
- Koruyucu ekipman
- Laminasyon talimatları kontrol listesi.

Gerekli malzeme ve ekipmanın gösterge niteliğinde resmi



Fırça



Silindir



Sıkıştırma silindiri



Karıştırma kabı



Karıştırma çubukları

Alt konu 3.1.4: Zorluklar: İşleme zorlukları ve sürdürülebilir malzemelerin optimizasyonu

İşleme zorluklarını açıklamak için, öğrenciler keten dimi ve cam elyaf dimi gibi benzer ağırlıktaki malzemelerle, biyo-bazlı ve standart epoksi reçinelerle birlikte çalışmalıdır. Bu düzenek, işleme davranışını, ıslanma özelliklerini ve yüzey kalitesini doğrudan karşılaştırmaya olanak tanır.

Laminating boards or moulds facilitate practical trials, while a vacuum infusion demonstration kit operated by the trainer illustrates more advanced processing methods. Sample defect images (e.g. dry spots, fibre distortion and resin-rich areas) help learners to identify common issues. An inspection and reflection worksheet encourages learners to analyse and discuss how to optimise the use of sustainable materials.

Gerekli malzeme ve ekipman listesi:

- Keten kumaş (dimi), cam elyaf (dimi), benzer ağırlık
- Biyo-bazlı ve standart epoksi reçineler
- Karıştırma aletleri, fırçalar, rulolar
- Laminasyon levhaları veya kalıplar
- Vakum infüzyon demo kiti (eğitmen kullanımı)
- Karşılaştırma için örnek kusur görüntüleri Öğrenciler için inceleme ve yansıma çalışma kağıdı.

Gerekli malzeme ve ekipmanın gösterge niteliğinde resmi



Polyester reçine (standart)



Fırçalar



Silindirler



Karıştırma kabı



Vakum pompası



Soyulabilir tabaka



Vakumlu torba filmi



Sızdırmazlık bandı



Kompozit vakumlu laminasyon için genel sarf malzemeleri



Reçine tutucu

Alt konu 3.2.2: Onarım teknikleri: Sürdürülebilir kompozitler için standartlaştırılmış onarım yöntemleri

Onarım eğitimi, gerçekçi hasar senaryoları gerektirir. Hasarlı lamine levha, doğal veya volkanik elyaf kumaşlar ve biyo-reçineler kullanılarak yapılan onarım alıştırmalarının temelini oluşturur. Fırçalar, rulolar ve karıştırma aletleri kontrollü uygulamayı desteklerken, taşlama ve zımparalama ekipmanları öğrencilerin onarım alanlarını doğru şekilde hazırlamalarını sağlar.

Koruyucu ekipman, güvenlik standartlarını güçlendirmek için çok önemlidir. Laminasyon talimatları kontrol listesi, onarımların yapılandırılmış, standart bir yöntemle yapılmasını sağlar ve öğrencilerin sürdürülebilir kompozit onarım çalışmalarında kalite gerekliliklerini anlamalarına yardımcı olur.

Gerekli malzeme ve ekipman listesi:

Doğal elyaf kumaş (volkanik elyaflar)

Biyo-reçine (önceden ölçülmüş)

Fırçalar, rulolar, karıştırma aletleri

Hasarlı lamine levha

Taşlama ve zımparalama ekipmanı (kağıt, taşlama makinesi vb.)

Koruyucu ekipman

Lamine etme talimatları kontrol listesi.

Gerekli malzeme ve ekipmanın gösterge niteliğinde resmi



Fırçalar



Fırçalar



Karıştırma Kabı



Karıştırıcılar



Güverte zımparalama için zımpara kağıdı (çeşitli tanecikler)



Zımpara kağıdı (çeşitli tanecikler)



Destekleyici materyaller:

- **Beceri Gözlem
Atölyelerinden Videolar**
- **Derin teknoloji
malzemeleri hakkında
sunum (İngilizce)**
- **Malzemelerin Mekanik
Özellikleri
Sunumu(İngilizce)**





Videolar Beceri Gözlem Atölyeleri



Co-funded by
the European Union

ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO

Aşağıdaki videolar, Avrupa projesi TecoNaut kapsamında hazırlanmıştır. Bu materyaller, özellikle Astondoa tersanesinde düzenlenen mesleki gözlem atölyelerinin yanı sıra Innovation Yachts ve Green Boats tesislerinde çekilmiştir.

Bu materyal, çevre dostu hammaddelerden vakumlu reçine infüzyonu gibi özel üretim tekniklerinin pratik uygulamasına kadar tüm üretim yelpazesini kapsamaktadır.

Video 1: Geri dönüştürülmüş lifler ve vakum teknikleri kullanılarak kompozit malzeme üretimi

<https://www.youtube.com/watch?v=CxCg8OJMKFI>



Copyright © ASTONDOA

Videoda neler var?

Video, kompozit panellerin (laminatlar) üretiminde sürdürülebilir malzemelerin pratik uygulamasını göstermektedir. Video, geri dönüştürülmüş karbon fiberler üzerine teorik eğitimle başlıyor ve vakumlu reçine infüzyon işlemini kapsayan uygulamalı çalışmaya geçiyor. İlk numune için, termoplastik reçine ve geridönüştürülmüş karbon fiberler kullanılmaktadır. Bu, vakum torbasının sızıntı testi ve nihai panelin asetona karşı direncinin test edilmesi gibi sürecin kritik aşamalarını içerir. İkinci örnekte, biyo-epoksi reçine, mantar ve keten lifleri kullanılarak bir kompozit panel imal edilir. Bu, teoriden üretime geçişi göstermek ve farklı infüzyon sistemlerini gerçek dünya koşullarında karşılaştırmak için idealdir.

Video 2: Doğal lifler ve balsa ağacı çekirdekli kalıplı vakumlu reçine infüzyon teknikleri

<https://www.youtube.com/watch?v=qMBLFOvja0M>



Copyright © INNOVATION YACHTS

Videoda neler var?

Bu video, tekne yapımı için ayrıntılı ve adım adım bir laminasyon kılavuzudur. Süreç, halihazırda bir jelkot tabakası bulunan kalıptaki **tabakalarının kesilmesi ve yüzeyinin hazırlanması** ile başlar. Bunu, köşelere özel dikkat gösterilerek **ilk reçine tabakasının** uygulanması ve ardından **üç elyaf tabakasının** kademeli olarak yerleştirilmesi izler. Videonun önemli bir kısmı, balsa ağacının uygun alanlarda hazırlanması ve konumlandırılmasına ayrılmıştır. Süreç, **vakum aşaması** ile sona erer; bu aşamada **soyulabilir kumaş, ayırma filmi, drenaj keçesi ve vakum torbası** gibi malzemeler kullanılır; son aşama ise inceleme ve **sızıntıların kapatılması**'dır.

Video 3: Tekne yapımında yenilikçilik ve sürdürülebilirlik: Malzemeler ve Uygulamalar

<https://www.youtube.com/watch?v=6fjG-WgYl6Y>



Copyright © INNOVATION YACHTS

Videoda neler var?

Bu videoda, **polyester malzemeler** ve **epoksi reçineleri** kullanımı ele alınmakta ve her bir seçeneğin zorlukları ile avantajları analiz edilmektedir. **Bazı biyo-bazlı malzemelerin örnekleri** sunulmakta ve ardından **el ile laminasyon tekniğinin pratik uygulaması** gerçek bir tekne kesiti üzerinde gösterilmektedir. Video, **elle döşeme aletlerinin** ve **elyaf ve kumaşları kesmek için özel makasların** kullanımını ve ayrıca **vakum hazırlığını** göstermektedir. Video, nihai ürünün başarılı **kalıptan çıkarma süreci** ile sona ermektedir.

Video 4: Sürdürülebilir gezi teknesi yapımında doğal keten lifleri

<https://teconaut.eu/en/downloads/skills-shadowing-videos/>



Telif hakkı © GREENBOATS

Videoda neler var?

Video, geleneksel takviye malzemelerine sürdürülebilir bir alternatif olarak **keten liflerinin** kullanımına odaklanmaktadır. Ketenin **düşük CO2 ayak izi** ve mükemmel **mekanik özellikleri** gibi avantajları, cam ve karbon lifleriyle yapılan bir karşılaştırma eşliğinde sunulmaktadır. Süreç, bitkinin **yetiştirilmesi ve işlenmesinden** dokuma kumaşlara **dönüştürülmesine kadar olan aşamaları içermektedir**. Uygulamalı bölümde, bunların **sandviç yapılarda** kullanımı ve **biyo-reçinelerle** uyumluluğu gösterilmekte ve **geri dönüşüm** ve eğlence teknesi sektöründe atık azaltma potansiyeli vurgulanmaktadır.

Video 5: Bir tekne tersanesine ziyaret ve sürdürülebilir malzemelere genel bakış

<https://teconaut.eu/en/downloads/skills-shadowing-videos/>



Telif hakkı © GREENBOATS

Videoda neler var?

Video, gerçek bir üretim tesisine yapılan ziyareti belgeliyor ve malzemeler ile ekipmanlarla görsel temasa odaklanıyor. Yakın çekimler, raflarda depolanan **doğal elyaf rulolarını** gösterirken, aynı zamanda **önceden vakum işleminden geçirilmiş bir çekirdek malzeme** de sergileniyor. Öğrenci, **vakum torbası** hazırlığı için kalıba **sızdırmazlık bandı** uygulanma sürecini gözlemleyebilir. Ek olarak, **inşaat halindeki bir teknenin** nihai sonucu sergilenir ve bu, laminasyon sonrası doğal elyafların dokusunu gösterir.

Video 6: Araç üretiminde sürdürülebilir malzemelerin kullanımı yoluyla gemi inşa teknik becerilerinin geliştirilmesi

<https://teconaut.eu/en/downloads/skills-shadowing-videos/>



Telif Hakkı © GREENBOATS

Videoda neler var?

Video, **doğal lifler** ve **kompozit malzemeler** alanındaki uzmanlığın tersaneden diğer imalat uygulamalarına nasıl aktarılabilirliğini göstermektedir. Video, kabinlerin oluşturulması ve **karavanların (kamp araçlarının)** donatılması için **hafif yapıların** kullanımına odaklanmaktadır. Stajyer, araç iç tasarımı ve yalıtımında **kompozit panellerin** pratik uygulamasını gözlemleyebilir; bu da, bu malzemeleri kullanma becerilerinin **dayanıklılık, düşük ağırlık**, ve **sürdürülebilir yapı** gerektiren her sektöre çözümler sunduğunu kanıtlayabilir.

Video 7: Vakumlu Reçine Enjeksiyonu İçin Yedi Adımlı Kılavuz

<https://teconaut.eu/en/downloads/skills-shadowing-videos/>



Copyright © GREENBOATS

Videoda neler yer alıyor?

Keten liflerinin kullanıldığı vakumlu reçine infüzyon süreci yedi aşamada sunulmaktadır. Kumaşların hazırlanması için kesme aletlerinin yanı sıra, sızdırmazlık bandı ve reçine aktarımı ile vakum pompasına bağlantı için özel esnek hortumlar kullanılmaktadır. Videoda, reçine infüzyonu sırasında sızıntıları tespit etmek ve basıncı izlemek için bir vakum göstergesinin kullanımı gösterilmektedir. Süreç, akışı düzenlemek için reçine karıştırma kapları ve hortum kelepçelerinin kullanımını içerirken, son kontrol düz levha üzerinde gerçekleştirilmektedir.



Derin Teknoloji Malzemeleri Sunumu



Co-funded by
the European Union

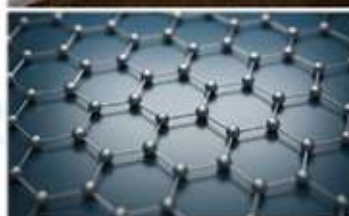
ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO




Co-funded by the European Union

An Overview of the Deep Tech Materials Landscape

Artur Karczewski, PhD, Eng.
Gdańsk University of Technology
Gdańsk, Poland


Co-funded by the European Union

Presentation overview

- Deep Tech Materials definition?
- Why is there a need to use deep-tech materials?
- Deep Tech materials overview
- Group work and discussion



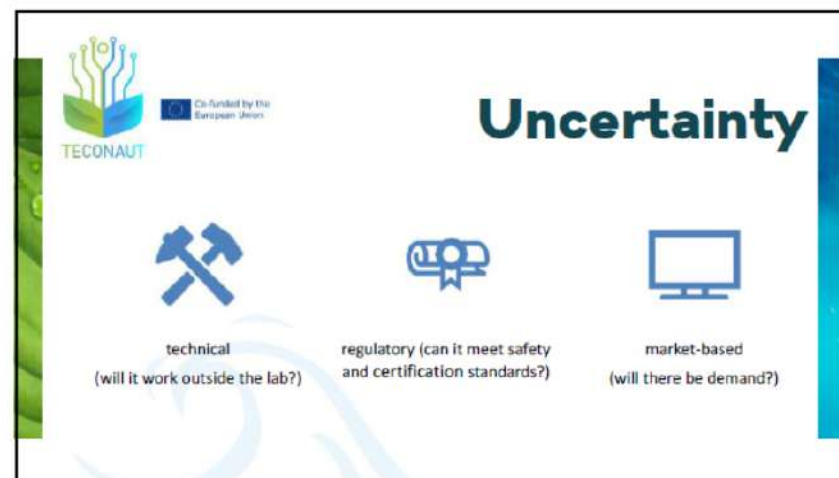
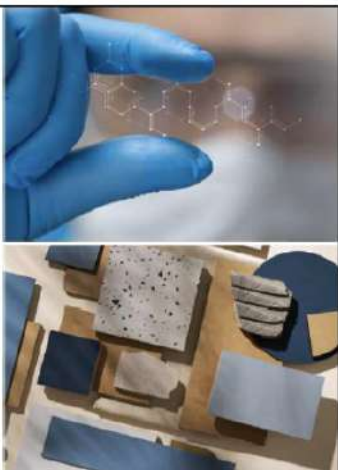
Co-funded by the European Union

Question

When you hear the term Deep tech material, what do you think of?

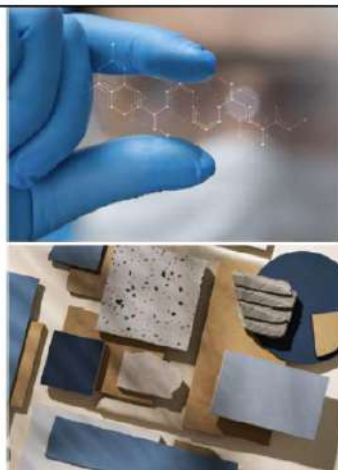
Scan and answer



Deep tech materials

Deep tech materials are advanced materials that emerge from cutting-edge scientific research and technological breakthroughs. Unlike conventional materials, they are defined by the high level of complexity, uncertainty, and innovation involved in their development.



Why do they matter?

Deep tech materials aren't just new—they're changing the rules of how we design, produce, and use materials across industries.

They are transforming: automotive, aerospace, electronics and medicine,



Co-funded by the European Union

Automotive

- Advanced high-strength steels (AHSSs) in body structures and chassis
- Natural-fiber-reinforced composites
- Graphene and carbon nanotubes in sensors and actuators
- Metamaterials for radar, antennas, and electromagnetic shielding for electric vehicles
- Piezoelectric materials in sensors and actuators
- Shape Memory Alloys (SMAs) in structural components and safety applications
- Man-made honeycomb structures in automobile components




Co-funded by the European Union

Aerospace

- Lightweight carbon-based nanomaterials and auxetic metamaterials (NPRs) in aerospace applications
- Advanced polymers for fuselage and wings
- Advanced composites for spacecrafts crew decks and armor use
- Bio-inspired design in aerospace innovations




Co-funded by the European Union

Electronics

- Quantum dots in display technologies
- Nanowires, carbon nanotubes (CNTs), graphene in electronic parts
- Advanced conductive polymers (ACPs), in smart electronics, bioelectronics, energy storage and conversion devices
- Smart materials and metamaterials in wearable electronics and sensors
- Transition metal dichalcogenides (TMDs) in photonics
- Bio-inspired materials in batteries and portable electronics




Co-funded by the European Union

Healthcare

- Biocompatible materials and electromagnetic metamaterials for wearable flexible hybrid electronics
- Polymer-based composites for tissue engineering and drug delivery
- Carbon nanotubes, nanowires, nanoparticles, quantum dots and graphene in diagnostics, drug and alcohol sensing, drug delivery, biosensors and bioelectronic devices
- Bio-inspired innovations in reducing disease transmission






Question

Why is there a need to search for new materials in boathbuilding?

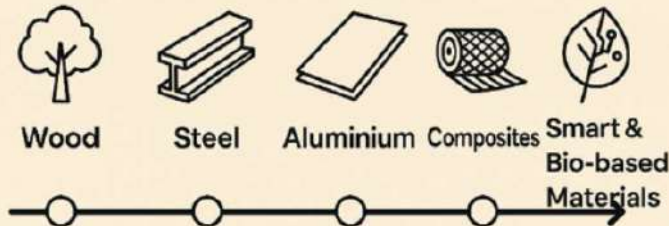
Office on the web Frame

Scan and answer






Transition





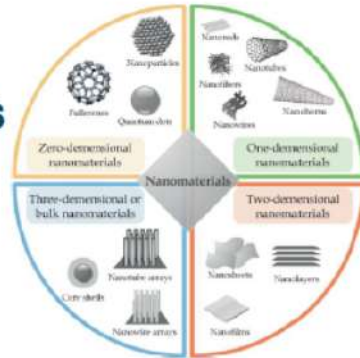

Comparison

	Deep-Tech	Traditional Materials
Weight	Lightweight	Heavier
Strength	Higher	Lower
Corrosion Resistance	High	Limited
UV Resistance	Strong	Needs Coating
Recyclability	Varies	Lower
Repairability	Easier	Easier




Nanomaterials

Nanomaterials are materials engineered at the nanometer scale (1 – 100 nm), where quantum and surface effects dominate material behavior. Due to their extremely small size and large surface area-to-volume ratio, nanomaterials exhibit unique mechanical, chemical, thermal, and electrical properties not observed in their bulk counterparts. These characteristics make them particularly well-suited for applications in challenging marine environments, including boat construction, underwater systems, and offshore infrastructure.







Co-funded by the
European Union

Nanomaterials

Category	Details
Material Classification	Nanostructured materials (e.g., nanoparticles, nanotubes, nanocomposites)
Mechanical Properties	High strength-to-weight ratio, fracture resistance, fatigue life enhancement
Surface Functions	Corrosion resistance, anti-fouling, UV protection, self-cleaning
Thermal/Optical Properties	UV blocking, heat dissipation, thermal insulation
Applications in Yachts	Nano-reinforced hulls, anti-fouling coatings, nanostructured UV-protective finishes, advanced sensor systems, nanocoatings on mechanical parts
Emerging Uses	Smart coatings, nanogenerators, lightweight energy storage (batteries, supercapacitors)

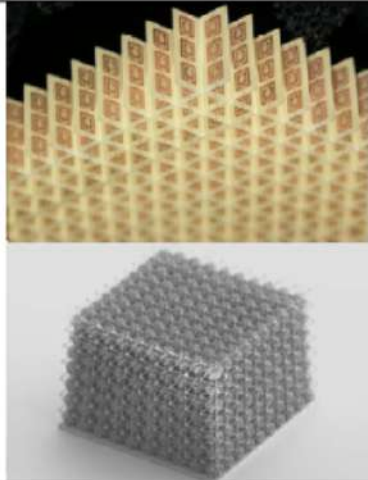




Co-funded by the
European Union

Metamaterials

Metamaterials are artificially engineered materials designed to exhibit physical properties not found in nature. By carefully structuring their internal geometry, these materials can control acoustic, thermal, and electromagnetic waves in ways conventional materials cannot. While metamaterials have been widely explored in aerospace, defense, and telecommunications, their potential in the field of boat construction is increasingly recognized.







Co-funded by the
European Union

Metamaterials

Category	Details
Material Classification	Advanced Engineered Materials (subset of functional materials)
Division into Groups	• Mechanical Metamaterials – optimized for strength, flexibility, etc. • Acoustic Metamaterials – control of sound waves; • Thermal Metamaterials – manipulation of heat flow; • Electromagnetic Metamaterials – control of EM/radar waves; • Optical Metamaterials – light wave control (cloaking, lenses)
Mechanical Properties	• High strength-to-weight ratio • Auxetic behavior (negative Poisson's ratio) • High stiffness or controlled deformability





Co-funded by the
European Union

Metamaterials

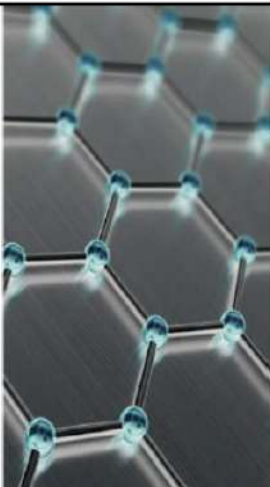
Category	Details
Mechanical Properties	• Energy absorption • Tuneable elasticity and density depending on geometry
Application Cases	• Boat hulls: lightweight, impact-resistant structures • Noise insulation: cabins with acoustic metamaterials • Radar stealth: reduced detectability of military vessels • Thermal management: optimized interior climate control • Hydrodynamic coatings: drag reduction, anti-biofouling • Energy harvesting: from wave or vibration-induced deformation




TECONAUT

Quantum materials

Quantum materials, defined by properties like entanglement, topological states, and strong electronic correlations, represent a new frontier in advanced materials. Their application can be already encountered particularly in the healthcare industry and electronics. Though their current use in the maritime sector—particularly the yacht industry—is limited, their potential is significant. These materials could revolutionize marine systems through ultra-sensitive sensors, efficient energy subsystems, and high-performance composites tailored for demanding oceanic environments.





TECONAUT

Quantum materials

Category	Details
Material Classification	Topological insulators, Weyl and Dirac semimetals, Mott insulators, heavy fermion systems, unconventional superconductors, spin liquids
Division into Groups	- Topological states - Strong electronic correlations - Quantum spin and entanglement phenomena
Mechanical Properties	- Generally brittle and sensitive to defects - Low ductility and mechanical strength - Not suitable for structural or load-bearing use - Often require encapsulation or substrate stabilization




TECONAUT

Advanced polymers & composites

Polymers and composites are some of the most widely used materials in modern boatbuilding. Unlike traditional materials such as wood or steel, composites are made by combining a polymer resin (the glue or matrix) with reinforcing fibers (like glass, carbon, or flax). This combination creates materials that are light, strong, and versatile, making them ideal for both structural parts of a boat and interior features.





TECONAUT

Advanced polymers & composites

Category	Details
Material Classification	Polymers / composites are a composition of at least two materials, with different physical and chemical properties, in this case: - Polymer plastics, the resin - Organic and / or inorganic fibre reinforcements
Division into Groups	They are grouped by manufacturing qualities and origins: - Resins / Matrixes / Plastics / Glue: - Thermosets / Thermosetting polymer (e.g. Epoxy, Polyester) - Thermoplastics (e.g. Acrylics) - Fiber reinforcements: - Inorganic - Mineral (e.g. Volcanic, Basalt, Glass) - Organic: Plant fibres (e.g. Flax, Hemp, Bamboo); Synthetic fibres (e.g. Carbon, Aramid)



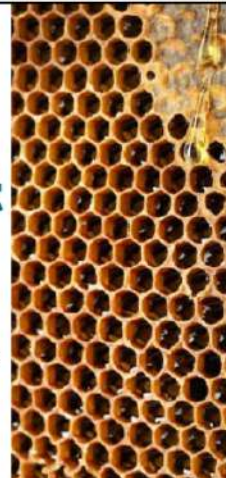

Advanced polymers & composites

Category	Details
Mechanical Properties	• Lightweight • High-strength & high-stiffness • Versatility in application & in design • Resistance to environment • Low manufacturing costs
Application Cases	• Hull and deck structure • Inner hull • Shower trays • Interior arrangement




Bio-inspired & smart materials

Bio-inspired & smart materials can be grouped by their functional analogy to natural systems, while smart materials are typically classified by their response to external stimuli such as temperature, pH, light, or mechanical stress. These two categories overlap in function but differ in conceptual origin: bio-inspiration derives from observed biological strategies; smart materials focus on stimulus-triggered reactions. Smart materials are typically classified by the external stimulus they respond to.





Bio-inspired materials

Category	Description
Material Classification	Bio-inspired (functionally nature-derived) / Smart (stimuli-responsive)
Division into Groups	Bio-inspired by surface (e.g., lotus, sharkskin), structure (e.g., fibres, cuticle), or function
Mechanical Properties	Varying: often not load-bearing; some materials offer vibration damping, wear and impact resistance
Limitations	Durability, lack of certification, limited structural applications, scalability
Application Cases	Anti-fouling coatings, composites, sensor-embedded laminates, self-healing coatings




Sustainability materials

Sustainable materials—such as recycled PET cores, bio-based resins and recycled carbon fibers—are emerging as viable alternatives in marine construction. Offering solid structural performance and environmental benefits, they are increasingly used in hulls, decks, and non-critical components of energy-efficient vessels.





Time for
group work and
discussion!



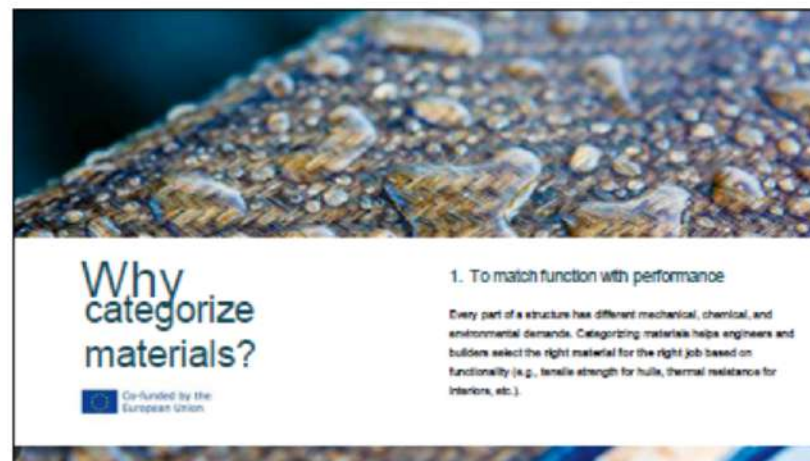
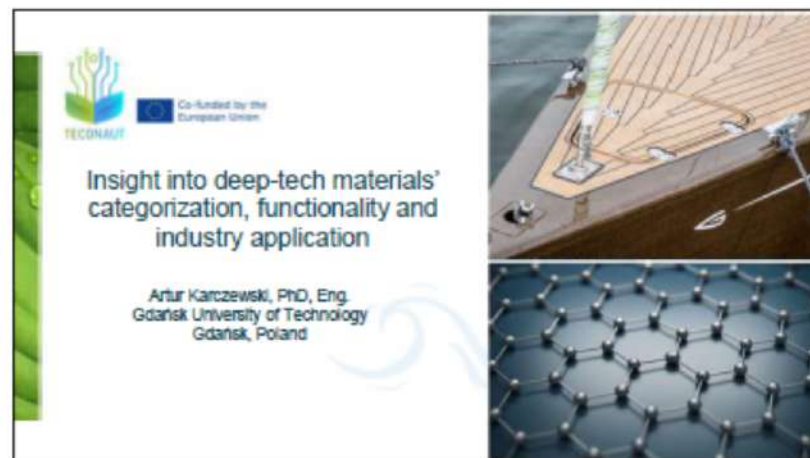
Co-funded by the
European Union



TECONAUT
USING DEEP TECH TO FACILITATE THE ECC
TRANSITION IN THE NAUTICAL SECTOR



Co-funded by
the European Union





Why categorize materials?

Co-funded by the European Union

2. To enable smarter, more sustainable design

Categorizing materials based on properties like recyclability, bi-content, or lifecycle impact supports eco-conscious decisions. It helps designers avoid "burden shifting" (solving one environmental problem while creating another), a common issue in sustainability.



Why categorize materials?

Co-funded by the European Union

3. To improve manufacturing and maintenance efficiency

Functional categorization guides process planning — certain materials are better suited to vacuum infusion, others to hand lay-up or 3D printing. It also helps predict reparability, lifespan, and end-of-life scenarios (e.g., ease of disassembly, recyclability).



Why categorize materials?

Co-funded by the European Union

4. To align with regulatory and certification requirements

5. To support innovation and integration of new technologies

6. To enhance communication across teams

Co-funded by the European Union



Importance of material categorization in yacht design, sustainability, and performance

1. Yacht design: engineering for purpose:

Categorizing materials based on their mechanical properties (tensile, flexural, impact, etc.) and functional roles helps naval architects and designers:

- Select optimal materials for each part
- Design lighter, stronger, and safer boats
- Balance cost vs. performance in a rational way

Hulls	Decks	Interiors
		
Impact and Water Resistance	Slip Resistance and Strength under Compression	Weight and Aesthetics

Co-funded by the European Union

Importance

of material categorization in yacht design, sustainability, and performance

2. Sustainability: Smarter Material Choices

Functional categorization includes environmental metrics such as:

- Renewability
- Recyclability
- Life cycle emissions
- End-of-life options (reuse, biodegradability)

This enables builders to:

- Reduce carbon footprint (e.g., by choosing flax over fiberglass)
- Avoid toxic resins and coatings
- Improve circularity through modular construction and recyclable composites



Co-funded by the European Union

Importance

of material categorization in yacht design, sustainability, and performance

3. Performance: Getting the best out of the boat

Materials influence the speed, durability, and comfort of a yacht.

Categorizing by performance allows:

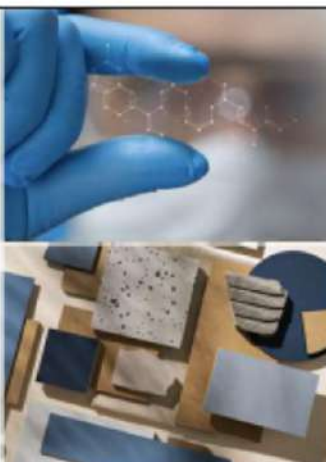
- Strategic layering and lay-up design
- Better resistance to marine threats (UV, osmosis, corrosion)
- Enhanced hydrodynamics through advanced coatings (e.g., sharkskin-inspired)



TECONAUT Co-funded by the European Union

Deep – tech materials

Deep-tech materials are advanced materials that emerge from cutting-edge scientific research and technological breakthroughs. Unlike conventional materials, they are defined by the high level of complexity, uncertainty, and innovation involved in their development.



TECONAUT Co-funded by the European Union

Key features

Complexity - Engineered at the molecular, nano, or multi-functional level. Often involve hybrid systems (e.g., bio-based + smart).

Innovation-Driven - Born from frontier science (nanotech, AI-driven materials discovery, quantum chemistry). Often protected by patents or require IP strategies.

Long R&D Cycles - Years (sometimes decades) from lab to commercial use. Require high investment and iterative testing.

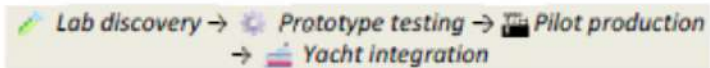


Co-funded by the
European Union

Key features

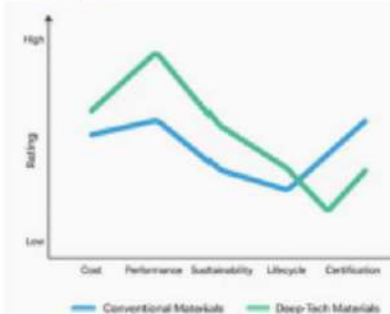
Uncertainty - Technical (performance in real-world), regulatory (compliance), and market-related (adoption and scale) risks.

High Entry Barriers - Require specialized knowledge, infrastructure, and certification. Not easily commoditized.



Co-funded by the
European Union

Key features



- Higher strength-to-weight ratios
- Improved fatigue, thermal, and chemical resistance
- Custom-engineered at nano or molecular levels (e.g., carbon nanotubes, graphene)
- Enable multifunctional applications (e.g., structural + sensing + self-healing)



Co-funded by the
European Union

Question

In your opinion, what is the greatest barrier to implementing modern materials in real-world structures?

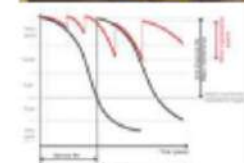


Co-funded by the
European Union

But also...



- High initial cost
- Lack of certification and regulatory approval
- Limited manufacturing infrastructure
- Resistance to change in industry culture
- Unknown long-term durability or performance
- Insufficient training or workforce skills
- Supply chain and sourcing limitations
- Lifecycle data and recyclability gaps





Co-funded by the
European Union

Category 1: Structural reinforcement materials

Natural fibers (Flax, Hemp, Jute)

- High tensile strength with low weight
- Bio-based and renewable
- Biodegradable or recyclable
- Lower environmental impact than fiberglass
- Good compatibility with bio-resins and vacuum infusion



Co-funded by the
European Union

Category 1: Structural reinforcement materials

Natural fibers (Flax, Hemp, Jute)

- Moisture absorption must be managed
- Variability in fiber quality
- Needs surface treatments for durability



Co-funded by the
European Union

Category 1: Structural reinforcement materials

Basalt & recycled fiber reinforcements

- High thermal and fire resistance (Basalt > Fiberglass)
- Lightweight with excellent mechanical properties
- Made from abundant or waste resources
- Resistant to moisture, corrosion, and fatigue
- Enables reuse of industrial waste and lower embodied energy



Co-funded by the
European Union

Category 1: Structural reinforcement materials

Basalt & recycled fiber reinforcements

- Basalt is more expensive than fiberglass
- Recycled fibers can have variable quality and limited certifications
- Mechanical properties are often slightly below virgin carbon/glass



Category 2: Matrix and binding materials

Resins: The "Glue" of Composites

Bio-based thermoset resins

- Derived from plant oils, lignin, starch, or sugar
- Often used as drop-in replacements for epoxy or polyester
- Renewable

Thermoplastic resins

- Can be melted and reformed (vs. thermosets which are irreversible)
- Enable recyclability and modular construction (heat-formable)



Category 2: Matrix and binding materials

Resins: The "Glue" of Composites

- Cost of bio-resins still higher than petro-based
- Thermoplastics require different processing equipment
- Certification lag for marine use



Category 3: Functional smart and responsive materials

Smart polymers

- self-healing
 - Automatically repairs micro-cracks or surface damage without manual intervention
 - Increases lifespan and reduces maintenance
- thermo-Responsive (change stiffness, shape, or adhesion based on temperature)
- pH or moisture responsive (useful in bilge protection, humidity control, or corrosion prevention)



Category 3: Functional smart and responsive materials

Smart polymers

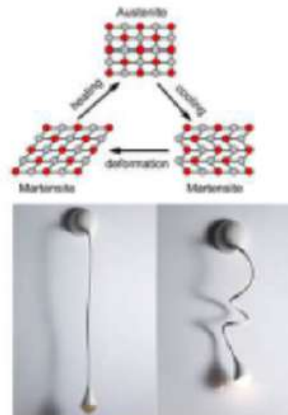
- Most applications still in R&D or prototype phase
- Need for marine-specific validation (saltwater, wear, etc.)
- Cost currently high for large-scale components



Category 3: Functional smart and responsive materials

Shape memory alloys

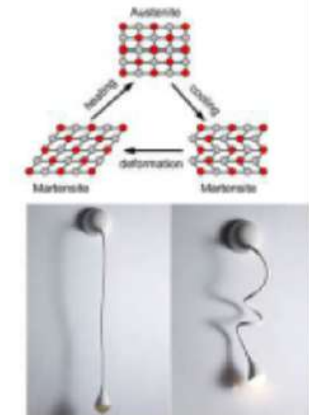
- Shape recovery after deformation - No external motors or hydraulics needed
- thermo-responsive actuation - React to heat, electric current, or magnetic field
- Silent and compact motion control - Ideal for tight spaces with no room for mechanics



Category 3: Functional smart and responsive materials

Shape memory alloys

- High material cost (e.g., NITINOL)
- Needs precise temperature control
- Long-term fatigue in marine environments still under study
- Complex design integration (not plug-and-play)

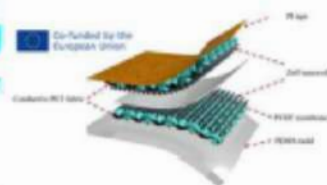


Category 3: Functional smart and responsive materials

Piezoelectric & sensor materials

Materials that generate electrical signals when mechanically stressed, or change shape when voltage is applied.

- Real-time stress and vibration monitoring – structural health monitoring
- Wave impact & pressure detection - Adaptive behavior or alerts in rough seas
- Leak or bilge water sensors - Automatic pump activation, early warnings
- Position & strain sensing - smart sail adjustment or trim feedback

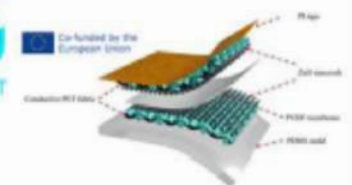


Category 3: Functional smart and responsive materials

Piezoelectric & sensor materials

Materials that generate electrical signals when mechanically stressed, or change shape when voltage is applied.

- requires integration into design phase
- saltwater corrosion protection needed
- must avoid false positives due to motion/vibration (typical problems of SHM systems but in the case of sea environment it is even more difficult to manage)



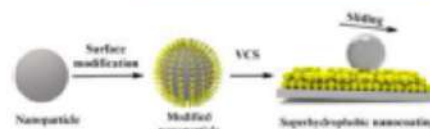


Nanocoatings

Ultra-thin surface treatments engineered at the nano-scale, providing enhanced protection and functional properties without changing the material's appearance or weight.

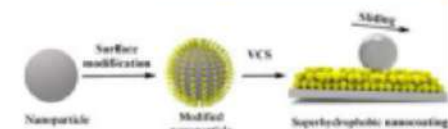
- UV Protection
- Self-Cleaning (Hydrophobic)
- Anti-Fouling Properties
- Corrosion & Abrasion Resistance

Category 4: Surface and environmental coatings



Nanocoatings

- the application requires precise surface prep
- wear over time — some coatings need reapplication
- the cost varies depending on the formula and substrate



Category 4: Surface and environmental coatings



Metamaterial-based surfaces

Engineered materials with structured micro- or nano-geometries that give them unusual properties — not found in nature or traditional materials.

- drag reduction surfaces - micro-ridges or "sharkskin" textures reduce water resistance
- noise-dampening panels - internal geometries cancel or absorb engine and vibration noise
- wave-manipulating coatings - control heat, sound, or radar reflection (in military/military-adjacent designs)



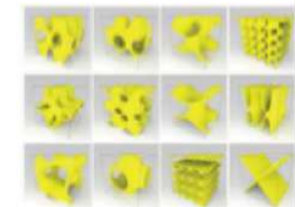
Category 4: Surface and environmental coatings



Metamaterial-based surfaces

Engineered materials with structured micro- or nano-geometries that give them unusual properties — not found in nature or traditional materials.

- most metamaterials are still in the research phase
- production requires precision microfabrication
- cost and marine durability testing are still evolving



Category 4: Surface and environmental coatings




Category 5: Core and lightweight materials

Sandwich core materials

Lightweight materials placed between two strong outer skins (like a composite laminate), creating a stiff, durable, and low-weight structure — much like an I-beam or honeycomb. Core materials in deep-tech yachts:

- recycled PET (rPET) foam
- balsa wood
- cork






Category 5: Core and lightweight materials

Sandwich core materials

- recycled PET (rPET) foam
 - lightweight, moisture resistant, and consistent
 - fully recyclable and available in various densities
- balsa wood
 - natural, ultra-light, excellent compressive strength
 - biodegradable, but vulnerable to moisture if not sealed
- cork
 - renewable, biodegradable, impact-absorbing
 - Naturally anti-slip
 - Lower strength than balsa, but very sustainable






Category 5: Core and lightweight materials

Paper honeycomb & foam alternatives

Lightweight, low-cost core structures used in non-structural or low-load areas, offering strength, flexibility, and sustainability — especially for yacht interiors.

Paper honeycomb cores:

- Made from recycled paper or cardboard
- Ultra-light, strong under compression, low cost
- Fully recyclable and biodegradable






Category 5: Core and lightweight materials

Paper honeycomb & foam alternatives

Lightweight, low-cost core structures used in non-structural or low-load areas, offering strength, flexibility, and sustainability — especially for yacht interiors.

Foam alternatives (bio-based or recycled):

- made from bio-resins, soy-based polyurethanes, or rPET foams
- used where lightweight filler or shape is needed
- often closed-cell = resistant to moisture
- non-toxic options replacing petroleum-based foam





Co-funded by the
European Union

Category 5: Core and lightweight materials

Paper honeycomb & foam alternatives

Lightweight, low-cost core structures used in non-structural or low-load areas, offering strength, flexibility, and sustainability — especially for yacht interiors.

- not suitable for high structural loads
- paper honeycomb needs sealing against moisture
- limited long-term performance data in marine settings





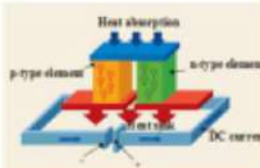
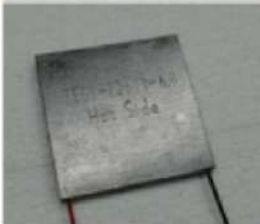
Co-funded by the
European Union

Category 6: Energy and thermal functional materials

Thermoelectric & Energy-Storing Materials

Thermoelectric materials - Materials that convert heat directly into electricity — without moving parts, wires, or batteries.

- Generate power from engine heat, sunlight, or surface temperature differences
- No fuel, no emissions, no moving parts
- Can power sensors, navigation beacons, micro-devices



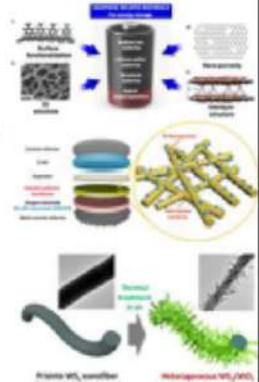
Co-funded by the
European Union

Category 6: Energy and thermal functional materials

Thermoelectric & Energy-Storing Materials

Energy storing materials - functional materials that can store and release energy — either integrated into boat structures or embedded in systems (e.g., supercapacitors, carbon fiber batteries).

- carbon fiber or composites infused with energy storage capacity
- panels or hull sections that store power like a battery
- potential to power lights, sensors, or small electronics



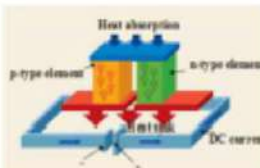


Co-funded by the
European Union

Category 6: Energy and thermal functional materials

Thermoelectric & Energy-Storing Materials

- Still in R&D or early prototype stages
- Low power output — only suitable for small loads
- High cost for energy-storing composites
- Needs custom integration into design phase







Category 6: Energy and thermal functional materials

Solar integration with deep-tech layers

The embedding of solar energy harvesting into yacht components using thin, flexible, and smart photovoltaic materials — beyond traditional solar panels.

- flexible, lightweight, and can follow curved surfaces
- Transparent or semi-transparent films applied to glass, sails, or decks
- combine solar capture with UV protection, anti-fouling, or structural roles
- enables off-grid and silent operation
- powers lights, navigation systems, fridges, and winches






Category 6: Energy and thermal functional materials

Solar integration with deep-tech layers

The embedding of solar energy harvesting into yacht components using thin, flexible, and smart photovoltaic materials — beyond traditional solar panels.

- efficiency still lower than rigid silicon panels
- vulnerable to abrasion, UV, and saltwater
- integration into curved composites requires advanced bonding techniques
- cost and durability under marine conditions still under





Which materials are ready now?

TRL	Stage	Example materials
1-3	lab research	Shape-memory alloys, metamaterials
4-5	prototype testing	Smart polymers, energy-storing composites
6-7	pilot production	Thermoplastics, thermoelectrics
8-9	commercial use	Flax fiber, rPET foam, bio-resins, nanocoatings





Time for group work and discussion!





Presentation on Materials Mechanical Properties



Co-funded by the European Union

Understanding of mechanical properties: Importance and Measurement methods

National Technical University of Athens

Vaire, 11 September 2025

SEATEACH soib Nautic Marine EBI INNOVATION anen POLBOAT




Part 1

Introduction

Co-funded by the European Union

Topics

- Definition of material properties
- Categories of material properties
- Definition of mechanical properties
- Why study mechanical properties
- Boatbuilding applications and mechanical properties' demands

Objectives

- Introduction to material properties
- Understanding of connection with boatbuilding applications

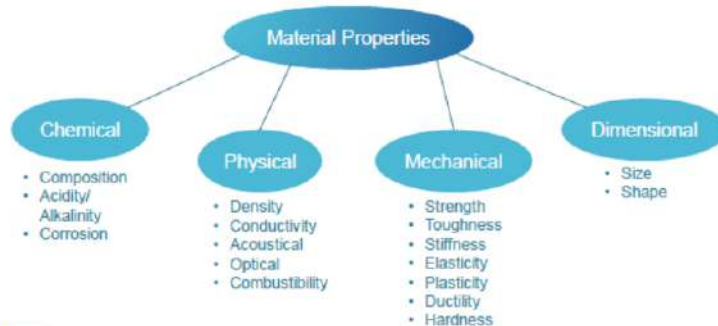
Co-funded by the European Union

Definition of material properties

- Materials have properties and measurements related to them.
- Material properties refer to the characteristics that define how a specific material behaves and responds under different conditions, encompassing its composition, physical attributes, and reaction to applied forces.
- Material properties determine materials use and applications.

Co-funded by the European Union

Categories of material properties



5

Definition of mechanical properties

- Mechanical properties refer to the characteristics of a material that describe its behavior under the action of external forces, such as tension, compression, bending, or torsion.
- These properties determine how a material responds to mechanical loads.
- They affect the mechanical strength and ability of a material to be molded in suitable shape and the ability to resist mechanical forces.
- They include attributes like strength, ductility, hardness, toughness, elasticity, and fatigue resistance.



6

Why study mechanical properties?

- Development and design of material applications for maximized efficiency.
Choosing the appropriate materials for specific applications is essential to ensure optimal performance within their intended environments.
- More efficient manufacturing process.
- Limitations awareness and management.
- Handling awareness for safety and accident prevention.
- Support the development of advanced materials for various applications in the boatbuilding industry.



7

Boatbuilding applications and mechanical properties' demands

- Understanding mechanical properties is essential as they determine the quality and functionality of the final product.
- Apart from quality and functionality, the mechanical properties influence durability, performance and damage vulnerability.
- Materials undergo testing and evaluations to ensure durability, resilience and finally suitability for applications.
- **Challenge:** Mechanical properties which contribute to operational performance optimization usually makes manufacturing process more difficult.
→ Close cooperation between the designer and the manufacturer is the key element to overcome the challenge. Compromises always need to be made!



8



Part 2

Mechanical Properties

Co-funded by the European Union

Topics

- Mechanical properties
- In-plane tensile strength
- In-plane shear strength
- Compressive strength
- Stiffness
- Interlaminar shear strength (ILSS)
- Interlaminar fracture toughness
- Fatigue resistance
- Impact resistance
- Young's modulus
- Poisson's ratio
- Thermal expansion
- Moisture absorption

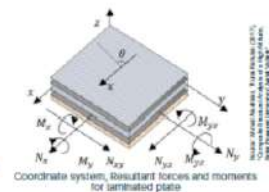
Objective

- Familiarization with mechanical properties

Co-funded by the European Union

Mechanical properties

The mechanical properties of composites describe how they react to applied forces, moments, torque and changes in environmental conditions such as temperature and humidity.



Coordinate system, resultant forces and moments for laminated plate

✓ In-plane tensile strength ✓ In-plane shear strength ✓ Compressive strength ✓ Stiffness ✓ Interlaminar shear strength (ILSS) ✓ Interlaminar fracture toughness	✓ Fatigue resistance ✓ Impact resistance ✓ Young's modulus ✓ Poisson's ratio ✓ Thermal expansion ✓ Moisture absorption
--	---

Co-funded by the European Union

In-plane tensile strength

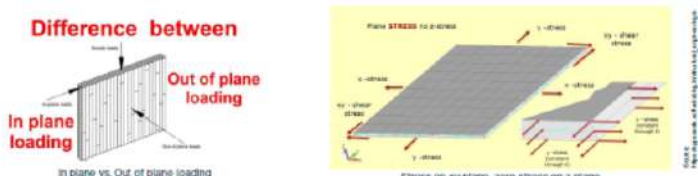
It is the maximum tensile stress that a composite material can withstand within the plane of its laminate layer before it breaks.

Because composites are fiber direction-dependent, in-plane tensile strength is measured in specific directions and is higher along the direction of fibers.



Tensile loading

Difference between In plane loading and Out of plane loading



In plane vs. Out of plane loading

Stress on xy plane, zero stress on z plane

Co-funded by the European Union

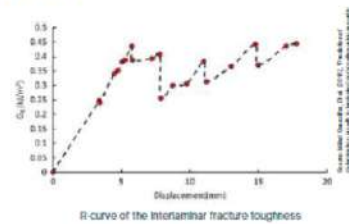


Co-funded by the
European Union

Interlaminar fracture toughness

It is a measure of a composite material's resistance to crack growth between its layers under different types of loading.

Compared to ILSS that measures stress, this one indicates how much energy the material can absorb before a crack between its layers grows.



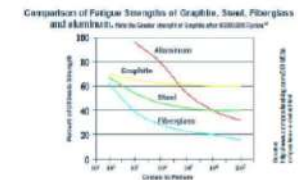
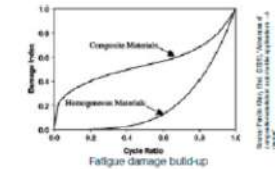
Co-funded by the
European Union

Fatigue resistance

The ability of a composite material to withstand repeated cyclic loading (tension, compression, bending, or shear) without failing.

Fatigue occurs when a material is subjected to repeated or fluctuating stress, usually below its ultimate strength, causing progressive damage that can lead to sudden failure.

In composites fatigue is more complex, because the material is anisotropic and multiple failure mechanisms interact over time.



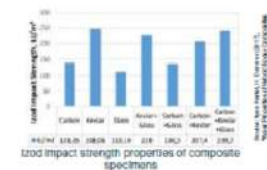
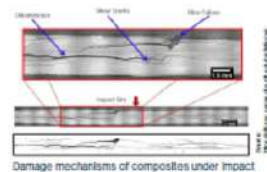
Co-funded by the
European Union

Impact resistance

The ability of a composite material to absorb and dissipate energy from a sudden force or impact (drop, strike, or collision) without catastrophic failure like cracking, delamination, or fiber breakage.

Importance:

- Composites are strong but often brittle (e.g., compared to Grade A/C45 steel)
- Impact can cause internal damage that is not visible but severely weakens the structure



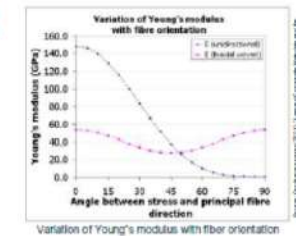
Young's Modulus, E

Young's modulus or modulus of elasticity, E, in composites is a measure of stiffness, that is, how much a composite resists deformation when a tensile, or compressive force is applied.

Higher E → stiffer material

Because composites are anisotropic, E depends on fiber orientation and laminate layout.

E_1 (along the fiber direction) > E_2 (perpendicular the fiber direction)

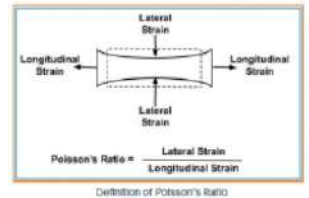


Poisson's Ratio, ν

It is the ratio of transverse strain to axial strain when the material is under tensile or compressive load.

Key point:

When a material is under tension in one direction, it shrinks in the perpendicular direction. Poisson's ratio measures the degree of shrinkage that occurs in a material in relation to its stretching.



Thermal Expansion

It refers to how much a composite changes in size (expansion or contraction) when the temperature changes.

The rate of this change is the coefficient of thermal expansion (CTE), denoted as α [$\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$] in literature.

Moisture Absorption

It refers to the uptake of water or humidity from the environment into the matrix material (usually a polymer).

This occurs over time and can change the composite's properties (strength, stiffness, dimensions, and durability).

Quiz Time ?

Why is high stiffness an important mechanical property of composite material?

- a) It makes the material heavier and more durable.
- b) It allows the material to stretch easily under force.
- c) It helps the material resist bending or deformation under load.

Quiz Time ?

Why is high stiffness an important mechanical property of composite material?

- a) It makes the material heavier and more durable.
- b) It allows the material to stretch easily under force.
- c) It helps the material resist bending or deformation under load.



Part 3

Measurements and Specifications

 Co-funded by the European Union



Topics

- Why do we need quality control?
- ASTM and ISO Standards
- Tensile testing
- Compression testing
- Flexural testing
- Interlaminar shear strength
- Shear testing ($\pm 45^\circ$)
- Impact testing
- Fatigue testing
- Environmental resistance testing

Objectives

- Material quality control procedures and standards
- Getting to know standardized material tests

 Co-funded by the European Union



Why do we need Quality Control?

- ✓ To ensure materials **meet** safety and performance standards.
- ✓ To **detect** manufacturing defects early.
- ✓ To **guarantee** long-term durability and reliability.




Essential for critical industries like boatbuilding, aerospace, and automotive

 Co-funded by the European Union

ASTM & ISO Standards

- **ASTM**: American Society for Testing and Materials (US-based).
- **ISO**: International Organization for Standardization (global).



Property of ASTM



Property of ISO

They provide standardized testing methods to compare materials fairly.

  Co-funded by the European Union

Tensile testing



Purpose: Measures how much force is needed to pull a composite material apart until it breaks.

- ASTM D3039 and ISO 527-4 are standard methods for testing fiber-reinforced composites.
- A flat rectangular specimen is pulled lengthwise until failure.
- Results help determine **tensile strength**, modulus of elasticity, and strain at break.



Preparing a composite sample for tensile testing.

Crucial for understanding how composites behave under stretching forces, important for structural parts in boatbuilding like hulls, decks, or masts.

28

Compression testing



Purpose: Measures how much force a composite material can withstand when compressed before it buckles or fails.

- ASTM D6641 and ISO 14126 are standard methods for testing compressive strength of fiber-reinforced composites.
- The specimen is loaded lengthwise in compression using special fixtures (e.g., combined loading or shear loading).
- Evaluates **material behavior** under squeezing forces, including strength and stability.



Composite specimen placed in a fixture for compression testing.

Crucial for assessing how composites perform in boat structures like hulls, frames, and panels that face compressive loads during service.

29

Flexural testing



Purpose: Measures how much force is needed to bend a composite material until it breaks or deforms.

- ASTM D790 and ISO 14125 are standard methods for testing the flexural strength and stiffness of composites.
- The sample sits on two supports and is pressed down in the middle (3-point bending).
- Results show how well a **material resists bending** — indicating its rigidity and durability.



Set up for flexural testing using a 3-point bending fixture.

Essential for boat parts like decks, beams, and panels that face bending loads during operation.

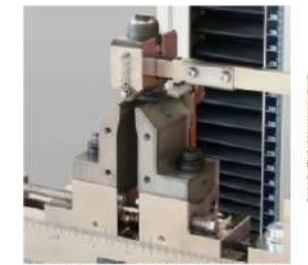
30

Interlaminar shear strength



Purpose: Measures how strongly the layers (plies) in a composite are bonded together.

- ASTM D2344 is the standard method used to test ILSS through a short beam bending test.
- A small beam is loaded in the center until the layers slide or separate.
- Helps **assess the adhesion between layers**, critical for avoiding delamination.



Short beam setup for testing the bonding between the composite layers.

Important for composites in boats, where strong bonding between layers ensures durability under repeated stress and vibration.

31

Shear testing ($\pm 45^\circ$)

Purpose: Measures how well a composite resists sliding forces between internal layers.

- **ASTM D3518** is the standard method for testing in-plane shear strength and stiffness using $\pm 45^\circ$ laminate specimens.
- The test pulls a specimen cut at $\pm 45^\circ$ angles to create a pure shear condition.
- Results show how the material handles twisting or diagonal forces.



Important for composite parts in boats like hulls and panels, where angled loads from waves or torsion can cause shear stress.

Impact testing

Purpose: Simulates accidental hits or drops to see how a composite material absorbs and resists sudden impact.

- **ASTM D7136** is the standard for impact testing using a falling weight method on composite panels.
- The test creates controlled damage, and then a Compression After Impact (CAI) test checks how the material performs afterward.
- Evaluates the material's damage resistance and ability to keep its strength after being hit.



Essential for real-world situations in boatbuilding — dropped tools, floating debris, or collisions can cause unexpected impacts.

Fatigue testing

Purpose: Measures how a composite behaves under repeated or fluctuating loads over time.

- **ASTM D3479** is the standard method for determining the tension-tension fatigue behavior of fiber-reinforced polymer matrix composites.
- A specimen is repeatedly pulled and released at a controlled frequency until failure.
- Results help determine how many cycles a material can endure before it cracks or breaks.



Important for predicting the lifespan of composite parts in boats exposed to wave forces, engine vibrations, or cyclic loading.

Environmental resistance testing

Purpose: Assesses how composite materials perform under harsh environmental conditions like moisture, salt exposure, and fire.

- **ASTM D570 – Water Absorption:** 

Measures how much water a material absorbs during immersion. Affects weight, strength, and stability in wet conditions.

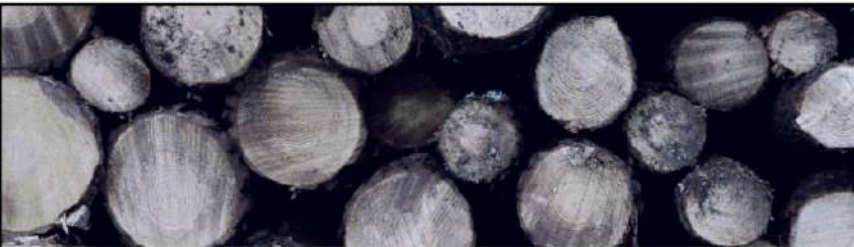
- **ASTM B117 – Salt Spray (Corrosion):** 

Simulates long-term saltwater exposure. Evaluates corrosion resistance of materials and protective coatings.

- **IMO FTP Code – Fire & Smoke Toxicity:** 

Tests flame spread, smoke density, and gas toxicity. Ensures fire safety compliance for marine applications.

Critical for boatbuilding, where materials must resist moisture, corrosion, and fire hazards over long service life.



Part 4

Factors affecting Mechanical Properties

Co-funded by the European Union

Topics

- Factors affecting material properties

Objective

- Getting to know which factors may affect material properties and how.

Co-funded by the European Union

Factors affecting mechanical properties

- Grain size
- Temperature
 - ✓ significant properties reduction in high temperatures
 - ✓ reduction of 10%, 50%, 90% in temperatures 90°C, 150°C, 200°C.
- Heat treatments
- Liquid environment presence
 - ✓ properties reduction
 - ✓ satisfactory protection through the use of gel coats.
- Atmospheric/ weather exposure
 - ✓ little impact
 - ✓ exposure to light, ultraviolet radiation, rain, frost.

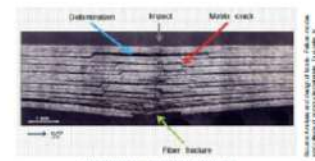


Vessel's exposure to frost

Co-funded by the European Union

Factors affecting mechanical properties

- Fiber properties
- Construction method
 - ✓ advanced methods $\Rightarrow$ small changes in properties
 - ✓ simple methods (hand lay-up) $\Rightarrow$ restricted quality and big changes in properties.
- Laminates' separation
- Polymerization rate

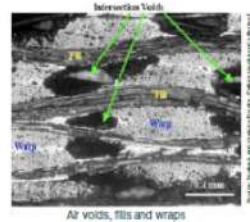


Depiction of mechanical failures

Co-funded by the European Union

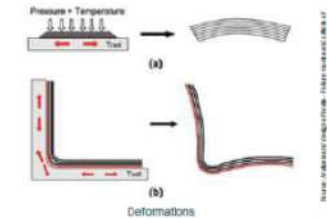
Factors affecting mechanical properties

- Conditions of storage
- Human factor
 - ✓ craftsman skill
 - ✓ fiber misalignment
 - ✓ poor resin distribution
 - ✓ air voids
 - ✓ ply wrinkling – foreign inclusions.



Factors affecting mechanical properties

- Remaining tensions
 - ✓ during the solidification process
 - ✓ different coefficient of thermal expansion of fibers and resin
 - ✓ possible rejection of the entire structure due to excessive deformations.



Quiz Time ?

What is the nature of the factors affecting the material mechanical properties?

- Mainly external, including handling procedures, human factor and weather
- Inherent material factors concerning the fibers orientation and structure
- A combination of internal and external elements, acting in multiple ways and dynamically.

Quiz Time ?

What is the nature of the factors affecting the material mechanical properties?

- Mainly external, including handling procedures, human factor and weather
- Inherent material factors concerning the fibers orientation and structure
- A combination of internal and external elements, acting in multiple ways and dynamically.



Part 5

Types of Material Failures

Co-funded by the European Union

Topics

- Types of material failures
- Failure in tension
- Modes in failure in tension of a unidirectional layer
- Examples of tensile failures
- Failure in compression
- Failure in bending
- Examples of failures in bending
- Shear failure
- Creep failure
- Fatigue

Objective

- Familiarization with material failures

Co-funded by the European Union

Types of material failures

What is 'failure'?

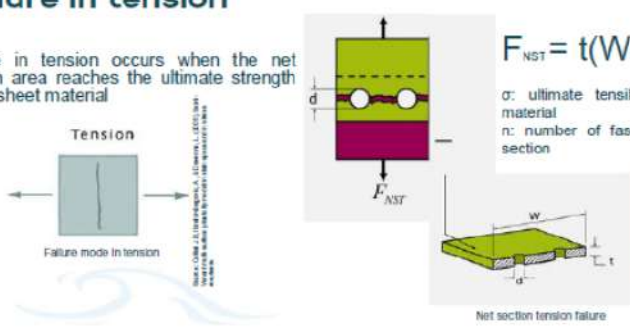


- ✓ Failure in tension
- ✓ Failure in compression
- ✓ Failure in bending
- ✓ Shear failure
- ✓ Fatigue
- ✓ Creep failure
- ✓ Impact

Co-funded by the European Union

Failure in tension

Failure in tension occurs when the net section area reaches the ultimate strength of the sheet material

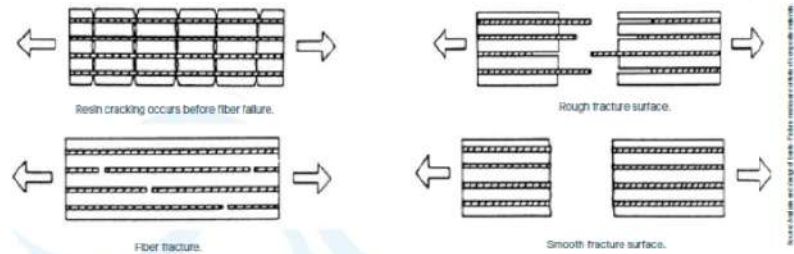


$$F_{NST} = t(W - n d) \sigma$$

σ : ultimate tensile strength of sheet material
 n : number of fasteners along the net section

Co-funded by the European Union

Modes of failure in tension of a unidirectional layer



Examples of tensile failures



Failure in compression

Compression failure usually occurs due to the development of compressive stresses greater than the allowable stresses.

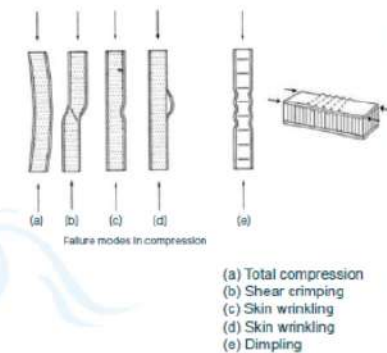
When a load is applied to a material, it exerts a force on the material's molecules, causing them to move closer together. As more force is applied, the molecules become increasingly compressed until they reach a point where they can no longer move any closer together. At this point, the material has reached its maximum compressive strength and will begin to deform or fail if additional force is applied.



Failure in compression

Factors affecting such failure:

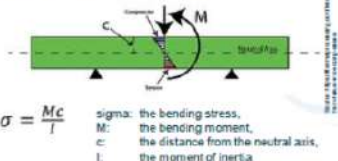
- ✓ Non-complete fiber alignment, fiber adjacency
- ✓ Non-complete fiber-resin bonding
- ✓ Voids (entrapped air)



Co-funded by the European Union

Failure in bending

Failure in bending will occur when the bending moment is sufficient to induce tensile/compressive stresses greater than the yield stress of the material throughout the entire cross-section



$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

sigma: the bending stress,
M: the bending moment,
c: the distance from the neutral axis,
I: the moment of inertia

Schematic of bending stress in a loaded beam

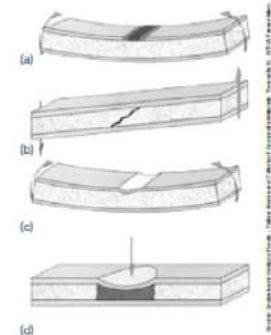
Failure Mechanisms:

- ✓ **Yielding of extreme fibers:** causes gradual sagging eventually rendering the material ineffective.
- ✓ **Buckling of compression fibers:** occurs sideways, leading to sudden failure; primary or secondary cause of failure
- ✓ **Excessive shearing stresses:** causes primary failure or secondary failure
- ✓ **Localised Yielding of the overstressed portions:** Usually occur near bearing blocks that transmit concentrated loads or reactions to beams

Bending of a beam

Co-funded by the European Union

Examples of failures in bending



Failure modes in bending.

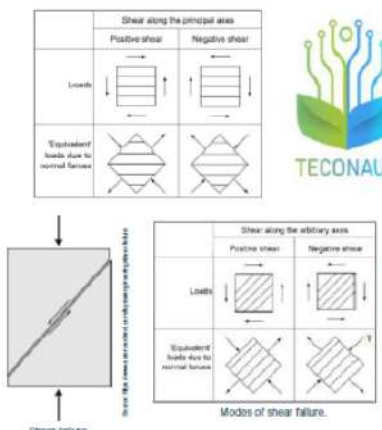
- Failure of the compressed casing
- Failure of the core due to shear
- Formation of inward wrinkling of the core, accompanied by local crushing
- Local crushing of the core.

Co-funded by the European Union

Shear failure

Shear failure refers to a type of material failure that occurs when a material experiences shear stress beyond its shear strength.

- ✓ One of the most critical failures.
- ✓ The occurrence of shear failure in a beam can lead to a sudden structural collapse
- ✓ A possible variation in strength between positive and negative shear depends on the direction of loading
- ✓ Shear can occur either along the principal axes or along arbitrary axes.



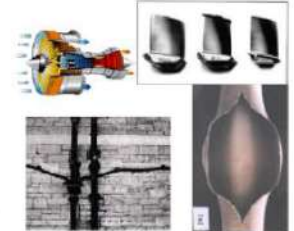
Shear failure.

Modes of shear failure.

Co-funded by the European Union

Creep failure

Creep failure caused by thermal stress. It has the characteristics of loading since a very early age, induced by variable compressive and tensile stress, and changing temperatures.



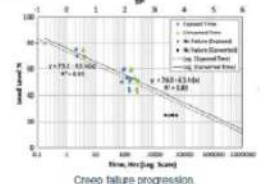
Modes of creep failure.

The time-dependent deterioration of stress is based on:

- ✓ High temperature
- ✓ Exposure to moisture
- ✓ Exposure to acidic environments

It appears when high temperatures develop, such as:

- ✓ decks due to sunlight
- ✓ machine foundations
- ✓ submarines with long submersion times
- ✓ piping lines



Creep failure progression.



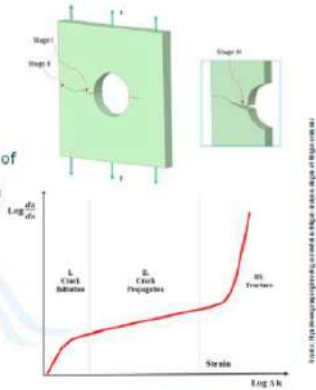
Co-funded by the
European Union

Fatigue

Fatigue is a failure mechanism that involves the cracking of materials and structural components due to **cyclic** (or fluctuating) stress. While applied stresses may be tensile compressive or torsional, crack initiation and propagation are due to the tensile component.

3 stages of fatigue failure:

Stage I: Crack Initiation
Stage II: Crack propagation
Stage III: Failure



Stages of fatigue failure.



Part 6

Mechanical Properties, Failures and Deep Tech Materials



Co-funded by the
European Union

Topics

- Recap: why mechanical properties matter
- Typical failures in composite boat structures
- Engineering response to failure
- Mechanical properties, failures and deep-tech materials
- Potential of deep-tech materials in boatbuilding to prevent failure
- Deep-tech materials: Nanomaterials in boatbuilding
- Deep-tech materials: Metamaterials in boatbuilding
- Deep-tech materials: Quantum materials in boatbuilding
- Deep-tech materials: Advanced polymers and composites in boatbuilding
- Deep-tech materials: Bio-inspired and smart materials in boatbuilding
- Deep-tech materials: Energy and sustainability materials in boatbuilding
- Deep-tech materials: High-value added metals and materials in boatbuilding

Objective

- Exploring the application of knowledge about material mechanical properties, especially in the context of deep-tech materials.



Co-funded by the
European Union

Recap: why mechanical properties matter

- Performance and safety:**
Mechanical properties like strength, stiffness, and toughness determine how a composite performs under load and stress—critical for safety in demanding environments like marine applications.
- Durability and reliability:**
Understanding fatigue resistance, impact behavior and mechanical failures helps ensure long-term durability and consistent performance.
- Design optimization:**
Knowledge of mechanical behavior enables engineers to design lighter, more efficient structures retaining integrity.
- Material selection:**
Matching the right mechanical properties to the application ensures the composite will perform as expected.
- Cost Efficiency:**
Reducing overengineering and selecting the right materials for the right job can lower manufacturing costs while maintaining quality.



Co-funded by the
European Union

Typical failures in composite boat structures

- **Delamination**
 - ✓ Separation between composite layers due to poor bonding or repeated loading.
 - ✓ Often caused by impact, fatigue or manufacturing defects.
- **Matrix cracking**
 - ✓ Cracks form in the resin matrix between fibers.
 - ✓ Reduces load transfer and can lead to further damage.
- **Fiber Breakage**
 - ✓ Occurs when individual fibers exceed their tensile or compressive limits.
 - ✓ Common in areas under high stress or impact.
- **Debonding**
 - ✓ Loss of adhesion between fiber and matrix or between composite and core material.
 - ✓ Weakens structural integrity.



63

Typical failures in composite boat structures

- **Core shear failure (in Sandwich structures)**
 - ✓ The core material fails under shear loads, especially in high-impact or high-load zones.
 - ✓ Can lead to face sheet separation or crushing.
- **Buckling**
 - ✓ Compressive loads cause structural instability in thin laminates or unsupported panels.
 - ✓ Often seen in hull bottoms or deck panels under pressure.
- **Fatigue failure**
 - ✓ Progressive damage from repeated loading/unloading cycles.
 - ✓ Can initiate matrix cracks or delamination over time.



64

Engineering response to failure

- **Identification of the problem**
Definition of the failure type and location.
- **Understanding of the cause**
Answering the question: "Was it design, material choice, loading or manufacturing?"
- **Refining the design**
Adjustment of fiber direction, laminate thickness or structures support.
- **Improvement of material use**
Choice of tougher resins, stronger fibers or more resilient core materials.
- **Improvement of processes**
Use of alternative processes which are more suitable.
- **Monitoring and maintenance**
Use of frequent inspections to detect issues early and extend the boat's life.



65

Mechanical properties, failures and deep-tech materials

Towards the future of composites in maritime design

- **What are deep-tech materials?**
Deep-tech materials are advanced materials that emerge from cutting-edge scientific research and technological breakthroughs. Unlike traditional materials, which are often well understood and widely used, deep-tech materials are defined not just by their composition or application, but by the high level of complexity, uncertainty, and innovation involved in their development.
- **Why they matter in boatbuilding?**
Deep knowledge of mechanical properties and failures builds confidence in boat construction. By combining this knowledge with emerging material technologies, we open the door to creating more advanced composites tailored for marine performance.
- **How sustainability and impact are addressed?**
Choosing the right material for a boat is about much more than just strength or weight. Each decision has an impact – on the environment, on health, on recyclability, and on cost. Sustainability is a core part of responsible boatbuilding. Responsible boatbuilding means prioritizing materials that reduce environmental impact while meeting performance demands.



66

Potential of deep-tech materials in boatbuilding to prevent failure

- **Stronger, tougher composites**
Increased resistance to cracking, impact and delamination.
- **Improved fatigue performance**
Withstand repeated loads over time.
- **Smart damage detection**
Materials with built-in sensors enable early issue detection.
- **Tailored properties**
Advanced design allows materials to meet specific load and performance needs.
- **Greater environmental resistance**
Better protection against moisture, salinity, UV and temperature changes.



23

Deep-tech materials: Nanomaterials in boatbuilding

Mechanical Properties	High strength-to-weight ratio, fracture resistance, fatigue life enhancement
Surface Functions	Corrosion resistance, anti-fouling, UV protection, self-cleaning
Thermal/Optical Properties	UV blocking, heat dissipation, thermal insulation
Applications in Yachts	Nano-reinforced hulls, anti-fouling coatings, nanostructured UV-protective finishes, advanced sensor systems, nanocoatings on mechanical parts
Emerging Uses	Smart coatings, nanogenerators, lightweight energy storage (batteries, supercapacitors)



24

Deep-tech materials: Metamaterials in boatbuilding

Material Classification	Advanced Engineered Materials (subset of functional materials)
Division into Groups	• Mechanical Metamaterials – optimized for strength, flexibility, etc. • Acoustic Metamaterials – control of sound waves; • Thermal Metamaterials – manipulation of heat flow; • Electromagnetic Metamaterials – control of EM/radar waves; • Optical Metamaterials – light wave control (cloaking, lenses)
Mechanical Properties	• High strength-to-weight ratio • Auxetic behavior (negative Poisson's ratio) • High stiffness or controlled deformability • Energy absorption • Tunable elasticity and density depending on geometry
Application Cases	• Yacht hulls: lightweight, impact-resistant structures • Noise insulation: cabins with acoustic metamaterials • Radar stealth: reduced detectability of military vessels • Thermal management: optimized interior climate control • Hydrodynamic coatings: drag reduction, anti-biofouling • Energy harvesting: from wave or vibration-induced deformation
Material Classification	Advanced Engineered Materials (subset of functional materials)



25

Deep-tech materials: Quantum materials in boatbuilding

Material Classification	Topological insulators, Weyl and Dirac semimetals, Mott insulators, heavy fermion systems, unconventional superconductors, spin liquids
Division into Groups	Grouped by dominant quantum effects: • Topological states • Strong electronic correlations • Quantum spin and entanglement phenomena • Generally brittle and sensitive to defects
Mechanical Properties	• Low ductility and mechanical strength • Not suitable for structural or load-bearing use • Often require encapsulation or substrate stabilization
Application Cases	• Quantum sensors (e.g. NV centers) for environmental monitoring or inertial navigation • Superconductors for high-efficiency energy subsystems in electrified propulsion • Thermoelectric quantum materials for onboard waste heat recovery



26

Deep-tech materials: Advanced polymers and composites in boatbuilding

Material Classification	Polymer composites are a composition of at least two materials: 1. Polymer plastics, the resin 2. Organic and / or inorganic fibre reinforcements
Division into Groups	- Resins / Matrixes / Plastics / Glue: - Thermosets / Thermosetting polymer (e.g. Epoxy, Polyester) - Thermoplastics (e.g. Acrylics) - Fibre reinforcements: - Inorganic - Mineral (e.g. Volcanic, Basalt, Glass) - Organic: Plant fibres (e.g. Flax, Hemp, Bamboo) / Synthetic fibres (e.g. Carbon, Aramid)
Mechanical Properties	- Lightweight - High-strength, High-stiffness - Versatility in application and in design - Low manufacturing costs
Application Cases	Hull and deck structure, Inner hull, Shower trays, Interior arrangement



18

Deep-tech materials: Bio-inspired and smart materials in boatbuilding

Material Classification	Bio-inspired (functionally nature-derived) / Smart (stimuli-responsive)
Division into Groups	Bio-inspired by surface (e.g., lotus, sharkskin), structure (e.g., fibres, cuticle), or function
Mechanical Properties	Varying: often not load-bearing; some materials offer vibration damping, wear and impact resistance
Limitations	Durability, lack of certification, limited structural applications, scalability
Application Cases	Anti-fouling coatings, composites, sensor-embedded laminates, self-healing coatings



19

Deep-tech materials: Energy and sustainability materials in boatbuilding

Material Classification	Recycled PET cores, bio-based epoxy resins, recyclable thermoplastic resins, recycled carbon fibers
Division into Groups	- Core materials: recycled PET foams for sandwich structures - Resin systems: bio-based and recyclable thermoplastics - Reinforcements: reclaimed fibers used in composites
Mechanical Properties	- Good structural stiffness and insulation (PET core) - Low viscosity and infusion compatibility (resins) - Recyclable or reusable through thermal recovery (thermoplastics) - Comparable strength to virgin carbon fiber (recycled fibers)
Application Cases	- Use of PET cores in hull and deck sandwich panels - Infusion of structures with recyclable or bio-based resins - Non-critical components made from recycled carbon fibers - Integration in energy-optimized yachts with solar, hybrid, or biofuel systems



20

Deep-tech materials: High-value added metals materials in boatbuilding

Material Classification	Aluminium alloys : aluminium-magnesium alloys and aluminium-magnesium-silicon alloys; graphene added alloys (experimental)
Division into Groups	- Aluminium alloys - Wrought alloys - Strain hardening - Age hardening - Casting alloys - Silicon alloys - Magnesium alloys - Graphene added alloys (still experimental)
Mechanical Properties	- Good corrosion resistance - High weldability - Easy to cut and form - Good strength/weight ratio
Application Cases	Hull, Frame, Pillars, Propeller



21

References

1. ZwickRoell. *Tensile testing of fiber-reinforced composites (ISO 527-4, ISO 527-5)*.
<https://www.zwickroell.com/industries/composites/iso-527-4-iso-527-5-tensile-testing-of-fiber-reinforced-composites/>
2. ZwickRoell. *Compression testing (ASTM D6641, ISO 14126)*.
<https://www.zwickroell.com/industries/composites/combined-loading-compression-iso-14126-astm-d6641/>
3. ZwickRoell. *Flexure testing of composite materials*.
<https://www.zwickroell.com/industries/materials-testing/flexure-test/>
4. ZwickRoell. *Interlaminar shear strength (ILSS)*.
<https://www.zwickroell.com/industries/composites/interlaminar-shear-strength-ilss/>
5. Intertek. *Shear Testing (ASTM D3518)*.
<https://www.intertek.com/shear-testing/astm-3518/>
6. ZwickRoell. *Impact testing and CAI – Compression After Impact*.
<https://www.zwickroell.com/industries/composites/compression-after-impact-cai/>
7. ASTM. *ASTM D3479/D3479M-19: Tension-Tension Fatigue of Polymer Matrix Composites*.
https://store.astm.org/d3479_d3479m-19.html
8. ASTM. *ASTM D570-22: Water Absorption of Plastics*.
<https://store.astm.org/d0570-22.html>
9. ASTM. *ASTM B117-19: Salt Spray (Fog) Testing*.
<https://store.astm.org/b0117-19.html>
10. Measurlabs. *IMO FTP Code Part 2 – Smoke Toxicity Testing*.
<https://measurlabs.com/products/imo-2010-ftp-part-2-smoke-toxicity/>

23

References

11. Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2020). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.). Wiley.
12. Subramanian, S. M. (2020). *Mechanical Properties of Materials: Definition, Testing and Application*. International Journal of Modern Studies in Mechanical Engineering. 6, 28-38. 10.20431/2454-9711.0602003.
13. <https://testbook.com/physics/properties-of-materials> - last access 04/07/25
14. <https://apcomposites.com.au/materials-science/materials-engineering/material-properties/> - last access 04/07/25
15. Colliat, J.B., Ibrahimbegovic, A., & Davenne, L. (2005). Saint-Venant multi-surface plasticity model in stain space and in stress resultants
16. Static Failure Mode Prediction Models – Mechanically Fastened Joints, TUDelft Presentation.
17. Analysis and design of boats - Failure modes and criteria of composite materials. Tsouvalis, N., NTUA Presentation.
18. <https://construo.io/tags/compression> - last access 04/07/25
19. <https://web.mat.dtu.thomas/classes/2211/lessons/failure/bending/index.html> - last access 04/07/25
20. <https://inspectionengineering.com/tag/fatigue#:~:text=Fatigue%20is%20a%20failure%20mechanism,due%20to%20the%20tensile%20component> - last access 04/07/25
21. He Zhu, Yu Hu, Rui Ma, Juan Wang, Qingbin Li. (2021) Concrete thermal failure criteria, test method, and mechanism: A review
22. <http://users.uoi.gr/nbarkoul/%c5%e9%f3%e1%e3%f9%e3%de%20%f3%f4%e7%ed%20%e5%10%e9%f3%f4%de%ec%e7%20%f4%f6%ed%20%f5%eb%e9%ea%fe%ed%20%f3%f4%e7%ed%20%f4%f9%ed%20%e5%eb%e9%ea%fe%ed.pdf> - last access 04/07/25

24



